

# PLAN MAESTRO AEROPUERTO INTERNACIONAL RAFAEL NÚÑEZ DE CARTAGENA DE INDIAS



Octubre 2016



# Contenido

## Capítulos:

Capítulo 1: Antecedentes

Capítulo 2: Análisis del Entorno

Capítulo 3: Situación Actual del Aeropuerto

Capítulo 4: Evolución Previsible de la Demanda

Capítulo 5: Programa de Necesidades: Ajuste Capacidad /Demanda

Capítulo 6: Desarrollo Propuesto

Capítulo 7: Estimación de las Inversiones

## Anexos:

Anexo I: Estudio de Longitud de Pista

Anexo II: Cálculos Necesidades Campo de Vuelos

Anexo III: Estudio Calle de Rodaje Paralela a Pista

Anexo IV: Estudio Impacto Operación A380-800

Anexo V: Cálculos Necesidades Edificio Terminal

Anexo VI: Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental

Anexo VII; Estudio de la Incidencia con el Entorno

## Planos:

Localización del Aeropuerto

Estado Actual (Horizonte 0): Campo de Vuelos

Estado Actual (Horizonte 0): Arquitectura. Zonificación Nivel +0.00

Estado Actual (Horizonte 0): Arquitectura. Zonificación Nivel +4.30

Estado Actual (Horizonte 0): Arquitectura. Zonificación Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte 0. Estado Actual

Desarrollo Propuesto. Horizonte I (7,5 MPax): Campo de Vuelos

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Campo de Vuelos

Desarrollo Propuesto. Horizonte III (9,5 MPax): Campo de Vuelos

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Campo de Vuelos

Desarrollo Propuesto. Máximo Desarrollo. Campo de Vuelos

Desarrollo Propuesto. Horizonte I (7,5 MPax): Plataforma

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Plataforma

Desarrollo Propuesto. Horizonte III (9,5 MPax): Plataforma

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Plataforma

Estrategia de Desarrollo. Zona Terminal

Estrategia de Desarrollo. Zona Terminal Horizonte IV (11,5 MPax)

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5). Edificio Terminal Alzados.

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos Pasajeros Situación de Discapacidad. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos. Nivel +4.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos Pasajeros Situación de Discapacidad. Nivel +4.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos. Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Flujos Pasajeros Situación de Discapacidad. Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Zonificación. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Zonificación. Nivel +4.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal

Zonificación. Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación. Nivel +12.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte II (8,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación Consolidado. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5). Edificio Terminal Alzados.

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Flujos. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Flujos. Nivel +4.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Flujos. Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación. Nivel -0.60

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación. Nivel +4.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación. Nivel +8.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación. Nivel +12.50

Desarrollo Propuesto. Horizonte IV (11,5 MPax): Edificio Terminal  
Zonificación Consolidado. Nivel -0.60

Necesidades de Terrenos

Información territorial y urbanística. Usos de suelo

Información territorial y urbanística. Planos de barrio

Estado Actual: Superficies Limitadoras de obstáculos

Desarrollo Propuesto: Superficies Limitadoras de obstáculos

Predicción niveles de presión sonora. LAEQD. Estado Actual (2015)

Predicción niveles de presión sonora. LDN. Estado Actual (2015)

Predicción niveles de presión sonora. LDN. Horizonte 0: 5,1 MPax  
(2020)

Predicción niveles de presión sonora. LDN. Horizonte I: 7,5 MPax  
(2030)

Predicción niveles de presión sonora. LDN. Horizonte II: 8,5 MPax  
(2040)

Predicción niveles de presión sonora. LDN. Horizonte III: 9,5 MPax  
(2050)





# CAPÍTULOS



# Contenido

## Capítulos:

Capítulo 1: Antecedentes

Capítulo 2: Análisis del Entorno

Capítulo 3: Situación Actual del Aeropuerto

Capítulo 4: Evolución Previsible de la Demanda

Capítulo 5: Programa de Necesidades: Ajuste Capacidad /Demanda

Capítulo 6: Desarrollo Propuesto

Capítulo 7: Estimación de las Inversiones





# Capítulo 1.

## ANTECEDENTES



CONTENIDO

**ANTECEDENTES..... 3**

1. EL PLAN MAESTRO ..... 3

2. OBJETO DEL PLAN MAESTRO ..... 3

3. ESTUDIOS PREVIOS ..... 4

4. RESEÑA HISTÓRICA. .... 4

5. MARCO LEGAL EXISTENTE..... 4

6. GLOSARIO GENERAL DE ACRÓNIMOS..... 5





## ANTECEDENTES

### 1. EL PLAN MAESTRO

Como consecuencia de la progresiva globalización de la economía mundial, junto con la liberalización del tráfico aéreo, los modernos Sistemas Aeroportuarios están en evolución y han añadido a su papel básico de componentes de las redes de transporte aéreo, funciones ligadas con la estructura urbana territorial y con el desarrollo económico de su área de influencia.

En este sentido, el Plan Maestro es una herramienta de planificación estrictamente aeroportuaria, que permite establecer las directrices de desarrollo futuro de cada aeropuerto. En él se plantean las actuaciones a realizar para:

- Garantizar la funcionalidad e interdependencia de los diferentes subsistemas aeroportuarios que integran la Zona de Desarrollo Propuesto del aeropuerto.
- Conseguir el nivel de calidad de servicio estipulado para cada uno de esos subsistemas y las zonas que los componen.

Se debe tener en cuenta la singularidad de los Aeropuertos y su Zona de Desarrollo Propuesto, debida no sólo a su vinculación con la organización del espacio aéreo, sino también a la complejidad de su estructura funcional, los requerimientos de infraestructuras de enlace con la ciudad, y la necesidad de armonizar sus actividades con el entorno.

La Zona de Desarrollo Propuesto se estructura en cuatro grandes áreas principales, en función de las actividades asignadas y su grado de relación directa o complementaria con la propia funcionalidad aeroportuaria. Estas áreas son las siguientes: Subsistema de Movimiento de Aeronaves, Subsistema de Actividades Aeroportuarias (con sus correspondientes zonas funcionales), Zona Militar y Zona de Reserva Aeroportuaria.

El **Subsistema de Movimiento de Aeronaves** contiene los espacios y superficies utilizados por las aeronaves en sus movimientos de aterrizaje, despegue y circulación en rodadura y estacionamiento. Está constituido por el campo de vuelos, las plataformas de estacionamiento de aeronaves y las instalaciones auxiliares.

El **Subsistema de Actividades Aeroportuarias** contiene las infraestructuras, instalaciones y edificaciones que completan, dentro del ámbito aeroportuario, el proceso de intercambio modal entre el transporte aéreo y el sistema terrestre, garantizando su eficacia funcional y calidad de servicio. Se distribuye en las siguientes zonas funcionales:

- Zona de Pasajeros
- Zona de Carga
- Zona de Servicios
- Zona de Aviación General

- Zona de Abastecimiento

La **Zona Militar** contiene las infraestructuras e instalaciones que se emplean para desarrollar este tipo de actividad en el aeropuerto.

La **Zona de Reserva Aeroportuaria** contiene los espacios necesarios para posibilitar el desarrollo de nuevas instalaciones y servicio aeroportuarios, así como las ampliaciones de cualquiera de las zonas anteriormente mencionadas.

De acuerdo con esta estructura, en la elaboración del Plan Maestro se tendrán en cuenta todos y cada uno de los factores que, de algún modo, afecten o puedan afectar al normal funcionamiento de las operaciones aeroportuarias durante toda su vida útil, contribuyan u obstaculicen su crecimiento y futuro desarrollo, o guarden algún vínculo con las actividades propias del transporte aéreo.

En él se determinarán las necesidades en lo relativo a operaciones de aeronaves, pasajeros, mercancías y vehículos en tierra, de acuerdo con la demanda prevista de tráfico en los horizontes de estudio definidos, y siempre garantizando la coherencia del desarrollo del aeropuerto, así como su eficaz integración en su entorno, siendo necesaria la debida coordinación entre las distintas administraciones.

Dentro del Plan Maestro normalmente se establecen dos figuras distintas de planeamiento:

- El Desarrollo Propuesto, que define la planificación y programación de las actuaciones necesarias para la adecuación a la demanda de las diferentes instalaciones aeroportuarias en los horizontes establecidos.
- El Máximo Desarrollo Posible, que considera un horizonte temporal más amplio, y cuyo objetivo es preservar la visión estratégica del aeropuerto. En el caso del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias, el Máximo Desarrollo Posible reviste de una especial importancia debido a su localización, limítrofe con diversos barrios de la ciudad en su extremo Oeste y con la Ciénaga de la Virgen en el Este.

### 2. OBJETO DEL PLAN MAESTRO

El presente Plan Maestro tiene por objeto delimitar el Desarrollo Propuesto del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, definiendo y ordenando los diferentes subsistemas que lo integran y estructuran conforme a su funcionalidad interdependiente, buscando un equilibrio armónico y eficiente de la actividad global aeroportuaria y garantizando su desarrollo y expansión futuros, así como su adecuada integración con el entorno.

Se debe tener presente la especial singularidad de los Sistemas Aeroportuarios, que justifica la necesidad de establecer el planeamiento de los mismos con el objeto de prever, en adecuado plazo de tiempo, el crecimiento de las instalaciones, garantizando el espacio requerido para futuras ampliaciones por medio de una reserva territorial que no limite su desarrollo.

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), en su Manual de Planificación de Aeropuertos (Doc 9184), recomienda la continua actualización de los Planes Maestros Aeroportuarios:

*“El Plan Maestro del aeropuerto o al menos ciertos elementos específicos deberían examinarse por lo menos anualmente, y ajustarse según sea necesario, para tener en cuenta las condiciones imperantes en el momento de hacer el examen. El Plan Maestro se debería evaluar y modificar a fondo cada cinco años, o con más frecuencia si la evolución de las condiciones económicas, operacionales, ecológicas y financieras lo justifican”*

Conforme a esto, a continuación se enumeran los criterios de diseño adoptados.

- El Subsistema de Movimiento de Aeronaves, compuesto por las zonas de maniobras y estacionamiento, se diseñará para las horas punta de tráfico comercial definidas para los horizontes de estudio considerados dentro del Desarrollo Propuesto.
- Tanto el área de accesos como las zonas de aparcamiento se diseñarán para las horas de máxima afluencia de pasajeros.
- El Edificio Terminal de Pasajeros y sus diversas dependencias se diseñarán atendiendo a los criterios establecidos por IATA. Se han considerado como parámetros estándar para sus instalaciones los correspondientes a niveles de calidad de servicio C establecidos para la hora de diseño de cada horizonte de estudio del Desarrollo Propuesto.
- El resto de las zonas del Subsistema de Actividades Aeroportuarias se diseñarán conforme a las necesidades que la demanda de tráfico fije para cada una de ellas, teniendo en cuenta las características y tipología del aeropuerto en estudio.



### 3. ESTUDIOS PREVIOS

A continuación se detallan los principales estudios de planificación elaborados previamente para el aeropuerto.

En 1973 la consultora NACO (Netherlands Airport Consultants), por encargo de la Aeronáutica Civil, llevó a cabo un estudio de reubicación del aeropuerto donde se concluyó que el traslado no era recomendable y que la solución idónea para el aeropuerto era la de desarrollarse en el lugar que ocupaba. Ese mismo año NACO realizó un Plan Maestro para el aeropuerto.

En marzo de 1989, un estudio complementario al Plan Maestro mencionado fue llevado a cabo por Tippetts, Abbott, McCarthy, Statton (TAMS) en cooperación con Gómez Caijao y Asociados Cía. Ltda.

Entre los años 1997 y 1998, SACSA contrató de nuevo a la firma NACO para la revisión del Plan Maestro del aeropuerto.

En 2005 se finalizó la revisión del Plan Maestro del aeropuerto, desarrollada por AENA, en la que se contemplaban las actuaciones a realizar para satisfacer la demanda prevista en el periodo 2005-2019.

Debido a que los crecimientos del tráfico aéreo presentados superaron notablemente las previsiones que incluía la última revisión unido a la obligación de SACSA de someter a la aprobación de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, a través de su presentación ante la Dirección General de Aeronáutica Civil, la revisión del Plan Maestro Aeroportuario dentro del año 2015, se procedió a la realización por parte de la firma INECO de la última revisión del Plan Maestro. Dicha revisión se presentó para su aprobación a la Dirección General de Aeronáutica Civil en Marzo de 2014 aprobándose la última versión del Plan Maestro del Aeropuerto en Enero de 2015.

En los últimos años, los crecimientos del tráfico aéreo experimentados en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez han superado las expectativas alcanzándose en 2015 niveles de tráfico no esperados hasta el año 2018 en las previsiones del Plan Maestro vigente por lo que se hace necesaria una revisión y actualización del mismo.

### 4. RESEÑA HISTÓRICA.

En la ciudad de Cartagena se dieron los primeros pasos de la aviación en Colombia.

En 1920 se establece el primer aeropuerto de Cartagena, localizado en un terreno de Bocagrande que pertenecía a la Compañía Colombiana de Navegación Aérea. El día 26 de enero de 1928, aterriza en este aeropuerto Charles A. Limberg, al mando de su nave "Spirit of Saint Louis".

En 1930 se inaugura un nuevo aeródromo en la isla de Manzanillo, perteneciente a la Sociedad Colombo- Alemana de Transporte Aéreo (SCADTA). Posteriormente dicha compañía cambió de razón social y pasó a llamarse AVIANCA, Aerolíneas Nacionales de Colombia.

En 1947 aparece Líneas Aéreas Nacionales S.A. (LANSA), quien construye dos pistas de aterrizaje en Crespo, una principal de 1.600 m de longitud y otra para vientos cruzados de 930 m. En los años 50, LANSA vende las instalaciones a AVIANCA, que se traslada a Crespo.

Posteriormente, AVIANCA vende las infraestructuras aeroportuarias a la Empresa Colombiana de Aeródromos (ECA), quedando en administración el Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil (DAAC).

En el año de 1986 el aeropuerto de Crespo pasa a llamarse Rafael Núñez, en homenaje al centenario de la constitución de Colombia, creada por el ilustrísimo personaje cartagenero que fue tres veces Presidente de la República y compositor de la letra del himno nacional.

Con fecha 23 de octubre de 1995, se inicia el proceso de licitación pública para la concesión por un periodo de 15 años del Aeropuerto situado en el Distrito Especial de Cartagena de Indias.

En 1996 el gobierno privatiza el aeropuerto administrativamente, reservándose AEROCIVIL, organismo estatal responsable de la aviación civil, las funciones de control y vigilancia del tráfico aéreo en ruta, junto con el correcto funcionamiento y mantenimiento de las ayudas de aproximación, las comunicaciones y demás equipos necesarios para el control aéreo.

Ese mismo año, la Sociedad Aeroportuaria de la Costa, S.A. (SACSA) resulta adjudicataria del contrato de concesión por un plazo de 15 años, es decir, hasta el año 2011. Inicialmente la sociedad está formada por un grupo de accionistas locales que cuentan con Schiphol (operador del aeropuerto de Ámsterdam) como socio operador aeroportuario. Posteriormente AENA sustituyó a Schiphol, previa autorización de AEROCIVIL.

En el año 2010 se prorrogó el contrato de concesión de SACSA por un término de nueve años, con el objetivo de acometer las obras de "Modernización y Expansión" del aeropuerto. Dichas obras incluyen la ampliación del Edificio Terminal de pasajeros,

recientemente inaugurada, y diversas actuaciones de mejora en el campo de vuelos entre otras actuaciones.

### 5. MARCO LEGAL EXISTENTE

En este apartado se enuncian las Leyes, Decretos, Resoluciones, Reglamentos, Manuales y Planes que se deben tener en cuenta en la elaboración de planes maestros aeroportuarios.

#### Leyes

- Constitución Política de Colombia: artículos 24, 26 y 102.
- Ley 336 de 1996 Estatuto Nacional del Transporte: artículos 68 y 69.
- Ley 105 de 1993 Título IV.
- Código de Comercio: artículos 1782, 1786, 1787, 1788, 1808, 1809, 1810, 1812, 1815, 1823, 1824 y 1825.

#### Medio Ambiente

- Decreto 0260 de 2004: Artículo 23.
- Ley 99 de 1993. Ley General Ambiental de Colombia.
- Decreto 2811 de 1974 Cód. Recursos Naturales Renovables.
- Decreto 321 de 1999. Plan de contingencias de hidrocarburos.
- Ley 599 de 2000. Delitos ambientales.
- Decreto 3695 de 2009. Comparendo ambiental.
- Ley 1523 de 2012. Sistemas naturales de riesgo y desastres.
- Decretos de recurso Hídrico: 1541 de 1978, 2858 de 1981, 1594 de 1984, 3102 de 1997, 1729 de 2002, 1575 de 2007, 3930 de 2010, 4728 de 2010, 2667 de 2012, 1640 de 2012.
- Ley 79 de 1986. Conservación del agua.
- Ley 737 de 1997. Uso eficiente y ahorro del agua.
- Resolución 1096 de 2000 - RAS 2000.
- Resolución 1514 de 2012. Términos de referencia plan de gestión de riesgos de vertimientos.
- Ley 388 de 1997. Planes de ordenamiento.
- Decreto 3600 de 2007. O. T. suelo rural.
- Ley 1454 de 2011. Normas orgánicas sobre O.T.



- Resoluciones de recurso Aire: 1351 de 1995, 5 de 1996, 909 de 1996, 0619 de 1997, 1048 de 1999, 601 de 2006, 2120 de 2006, 0909 de 2008, 910 de 2008, 2153 de 2010, 610 de 2010,
- Decreto 948 de 1995, modificado por el 979 de 2006.
- Resoluciones de ruido: 8321 de 1983, 1792 de 1990, 721 de 1995, 0627 de 2006.
- Decretos reguladores de residuos: 1713 de 2002, 1443 de 2004, 838 de 2005, 4741 de 2005, 2981 de 2013, 351 de 2014.
- Resoluciones reguladoras de residuos: 541 de 1994, 1402 de 2006, 1362 de 2007, 1511 de 2010.
- Ley 253 de 1996 por la que se aprueba el convenio de Basilea.
- Ley 1252 de 2008. Normas prohibitivas en materia ambiental de residuos y desechos peligrosos.
- Ley 1259 de 2008. Comparendo ambiental infractores normas de aseo escombros.

**OACI**

- Anexo 3.
- Anexo 9.
- Anexo 14.
- Anexo 10.
- Proyecto Regional RLA/92/031.

**Manuales**

- Planificación de Aeropuertos 9184 AN/902 partes 1 y 23.
- Aspectos económicos de ruta 9161 - 2.
- Aspecto económico de aeropuertos 9562.
- Política OACI de aeropuertos 9082/0.
- Ingresos no aeronáuticos en aeropuertos circular 142 - AT/47.
- Certificación de Aeródromo.
- Manual de seguridad de la IATA.

**AEROCIVIL**

- Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, particularmente las partes RAC 1, RAC 11, RAC 12, RAC 14, RAC 17 y RAC 200.
- Manual de operaciones.
- Plan de seguridad de aeropuertos.

- Manual de rutas y procedimientos.
- Manual de seguridad Aeroportuaria.
- Planes de emergencia y contingencia de aeropuertos.
- Resoluciones 04730 Medio Ambiente, convenio IDEAM, Aerocivil.
- Resolución 290 de 2007. Funciones Grupo de Planes Maestros.
- Circular Técnica Reglamentaria No. 053 de la Secretaria de Sistemas Operacionales, de
- Procedimientos para la Elaboración de Planes Maestros Aeroportuarios - PMA.
- Guía de Uso de Suelos en Zonas Aledañas a Aeropuertos.

**IATA**

- IATA Airport Development Reference Manual 2014, 10th edition

**6. GLOSARIO GENERAL DE ACRÓNIMOS**

AAR: Airport Acceptance Rate

ACC: Control de Área

ACRP: Airport Collaborative Research Program

ADG: Airplane Design Group, es el grupo de diseño de aeropuerto definido por la AC 5300-13 Airport Design de la FAA que cumple un papel equivalente a la letra de clave definida por OACI.

AHD: Aeronaves Hora de Diseño, es un índice de diseño que indica las operaciones del aeródromo durante el día de diseño considerado.

AHDss: Aeronaves hora diseño (despegues)

AHDII: Aeronaves hora diseño (aterrizajes)

APP: Control de Aproximación

ARC: Aviation Research Corporation

AROT: Arrival Runway Occupancy Time

CAGR: Compound Annual Growth Rate, es la tasa de crecimiento definida para un periodo de tiempo de un año.

Cat. I: Categoría de pista para aproximaciones instrumentales de precisión I según se define en el Anexo 14 de OACI.

CDM: Collaborative Decision Making

CTR: Zona de Control

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DMMP: Día Medio del Mes Pico

DROT: Departure Runway Occupancy Time

EASA: European Aviation Safety Agency

ERL: Equipment Restraint Line, línea de restricción de equipos que define los límites del puesto de estacionamiento de aeronave definido.

ESA: Equipment Staging Area, área para espera de equipos en atención a la aeronave cuando la misma está entrando o saliendo del puesto de estacionamiento definido.

FAA: Federal Aviation Administration

FIR: Región de Información de Vuelo

IFR: Reglas de Vuelo Instrumental

IMC: Instrumental Meteorological Conditions

ILS: Instrument Landing System

IPC: Índice de precios al consumo

LW: Peso al Aterrizaje

M,H,C,P,: Ministerio de Hacienda y Crédito Público

MLW: Máximo Peso al Aterrizaje

MPax: Millones de pasajeros anuales.

MPL: Máxima Carga de Pago

MSL: Mean Sea Level, es el nivel del mar al que sirve como referencia para ubicar la altitud de las localidades y accidentes geográficos, excepto los accidentes submarinos, que se miden por su profundidad.

MTOW: Máximo Peso a Despegue

NPIAS: National Plan of Integrated Airport Systems

OFZ: Obstacle Free Zone, Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, no penetrada por ningún obstáculo fijo salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles necesario para fines de navegación aérea.



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

PCN: Pavement Classification Number, es el número de clasificación de pavimento (norma OACI) que se utiliza junto al número de clasificación de aeronaves (ACN) para indicar la resistencia de un pavimento.

PHP: pasajeros hora pico

PHD: pasajeros hora diseño (IATA)

PIB: Producto Interior Bruto

PL: Carga de Pago

RAC: Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

ROT: Runway Occupancy Time, es el intervalo de tiempo desde el instante que una aeronave cruza el umbral y el instante en el que la cola de la misma aeronave desaloja la pista.

RRC: Runway Reference Code, código definido en la AC 5300-13 Airport Design de la FAA que describe las capacidades operacionales de una pista donde no se han definido procedimientos operacionales adicionales que modifiquen los estándares de diseño generales.

SAM: South American Region

SMMLV: Salario Mínimo Legal en Colombia

TMA: Área de Control Terminal

TOW: Peso al despegue

UIR: Región Superior de Información de Vuelo

UTA: Área Superior de Control

VAB: Valor Agregado Bruto

VFR: Reglas de Vuelo Visual

VMC: Visual Meteorological Conditions

Códigos de Aeropuertos usados (IATA):

*BOG: El Dorado, Bogotá, Col*

*BGA: Palonegro, Bucaramanga, Col,*

*MDE: José María Córdova, Medellín, Col,*

*AUC: Santiago Pérez Quiroz, Arauca, Col,*

*BAQ: Ernesto Cortissoz, Barranquilla, Col,*

*PTY: Tocumen, Panamá*

Códigos de aerolíneas empleados (IATA/OACI)

*AV / AVA: Avianca*

*EF / EFY: Easyfly*

*1DA / ADQ : Aerolínea de Antioquía*

*9R / NSE: SATENA*

*LA / LAN: LAN (Aires Colombia)*

*CM /CMP : COPA (Aerorepública)*

*FC / VVC: Viva Colombia*





# Capítulo 2.

## ANÁLISIS DEL ENTORNO



CONTENIDO

**ANÁLISIS DEL ENTORNO** ..... 3

1. ENTORNO FÍSICO ..... 3

    1.1. Geografía Física ..... 3

    1.2. Geografía Física ..... 4

    1.3. Meteorología ..... 5

2. ENTORNO SOCIOECONÓMICO ..... 7

    2.1. Entorno Demográfico ..... 7

    2.2. Entorno Económico ..... 8

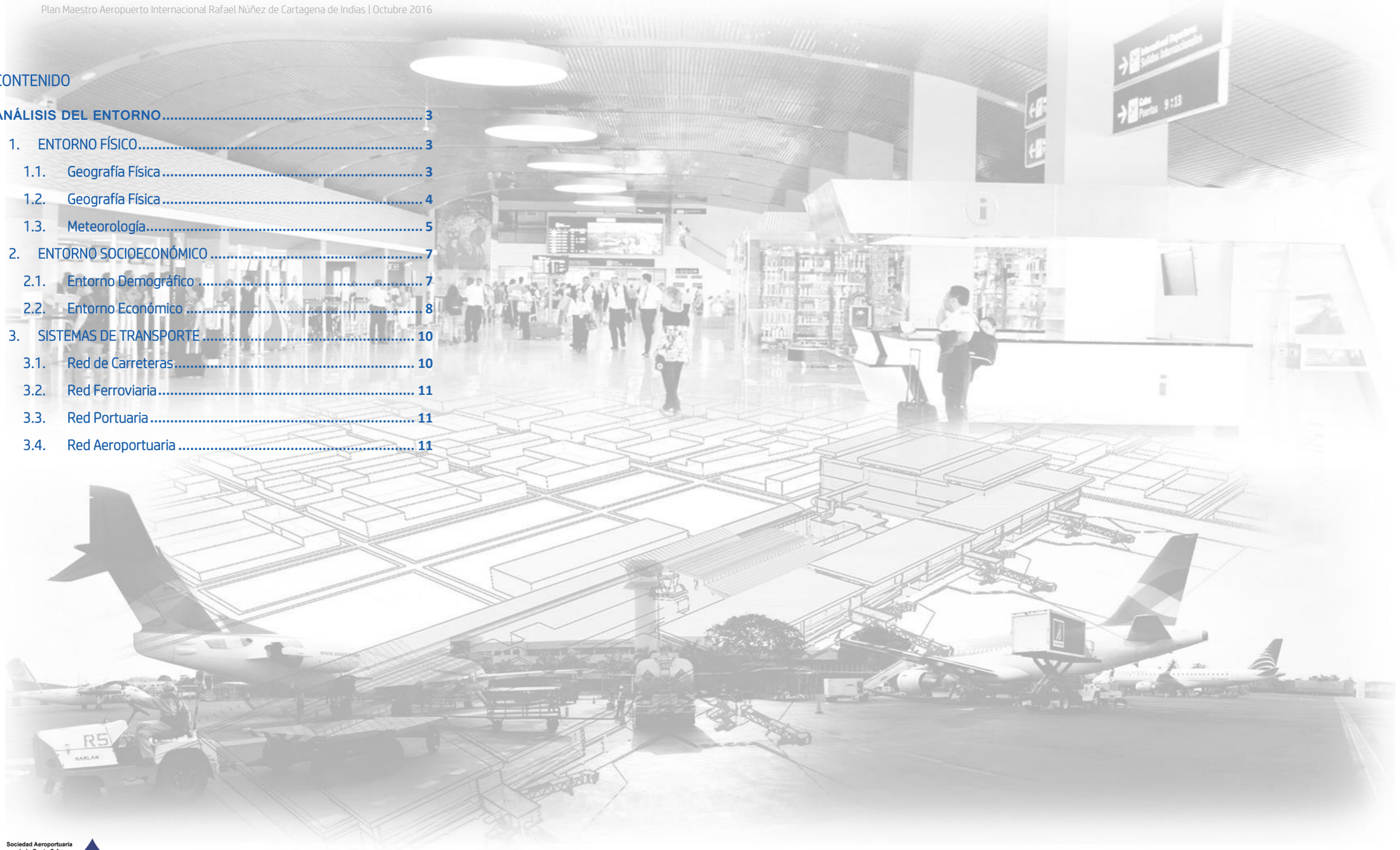
3. SISTEMAS DE TRANSPORTE ..... 10

    3.1. Red de Carreteras ..... 10

    3.2. Red Ferroviaria ..... 11

    3.3. Red Portuaria ..... 11

    3.4. Red Aeroportuaria ..... 11





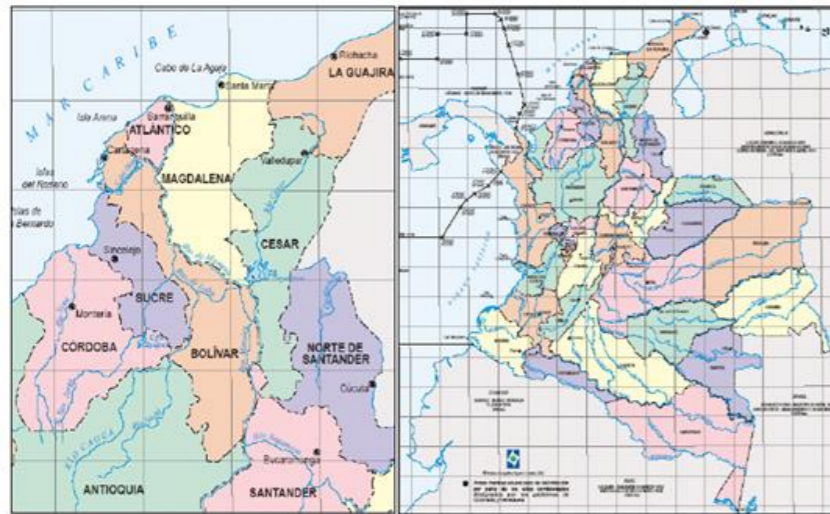
## ANÁLISIS DEL ENTORNO

### 1. ENTORNO FÍSICO

La República de Colombia está constituida administrativamente por 32 departamentos y un distrito capital.

El departamento de Bolívar (cuya capital es Cartagena de Indias), está situado en la parte norte de Colombia, en la Región Caribe. Con una superficie de 25.978 km<sup>2</sup> (aproximadamente el 2,3% del territorio nacional colombiano), limita al Norte con el mar Caribe y el departamento del Atlántico, al Este con el río Magdalena que lo separa de los departamentos de Magdalena y Cesar, al Sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y al Oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe. Su población es de 2.097.161 habitantes en 2015<sup>1</sup>. En la Ilustración 1 se presenta el mapa político de Colombia.

Ilustración 1 Colombia y departamentos del norte de Colombia



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Bolívar está conformado por 38 municipios, incluido el de Cartagena, ciudad que además tiene el rango de Distrito turístico y cultural.

Los siguientes municipios del departamento de Bolívar, por orden de importancia son:

- Cartagena: 1.001.755 habitantes
- Magangué: 123.737 habitantes
- El Carmen de Bolívar: 75.151 habitantes

<sup>1</sup> Fuente: Estimación de la población por la DANE a partir del censo de 2005

- Arjona: 72.514 habitantes
- Turbaco: 72.168 habitantes
- María La Baja: 48.079 habitantes
- Sta. Cruz de Mompox: 44.124 habitantes
- Sta. Rosa del Sur: 42.003 habitantes
- San Juan Nepomuceno: 33.466 habitantes
- San Pablo: 33.291 habitantes

El municipio de Cartagena, situado en la costa atlántica, limita con los de Santa Catalina, Clemencia, Santa Rosa, Turbaco y Turbaná, al norte y al occidente con el mar Caribe, y al sur con el municipio de Arjona.

Las coordenadas geográficas de Cartagena son 75° 30' de longitud oeste y 10° 23' de latitud norte. Situada a una altitud de un metro sobre el nivel del mar, tiene una temperatura media de 28° C.

Cartagena, fundada en 1533, se conoce a escala internacional por sus playas y también por su centro histórico colonial declarado Patrimonio de la Humanidad en 1984 por la UNESCO. Se encuentra en una zona costera accidentada e irregular, conformada por procesos geológicos relacionados con el mar. Entre los elementos geográficos más importantes de la ciudad se encuentran las formaciones insulares de Barú y Tierra Bomba, junto a otras islas menores, el archipiélago del Rosario, la bahía de Cartagena de Indias, la bahía de Barbaças y lagunas costeras como la ciénaga de Tesca o de la Virgen. La zona es además un área de confluencia marina y fluvial debido a la presencia de la desembocadura del canal del Dique que genera formaciones de tipo delta en la bahía de Cartagena y Barbaças. En la ciudad sobresale la formación de La Popa, compuesta por rocas y corales. Se presenta en forma de colina alargada, pendientes fuertes y medias donde se encuentran abanicos aluviales, cárcavas, escarpes y acantilados. Las zonas planas y bajas cerca al litoral costero están constituidas por depósitos de origen cuaternario que constituyen espigones, cordones litorales y deltas regidos por la deriva litoral.

Cartagena es la quinta ciudad más densamente poblada de Colombia, con un total de 1.001.755 habitantes (proyección para 2015 realizada por DANE) por detrás de la capital, Bogotá (con 7.878.783 habitantes) y ciudades como Medellín, Cali y Barranquilla. Esta última, capital del departamento de Atlántico, es la única de ellas situada en la región del Caribe que supera en número de habitantes a Cartagena.

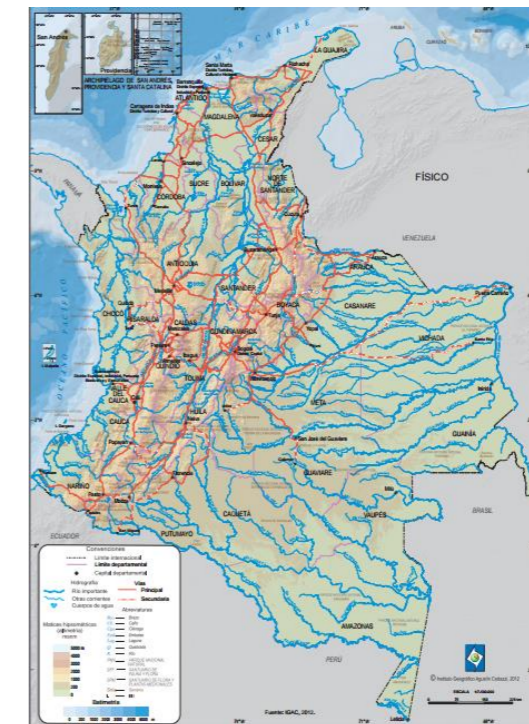
### 1.1. Geografía Física

#### Relieve

El elemento topográfico más característico de Colombia es la cordillera de los Andes, situada en la parte central y occidental del país, que se extiende de norte a sur a través de casi toda su longitud.

Al este de la Cordillera Oriental, se encuentran amplias extensiones de tierras bajas tórridas. La porción meridional de esta región está cubierta por selvas de vegetación espesa drenadas por los ríos Caquetá, Vaupés y Putumayo. La parte norte de la región, la de mayor extensión, está formada por enormes planicies.

Ilustración 2 Mapa físico de Colombia



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Por otra parte, Colombia posee una extensa zona selvática perteneciente a la Amazonía (31% del territorio colombiano). Esta zona es de gran importancia tanto a nivel nacional como internacional, ya que se considera el "pulmón" más importante del mundo.

La mayor parte del departamento de Bolívar tiene una topografía plana. La única zona montañosa, que abarca bosque andino tropical y subtropical, es la Serranía de San Lucas, situada en el sur del departamento. El área central está constituida por la depresión inundable del río Magdalena, conocida como la depresión momposina.



### Hidrografía

Del sistema hidrográfico colombiano hay que destacar dos vertientes: la atlántica y la pacífica, además del río Catatumbo (al este de la Cordillera Oriental y que desagua en el lago Maracaibo). Los ríos de importancia en el país son el Arauca, el Meta, el Caquetá y el Putumayo.

En total, el país cuenta con más de 9.000 km fluviales navegables, que en buena parte dan servicio a muchas áreas que carecen de otros medios de transporte.

La zona de Cartagena de Indias es un área de confluencia marina y fluvial, dada la presencia de las desembocaduras del canal del Dique. Por mucho tiempo presentó un aspecto similar al de la laguna Venecia, con pantanos, canales y puentes, luego transformado con la alteración de los flujos hidrodinámicos y procesos de relleno. Entre los accidentes costeros que presenta se encuentran dos bahías y ocho lagunas.

En la Ilustración 3 se presenta el mapa físico-político de Colombia con los principales ríos y afluentes de los mismos.

Ilustración 3 Ríos de Colombia



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

### 1.2. Geografía Física

Por sus características geográficas, en Colombia se diferencian claramente 5 regiones naturales:

- Región Atlántica (Norte).
- Región Andina.
- Región Pacífica.
- Región Orinoquia.
- Amazonía.

La ciudad de Cartagena se encuentra en la Región Atlántica, bañada sobre el mar Caribe.

Ilustración 4 Regiones geográficas de Colombia



Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

### Coberturas vegetales

En Colombia existen diferentes tipos de cobertura: vegetales, hídricas y de asentamientos humanos. En este apartado se pretende estudiar los distintos tipos de cobertura vegetales, que se dividen en boscosas y no boscosas.

Las **superficies boscosas** representan el 56% del territorio colombiano, y lo forman aquellos ecosistemas que presentan elementos arbóreos en un área entre el 30 y el 100%

de la cobertura vegetal. El Departamento de Bolívar no se caracteriza por su estructura boscosa.

Las **superficies no boscosas** representan el 44% del territorio colombiano, y lo forman aquellas áreas donde el volumen elementos arbóreos es inferior al 30% de la cobertura vegetal. Dentro del Departamento de Bolívar se presentan los siguientes ecosistemas no boscosos:

- Cobertura especial rupícola caribe.
- Sabanas.
- Humedales.

### Ecosistemas acuosos

En el Caribe colombiano las temperaturas del agua superficial fluctúan entre los 28° y los 30° C en la superficie y alrededor de los 18° C a 100 m de profundidad, lo cual es reflejo de la estratificación característica de los mares tropicales cálidos.

Los ecosistemas marinos presentes en la región de Caribe son:

- Estuarios y deltas.
- Manglares.
- Lagunas costeras.
- Arrecifes coralinos.
- Praderas marinas.
- Playas y acantilados.

Cartagena presenta un alto volumen de manglares y lagunas costeras, siendo la Ciénaga de la Virgen, en las proximidades del Aeropuerto Rafael Núñez, uno de sus máximos exponentes.

### Fauna

Colombia tiene uno de los mayores registros de biodiversidad del planeta, debido a que posee un volumen elevado de páramos dentro de su área territorial, lo que lo convierte en uno de los países con mayores áreas húmedas del planeta. Esto conlleva a que registre un volumen elevado de especies que residen permanentemente en dichas áreas, así como un aumento de las aves en los periodos de migración.

Dada la gran diversidad de ecosistemas que presenta el territorio colombiano existe un elevado número de especies distintas. Por causa de la acción del hombre, impulsado por el desarrollo económico, muchas especies se encuentran en peligro de extinción, poniendo en riesgo la gran biodiversidad del país.



Tabla 1.- Biodiversidad en Colombia

Región	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios	TOTAL
Amazonas	85	868	147	134	1.234
Orinoquia	101	644	119	41	905
Caribe	100	951	101	28	1.180
Pacífico	167	830	210	181	1.388
Andes	177	974	277	353	1.781
<b>TOTAL</b>	<b>454</b>	<b>1.752</b>	<b>506</b>	<b>583</b>	<b>3.295</b>

Fuente: Informe nacional sobre el estado de la diversidad en Colombia (Instituto Alexander von Humboldt)

Por lo tanto en la región del Caribe, que ocupa una superficie total de 101.162 km<sup>2</sup>, el 9 % del total del territorio, existen un total de 1.180 especies.

Así, si un aeropuerto se encuentra dentro de áreas con un alto volumen de fauna puede conllevar a que ésta pueda ser un problema para el mantenimiento de la seguridad operacional de las aeronaves, puesto que las aves/mamíferos podrían interferir en la trayectoria de la aeronave.

El Aeropuerto Rafael Núñez se encuentra cerca de los ecosistemas costeros, donde se presenta un volumen elevado de especies mamífero-costeras. Además, la pesca en el sector de la Bocana, dársena y playa aledaña, estimula la proliferación de aves.

En este sentido, las aves que presentan un mayor riesgo para las operaciones de aeronaves son las categorizadas como de tamaño grande y mediano en forma de bandadas, entre las que se encuentran la garza real, pelícano, fragata y garcita de ganado. Entre las aves de menos tamaño se destaca la María mulata. En la siguiente ilustración se presentan los tipos de aves que se pueden presentar en el entorno aeroportuario.

Ilustración 5 Principales aves en el entorno aeroportuario



Ardea alba



Pelecanus occidentalis



Fregata magnificens



Bubulcus ibis



Quiscalus mexicanus

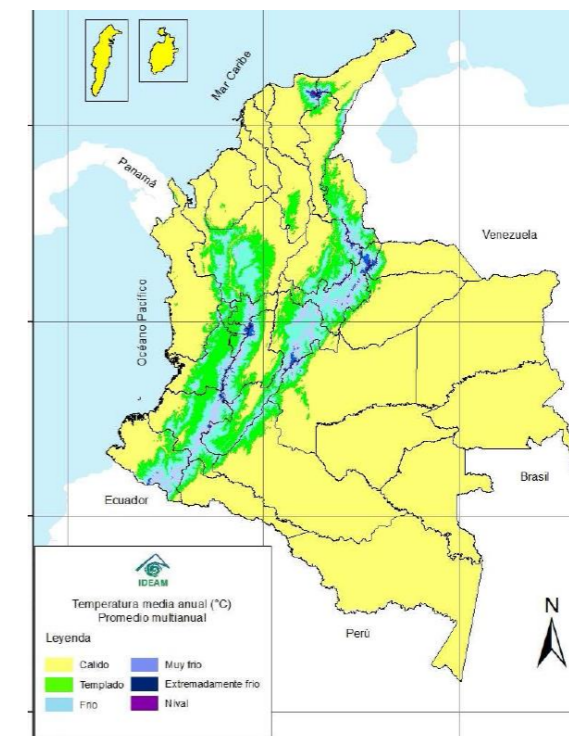
Fuente: Aeronáutica Civil, Aeropuerto Rafael Núñez

### 1.3. Meteorología

Colombia se localiza dentro de la zona tórrida (o cálida). Al estar localizada a latitudes bajas, se caracteriza por una distribución uniforme de las temperaturas, basada en pisos térmicos, y ciclos de lluvias. No hay estaciones y el clima de cada región se mantiene relativamente estable durante todo el año, aunque se alternan periodos de lluvia y secos.

Las regiones costeras bajas y los valles de Patía y del Magdalena tienen temperaturas anuales entorno a los 24 y 27°C. En cambio, las regiones con mayor altitud presentan unas temperaturas medias desde los 13° hasta los 18°C. En el gráfico siguiente se muestra la temperatura media multianual de Colombia, clasificándose como “cálido” la temperatura correspondiente a Cartagena de Indias.

Gráfico 1 Temperatura media promedio multianual. Años 1971-2000



Fuente: “Programa de Meteorología Aeronáutica” del IDEAM.

Cartagena de Indias presenta un clima tropical cálido, con temperaturas que oscilan entre los 26 y 30°, y húmedo, influenciado por los vientos alisios que soplan entre diciembre y marzo, dando lugar a estaciones secas y lluviosas. En esta región el período de lluvias se presenta de mayo a noviembre, con máxima precipitación en el mes de octubre, y el período seco entre diciembre y abril. Las precipitaciones promedio anuales son de 926 mm y la temperatura promedio es de 28° C.



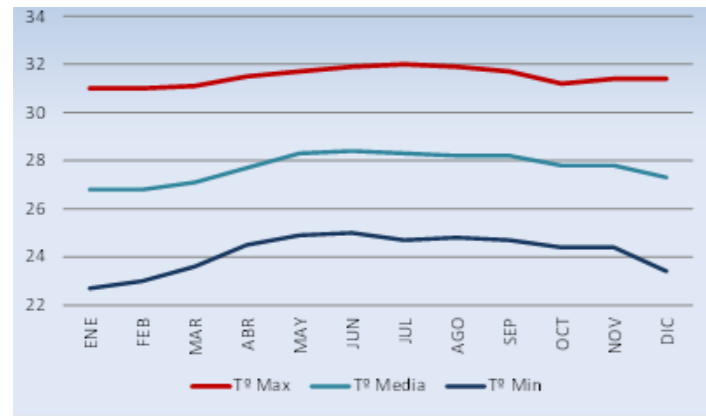
El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) proporcionan los datos relativos a las condiciones climatológicas de Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias, que se presentan en los apartados siguientes.

### Temperatura, Brillo Solar y Evaporación

La temperatura máxima se presenta en el mes de julio, mientras que las mínimas se alcanzan en el mes de enero. Las fluctuaciones existentes son pequeñas, manteniendo a lo largo del año valores y registros cuasi constantes.

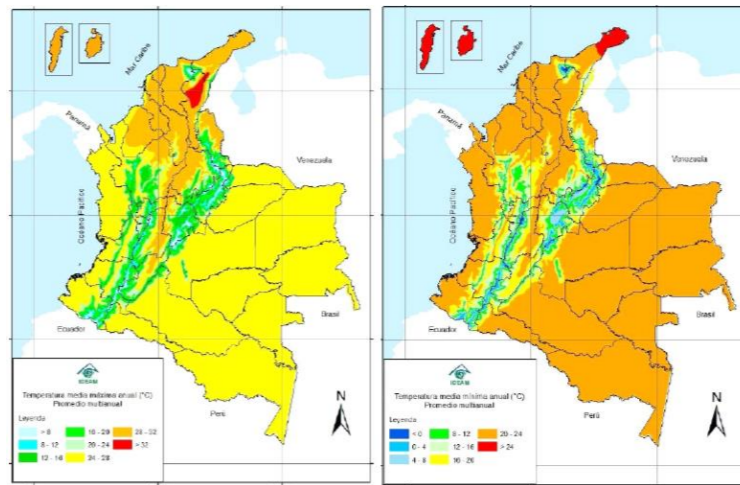
Se trata de un aeropuerto con un alto grado de humedad cuyo valor mínimo se presenta en los meses de febrero y marzo con una humedad relativa media del 79 %.

Gráfico 2 Temperaturas medias mensuales en el Aeropuerto. Año 1999



Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM

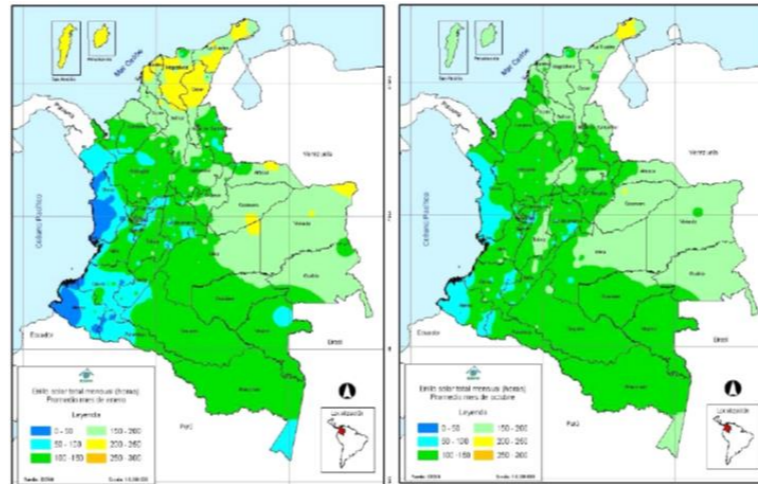
Gráfico 3 Mapa de temperaturas máximas y mínimas medias de Colombia. Años 1971-2000



Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM

En la siguiente gráfica se muestra los valores máximos y mínimos correspondientes al número de horas de sol en Colombia. El registro máximo se alcanza en el enero, mientras que el mínimo en octubre.

Gráfico 4 Mapa de temperaturas máximas y mínimas medias de Colombia. Años 1971-2000.



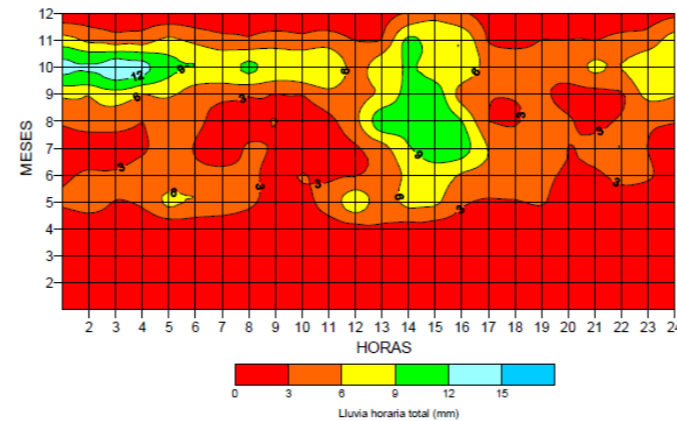
Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM

Los valores máximos de brillo solar se registran en el mes de enero, con más de 200-250 h de sol en el mes, mientras que los valores mínimos se registran en octubre, acumulándose más de 150-200 h en el mes. Se puede indicar que, al igual que los registros de temperatura, la fluctuación no es muy severa entre los valores máximos y mínimos.

### Precipitaciones

Se aprecian dos épocas diferenciadas a lo largo del año: la de lluvia y la seca. Octubre es el mes con mayores precipitaciones y con mayores días de lluvia del año.

Gráfico 5 Gráfico de isopletas en el Aeropuerto Rafael Núñez. Años 1971-2000



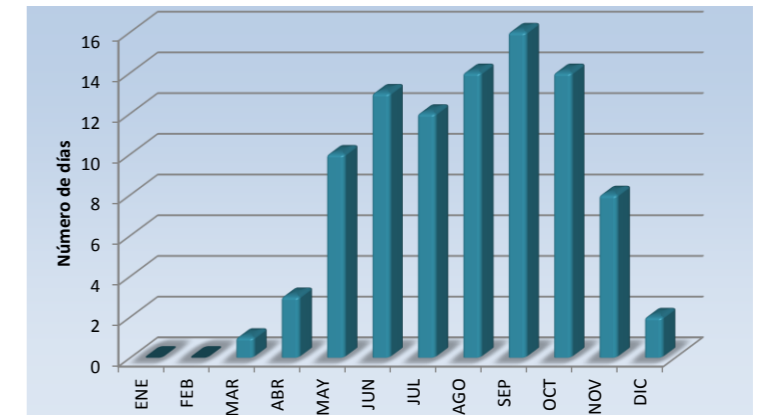
Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM

En la región del Caribe, el régimen horario de las lluvias tiende a ser nocturno. Sin embargo, sobre la franja central del litoral, correspondiente a las ciudades de Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, las lluvias se presentan, en mayor medida, hacia el final de la tarde. En el aeropuerto, las mayores precipitaciones se producen en octubre (en horario nocturno).

### Tormentas eléctricas

El mes con mayor número de tormentas eléctricas es septiembre, con un total medio mensual de 16 días.

Gráfico 6 Distribución media mensual de tormentas eléctricas 1974-1998

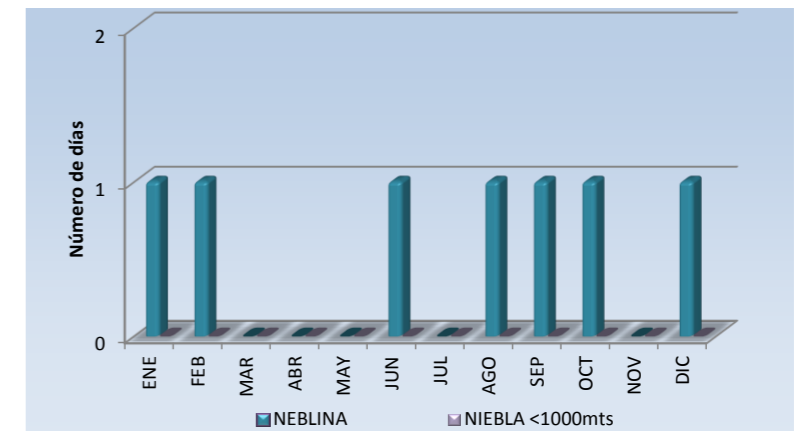


Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM

### Neblinas y Nieblas

El Aeropuerto Rafael Núñez no se caracteriza por tener un elevado número de días de niebla, pues estos se producen de manera esporádica. En el siguiente gráfico se presenta el número de días medios con estas condiciones meteorológicas a lo largo del año.

Gráfico 7 Distribución media mensual multianual de neblina y niebla. Años 1975-1991



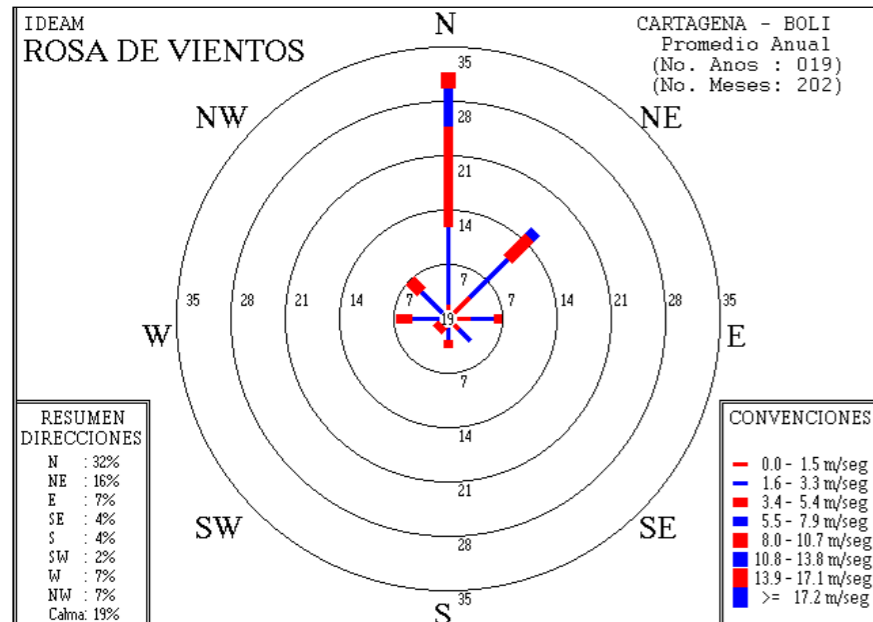
Fuente: "Programa de Meteorología Aeronáutica" del IDEAM



### Régimen Anual de Viento

La dirección predominante del viento es la norte, con un 32 %, e intensidades de viento que pueden alcanzar los 17,1 m/seg. El 16 % de los días aparece viento en la dirección Nordeste. Es representativa también la proporción de calmas, que alcanza un promedio anual del 19 %.

Gráfico 8 Rosa de vientos. Aeropuerto Rafael Núñez-Cartagena



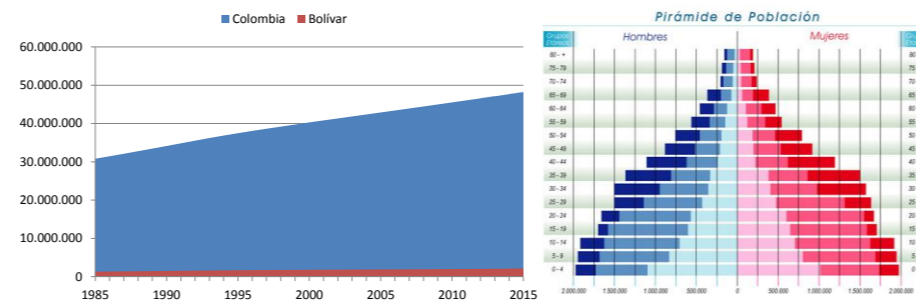
Fuente: "Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales" (IDEAM)

## 2. ENTORNO SOCIOECONÓMICO

### 2.1. Entorno Demográfico

La población en Colombia ha registrado un continuo crecimiento desde 1985 hasta la actualidad, concentrándose en determinadas áreas del país, en especial la zona centro-occidental, correspondiéndose con las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena. En cambio, la zona sur-oriental presenta grandes vacíos demográficos. En el Gráfico 9 se presenta la evolución de la población así como su pirámide poblacional, ésta muestra una forma progresiva, lo cual refleja un gran potencial de desarrollo.

Gráfico 9 Población de Colombia y Bolívar (1985-2010)



Fuente: Elaboración Propia (a partir de datos de DANE Y OPS)

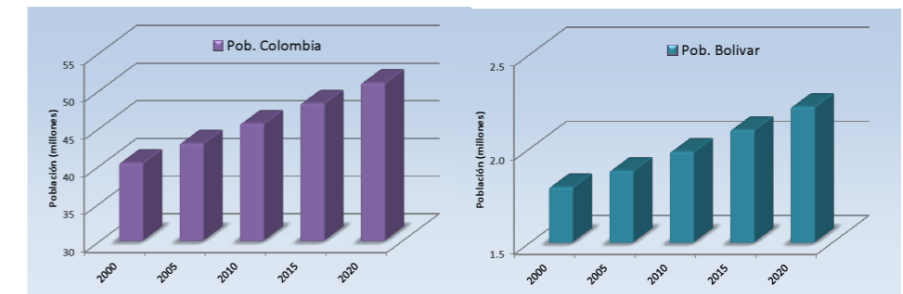
Según los datos del último censo general de población, realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), la República de Colombia contaba en el año 2005 con 42.888.594 habitantes, de los cuales 31.886.024 (74,3%) habitaban en las cabeceras municipales o distritales y 11.001.905 (25,7%) en el sector rural. El 51,4% son mujeres y el 48,6% hombres.

En general, en cada una de las regiones se reproduce un esquema centralizado, en el cual existe un núcleo que aglomera la mayor parte de la actividad económica y de la infraestructura de apoyo a esta última. El movimiento de población rural hacia áreas urbanas y la migración fuera del país ha sido significativo. La población urbana pasó del 28% de la población total en 1938, al 76% en 2005.

#### Población de Derecho

Según proyección del DANE, el país superará en 2019 los 50 millones de habitantes, mientras que la región de Bolívar sobrepasará los 2,19 millones de habitantes. Esto supone un crecimiento medio anual del 1,1% desde 2010 tanto en la región del Bolívar como en el conjunto del país. En la Gráfico 10 se muestra la evolución y previsión de la población en el periodo 2000-2020.

Gráfico 10 Previsión población Colombia (izq) y Bolívar (der)

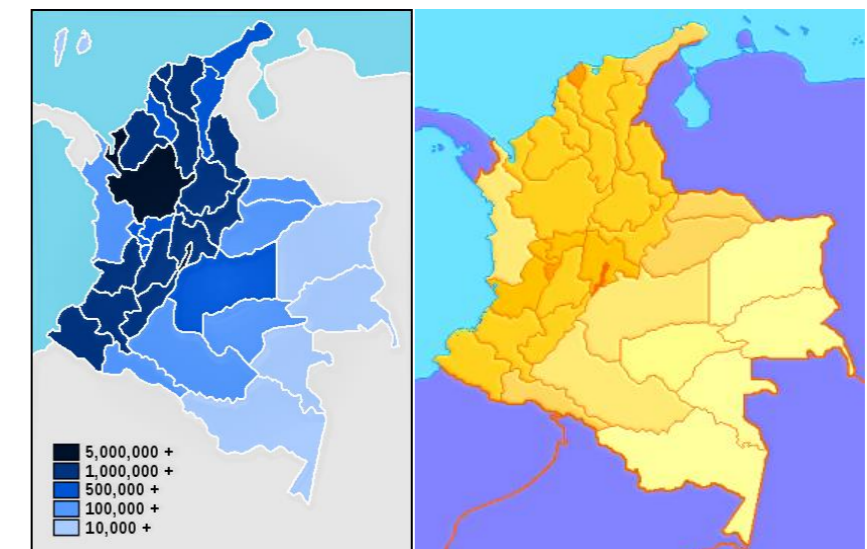


Fuente: "Proyecciones de Población 2005-2020 Nacional y Departamental". DANE

La Región Caribe de Colombia cuenta con una población de 10.524.978 habitantes (datos de 2012), representando un 22 % del total de Colombia. Su densidad de población es de 76 hab/km<sup>2</sup>, valor notablemente superior al promedio nacional de 41 hab/km<sup>2</sup>, y tercero a escala nacional, detrás de la región Centro - Oriental y de la Occidental. Así, el Departamento de Bolívar cuenta con una población de 2.065.521 habitantes, según DANE, con una densidad de población de 78 hab/km<sup>2</sup>, de los cuales casi el 50% reside en los municipios costeros; Cartagena de Indias y Magangué, donde se concentra la mayor actividad económica de la región.

En el Gráfico 11 se muestra la población y la densidad por departamentos en Colombia (datos de 2012).

Gráfico 11 Población (izq) y densidad (der) por departamentos Colombia (2012)

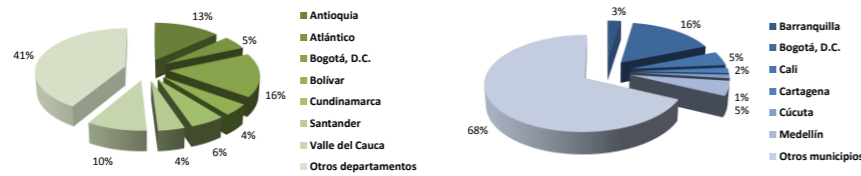


Fuente: DANE. Conciliación Censal.



A continuación, en el Gráfico 12, se muestra la distribución de la población por departamentos y ciudades de Colombia, donde se puede comprobar cómo la Región del Bolívar y Cartagena registran el 4,35% de la población del país.

Gráfico 12 Distribución población departamentos (izq) y municipios (der). Año 2015



Fuente: Estimado 2015 cabeceras municipales DANE

### Calidad de Vida

Las encuestas nacionales de calidad de vida realizadas por el DANE suministran información sobre el estado de los hogares a nivel nacional:

- Se ha incrementado la cobertura sanitaria desde el 61% de la población en 2003 hasta el 94,6% en 2015.
- El volumen de hogares con conexión a internet ha aumentado desde el 5,5% de las familias en 2003 hasta el 41,8% en 2015.
- El volumen de familias que no alcanzaban para cubrir los gastos mínimos se ha reducido desde el 41% en 2003 hasta el 23,1% en 2015. Además, el conjunto de hogares que sólo alcanzan para cubrir los gastos mínimos ha aumentado desde el 50% hasta el 61,7% en 2015. Atendiendo a la evolución de los indicadores presentados, se ha de destacar la reducción de la pobreza, y la mejora de la calidad de vida de los hogares.

Se concluye que la calidad de vida en Colombia ha mejorado en el periodo de estudio 2003-2015, mejorando el acceso al Sistema Sanitario de Salud, a las nuevas tecnologías, y logrando aumentar los ingresos de las personas con mayores dificultades económicas.

## 2.2. Entorno Económico

### Generalidades

Cartagena ocupa un lugar destacado en las actividades económicas de la región, con una economía sólida gracias a que cuenta con una estructura productiva diversificada en sectores como la industria, el turismo, el comercio y la logística para el comercio marítimo internacional, que se facilita debido a su ubicación estratégica sobre el Mar Caribe al norte Suramérica y en el centro del continente americano.

En los últimos años ha sobresalido el sector petroquímico y el procesamiento de productos industriales:

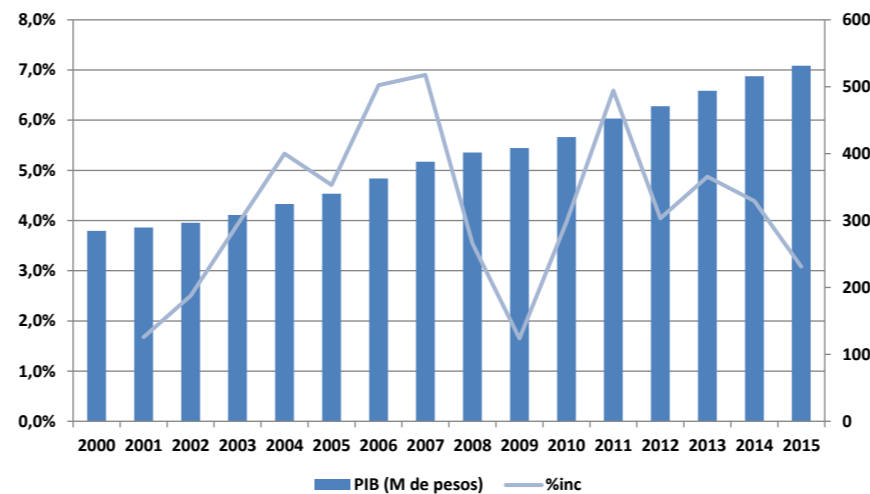
- Es el principal productor de sustancias químicas del país.
- Es el segundo centro de refinación de petróleo, detrás del de Barracabermeja.
- Es uno de los principales destinos turísticos de Colombia.
- Por áreas metropolitanas es el séptimo centro de la industria de alimentos de Colombia y el segundo del Caribe colombiano.

Desde principios del siglo XXI la ciudad está experimentando un crecimiento en el sector de construcción, que va desde la edificación de grandes centros comerciales hasta múltiples rascacielos.

### Producto Interior Bruto (PIB)

El Producto Interior Bruto es un indicador del estado económico del país y su desarrollo a lo largo de los años. De este modo, se puede comprobar en el Gráfico 13 la buena evolución mantenida por el PIB, con una senda de crecimiento continuo desde 2003 hasta 2015.

Gráfico 13 Evolución PIB Colombia (2003-2015)



Fuente: MinCit- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Respecto a la Región Caribe, los departamentos Atlántico y Bolívar concentran más del 50% del Producto Interno Bruto regional. En cuanto a la distribución dentro del Departamento de Bolívar, el 70% de la generación del PIB se produce en Cartagena. En la Tabla 2 se presentan las principales variables económicas.

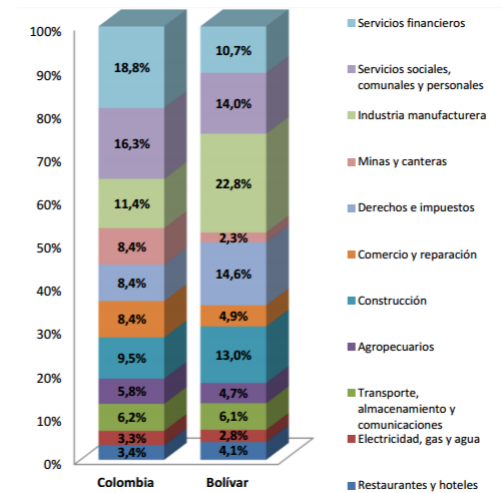
Tabla 2.- Variables e Indicadores económicos

Variables e indicadores	Cartagena-Bolívar	País
Participación del PIB departamental en el total nacional, 2014	4,1%	100%
Crecimiento promedio PIB(%) 2005-2014	4,09%	4,66%
PIB per cápita 2014	\$ 15.013.478 US\$ 7.504	\$ 15.893.361 US\$ 7.944

Fuente: MinCit- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

En el Gráfico 14 y Gráfico 15 se muestra la distribución del PIB por sectores económicos, tanto para el Departamento de Bolívar como para el conjunto del país. Se comprueba, por lo tanto, que la principal actividad generadora de riqueza en la región es la industria manufacturera, seguida de las actividades de servicios sociales. En cuanto a la producción industrial, se ha de destacar el peso que mantiene las actividades relacionadas con el petróleo (56,9%) y las industrias químicas (22,2%).

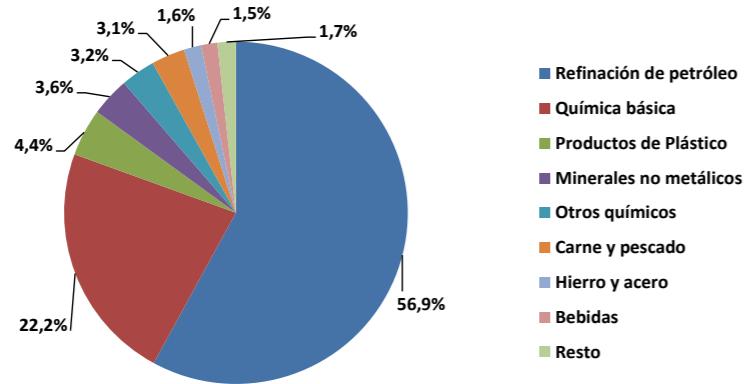
Gráfico 14 Estructura del PIB Cartagena-Bolívar por sectores



Fuente: MinCit- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo



Gráfico 15 Producción Industrial

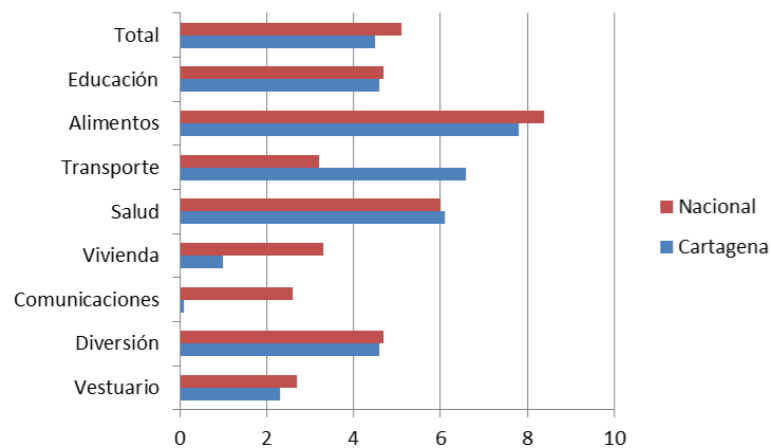


Fuente: DANE – Encuesta Anual Manufacturera, Bolívar, 2013

Inflación

La Inflación de Colombia, en junio de 2016, es del 5,1%, y en el caso de Cartagena un 4,5%. En el Gráfico 16 se muestra la evolución de los precios por grupos de bienes.

Gráfico 16 Inflación por grupos de bienes (Junio 2016)



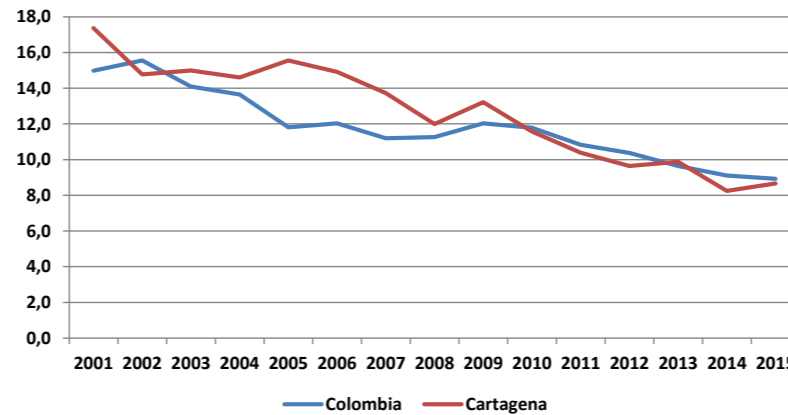
Fuente: Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Se destaca el crecimiento del precio registrado en junio de 2016 en el transporte en Cartagena (del 6,6%), mientras que en el conjunto del país fue del 3,2%, así como un crecimiento del 7,8% en los Alimentos (un 8,4% a nivel nacional) y en la Salud con un crecimiento registrado del 6,1% en Cartagena y un 6,0% en el conjunto del país.

Empleo

La tasa de desempleo en Cartagena en el 2015 se sitúa en el 8,7%, siendo un 8,9% la tasa de desempleo del conjunto de la nación. En el Gráfico 17 se muestra la evolución de los indicadores.

Gráfico 17 Evolución Tasa de Desempleo Cartagena (2001-2015)

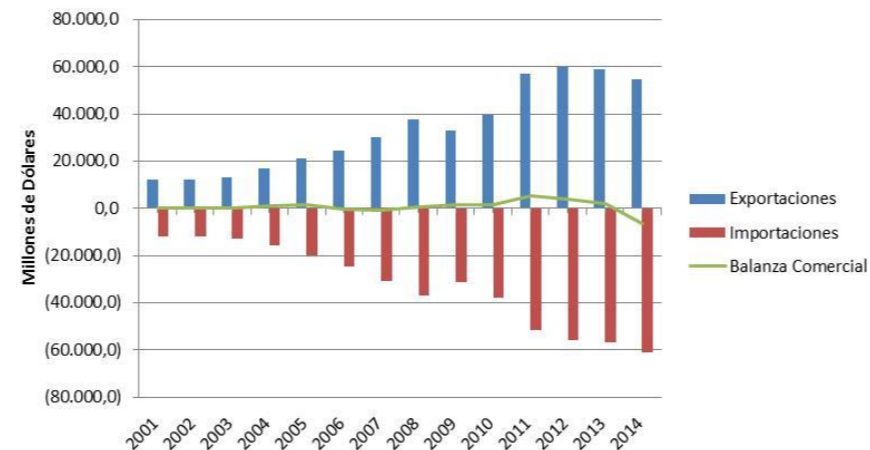


Fuente: DANE

Comercio Exterior

El comercio exterior en Colombia ha mantenido una senda de crecimiento estable desde 2001 hasta 2013. En este periodo, las exportaciones crecieron un 377% mientras que las importaciones lo hicieron en un 371%. De esta manera, se ha conseguido mantener un saldo comercial positivo con el exterior, registrándose un saldo a favor superior a los 2.200 M USA \$ en 2013 (únicamente se registró saldo negativo en 2006, 2007 y 2014).

Gráfico 18 Evolución Exportaciones, importaciones y balanza comercial en Colombia. 2001-2014

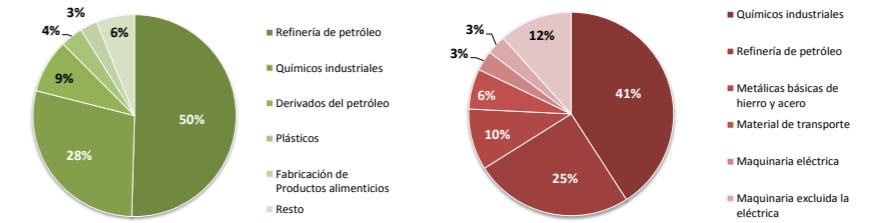


Fuente: DANE

Los principales socios comerciales de Colombia, en el caso de las exportaciones son: Estados Unidos (36% de las exportaciones en 2012), Unión Europea (15%), China (6%) y Venezuela (4%). En cuanto a los países que mantiene importaciones destacan: Estados Unidos (23% de las importaciones en 2012), China (16%), Unión Europea (11%) y México (11%).

En el siguiente se muestra la distribución de las exportaciones e importaciones por actividad en la Región del Bolívar en 2012.

Gráfico 19 Distribución exportaciones (izquierda) e importaciones (derecha) por actividad. Departamento de Bolívar (año 2012).



Fuente: Centro de Estudios para el Desarrollo y la Competitividad (Cámara de Comercio de Cartagena).

Se concluye que el 60% de la actividad exportadora en Bolívar está ligada con las actividades relacionadas con el petróleo, seguido en segundo lugar de los productos químicos (29%). En cuanto a las importaciones, los productos químicos alcanzan el 41% de la actividad, seguido de la importación de petróleo (25%).

Turismo

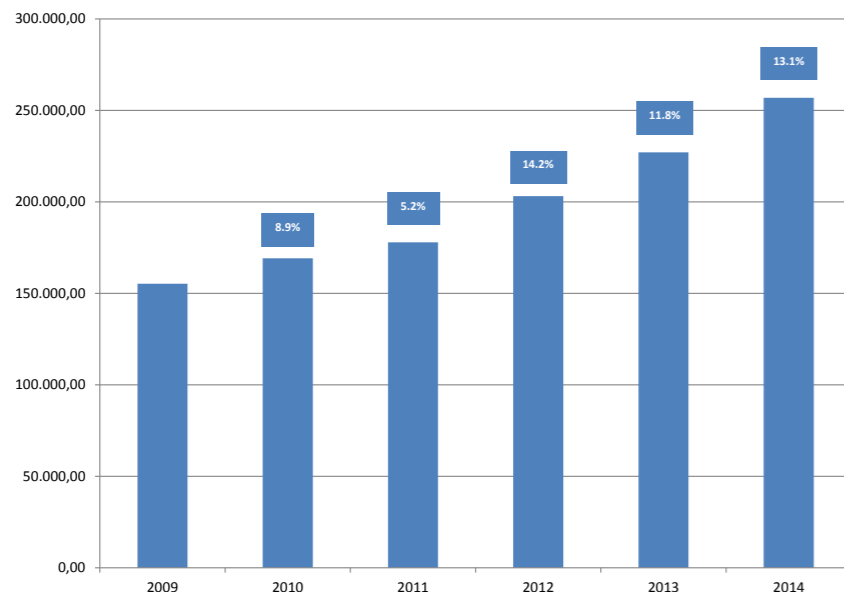
Cartagena de Indias posee un atractivo turismo importante, tanto dentro de Colombia como en el conjunto de América Latina. La ciudad fue declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1984, siendo su centro histórico, el conjunto de fortificaciones y el puerto como base para la obtención de dicho título.

El hecho de ser considerada Patrimonio de la Humanidad fortaleció el atractivo turístico de la región, aumentando el número de turistas tanto nacionales como internacionales.

Cartagena fue en 2014 el cuarto destino de mayor crecimiento en viajeros extranjeros en Colombia, siendo la segunda ciudad de destino del país con un 13,1 % del total (sólo por detrás de Bogotá (51,5%) y por delante de Medellín (10,6%) o Cali (6,7)).

Como puede observarse en el gráfico siguiente, esta tendencia creciente se ha mantenido desde 2009. La tasa de crecimiento promedio del turismo extranjero en Cartagena en el periodo 2011-2014 ha sido del 13%, muy superior a la tasa promedio en toda Colombia que fue del 7,7% y a la mundial que fue del 4,4%.

Gráfico 20 Evolución de viajeros extranjeros que reportan Cartagena como destino principal (2009-2014)



Fuente: Migración Colombia-Procolombia– Sistema de Información Turística (SITCAR)

Otra fuente de turistas en Cartagena de Indias lo constituyen los cruceros. La ciudad cuenta con uno de los puertos más significativos del Caribe y América. En 2014 se registró la visita de 310.957 cruceristas a Cartagena de Indias, siendo prácticamente el único puerto que está recibiendo cruceros, representando en 2014, el 99,2% de los visitantes en cruceros que llegaron a Colombia.

### 3. SISTEMAS DE TRANSPORTE

#### 3.1. Red de Carreteras

La Red de Carreteras colombiana supera los 164.000 km, de los que un 14% están pavimentados. De estos, 16.776 km son de Red Primaria (carreteras, con calzadas dobles o no, a cargo de la Nación), y los restantes 147.500 km son de Red Secundaria (vías pavimentadas o en afirmado, a cargo de Departamentos y Municipios) y Terciaria (vías en afirmado que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí).

Según un Informe de la Cámara Colombiana de Infraestructura, Colombia tiene 9 km de vías por kilómetro cuadrado.

Ilustración 6 Red viaria primaria



Fuente: Ministerio de Transporte

A efectos de este Plan Maestro, conviene destacar dentro de la Red Nacional de Vías de Colombia, la Transversal del Caribe (comúnmente denominada Troncal del Caribe-Ruta Nacional 90).

Es el corredor vial más importante de la región Caribe de Colombia, y uno de los tres más importantes del país, construido para unir las poblaciones de Turbo (Antioquia), cerca de la frontera con Panamá, y Paraguachón (La Guajira), en la frontera con Venezuela, donde conecta con la red vial de ese país. Tiene una longitud de 841 km.

La Troncal está dividida en 10 tramos para facilitar la ubicación de poblaciones y puntos de obra, entre los que conviene destacar los siguientes:

- Tramo 05, San Onofre-Cartagena.
- Tramo 06, Cartagena-Barranquilla (Carretera de la Cordialidad).
- Tramo 90A01, Cartagena-Barranquilla (Vía al mar)

Se destaca que dentro del programa de infraestructura vial de cuarta generación de concesiones de carreteras en el que se estiman 8.170 km a intervenir, se encuentra incluido el corredor Cartagena-Barranquilla-Malambo con una longitud de 152 km.

#### Servicios de buses en Cartagena

Los buses comunes son el sistema de transporte más frecuente en las ciudades de Colombia. En la ciudad de Cartagena, existen unas 36 rutas, que recorren de extremo a extremo la ciudad utilizando sus dos ejes arteriales: Avenida Pedro de Heredia y Avenida del Bosque-Avenida Crisanto Luque.

Conviene destacar el Sistema Integrado de Transporte de Cartagena de Indias, conocido localmente como Transcaribe, inaugurado en 2015, y que se basa en un sistema tronco-alimentado partiendo desde el Amparo hasta Bocagrande. Las rutas por donde circula el sistema corresponden a los ejes viales de mayor tráfico de pasajeros de la ciudad de Cartagena, el cual reduce considerablemente el tiempo para moverse por la ciudad. Se servirá de 18 estaciones de transferencia o parada (actualmente 11 en operación y 7 próximas a operar) y una terminal de integración. Se prevé establecer una ruta "Complementaria" que conecte el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez con el centro histórico de la ciudad.



### 3.2. Red Ferroviaria

Colombia cuenta con 3.154 km de vías férreas, nacionalizadas a partir de 1954 y actualmente en desuso, excepto para el transporte de mercancías. La mayor parte de estos ferrocarriles nacionales eran líneas que llegaban al río Magdalena, la principal arteria de transporte del país durante el siglo XIX y buena parte del siglo XX, pues era navegable a lo largo de casi 1.100 km desde su desembocadura.

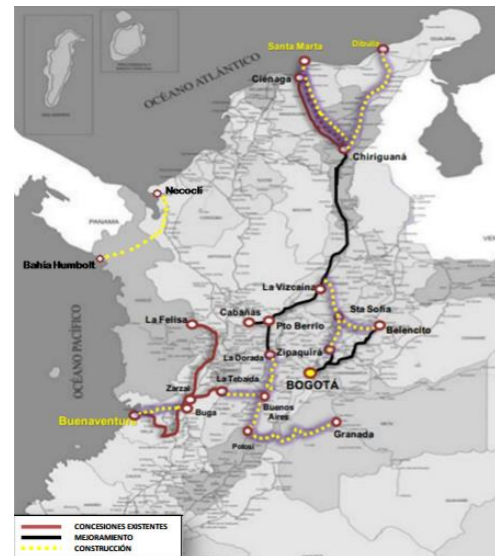
Después de un proceso de privatización de las dos líneas principales existentes, se comenzó un proceso de recuperación de vías y equipos, sin que todavía se hayan finalizado los planes trazados. Al privatizarse estas líneas se crearon dos concesiones: el Ferrocarril de Atlántico y el Tren de Occidente.

El Ferrocarril del Atlántico consiste en una línea que sale del departamento de Boyacá, en el interior del país, pasando por Bogotá, bajando al valle del Río Magdalena y terminando en el puerto de Santa Marta, en el Mar Caribe. Actualmente, esta línea es empleada por las principales compañías de extracción de carbón para poder exportar dicha materia prima desde el puerto.

El Tren de Occidente (Red férrea del Pacífico) consta de una serie de líneas que transcurren desde el municipio de La Felisa, en el departamento del Quindío, recorre el valle del Río Cauca hacia el sur, pasando por la ciudad de Cali, para terminar en el puerto de Buenaventura.

Por último, completa la red ferroviaria nacional una línea férrea privada, con una extensión de 150 kilómetros, operada con el único fin de mover el carbón de las minas de El Cerrejón, en el departamento de La Guajira, hasta el puerto de Bolívar, para su exportación.

Ilustración 7 Red Férrea Nacional (Julio 2012)



Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)

### 3.3. Red Portuaria

Los principales puertos de Colombia son Buenaventura, Tumaco, Santa Marta, Barranquilla y Cartagena.

Cartagena de Indias posee el más importante puerto marítimo de contenedores y puerto turístico de cruceros de la Costa Caribe colombiana. La ubicación geográfica y las condiciones naturales de la bahía favorecen el ingreso de buques de gran calado, consiguiendo de esta manera ser el puerto con mayor movimiento de Colombia. En cuanto a la actividad turística, en el puerto de Cartagena atracan más de 150 cruceros anualmente.

En el año 2012 el Puerto de Cartagena ocupó el tercer lugar en cuanto a toneladas de tráfico manejadas, por debajo de Santa Marta y el Golfo de Morrosquillo con un tráfico de 33.409.891 toneladas. Si se excluye el carbón y aceites minerales, el Puerto de Cartagena es el principal puerto colombiano para el comercio exterior con Estados Unidos, Canadá y Europa. El Puerto de Cartagena tiene una participación del 39% del comercio exterior en la carga con destino a Europa y un 38% de participación en la carga con destino a Estados Unidos y Canadá.

En el siguiente gráfico se muestra en la red fluvial de Colombia.

Ilustración 8 Red fluvial de Colombia (2005)



Fuente: Instituto Nacional de Vías

### 3.4. Red Aeroportuaria

En la actualidad, Colombia cuenta con 14 aeropuertos internacionales y 21 aeropuertos nacionales con un tráfico superior a 50.000 pasajeros al año. En la Tabla 3 se presentan los principales aeropuertos del país por volumen de pasajeros en 2015.

Tabla 3.- Principales aeropuertos internacionales del país (2015)

Aeródromo	Siglas IATA	Siglas OACI	Departamento	Tráfico (pax)
Bogotá-El Dorado	BOG	SKBO	Distrito Capital	29.956.551
Medellín-José María Córdova	MDE	SKRG	Antioquia	6.903.820
Cali-Alfonso Bonilla Aragón	CLO	SKCL	Valle del Cauca	5.122.389
Cartagena-Rafael Núñez	CTG	SKCG	Bolívar	3.898.628
Barranquilla-Ernesto Cortissoz	BAQ	SKBQ	Atlántico	2.756.389
San Andrés-Gustavo Rojas Pinilla	ADZ	SKSP	San Andrés y Providencia	1.949.535
Bucaramanga-Palonegro	BGA	SKBG	Santander	1.839.969
Pereira-Matecaña	PEI	SKPE	Pereira	1.533.648
Santa Marta-Simón Bolívar	SMR	SKSM	Magdalena	1.457.078
Cúcuta-Camilo Daza	CUC	SKCC	Norte de Santander	1.163.415

Fuente: Aeronáutica Civil

Página intencionadamente en blanco





# Capítulo 3.

## SITUACIÓN ACTUAL DEL AEROPUERTO



CONTENIDO

**SITUACIÓN ACTUAL DEL AEROPUERTO ..... 3**

1. ZONA AERONÁUTICA ..... 3

1.1. Introducción ..... 3

1.2. Campo de Vuelos ..... 5

1.3. Plataforma de Estacionamiento ..... 6

2. ZONA TERMINAL ..... 7

2.1. Edificio Terminal de Pasajeros ..... 7

2.2. Accesos ..... 13

2.3. Parqueaderos ..... 14

3. INSTALACIONES DE APOYO ..... 15

3.1. Torre de Control ..... 15

3.2. Servicio de Extinción de Incendios (SEI) ..... 15

3.3. Zona de Carga ..... 15

3.4. Zona de Abastecimiento ..... 16

4. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN AERONÁUTICA ..... 19

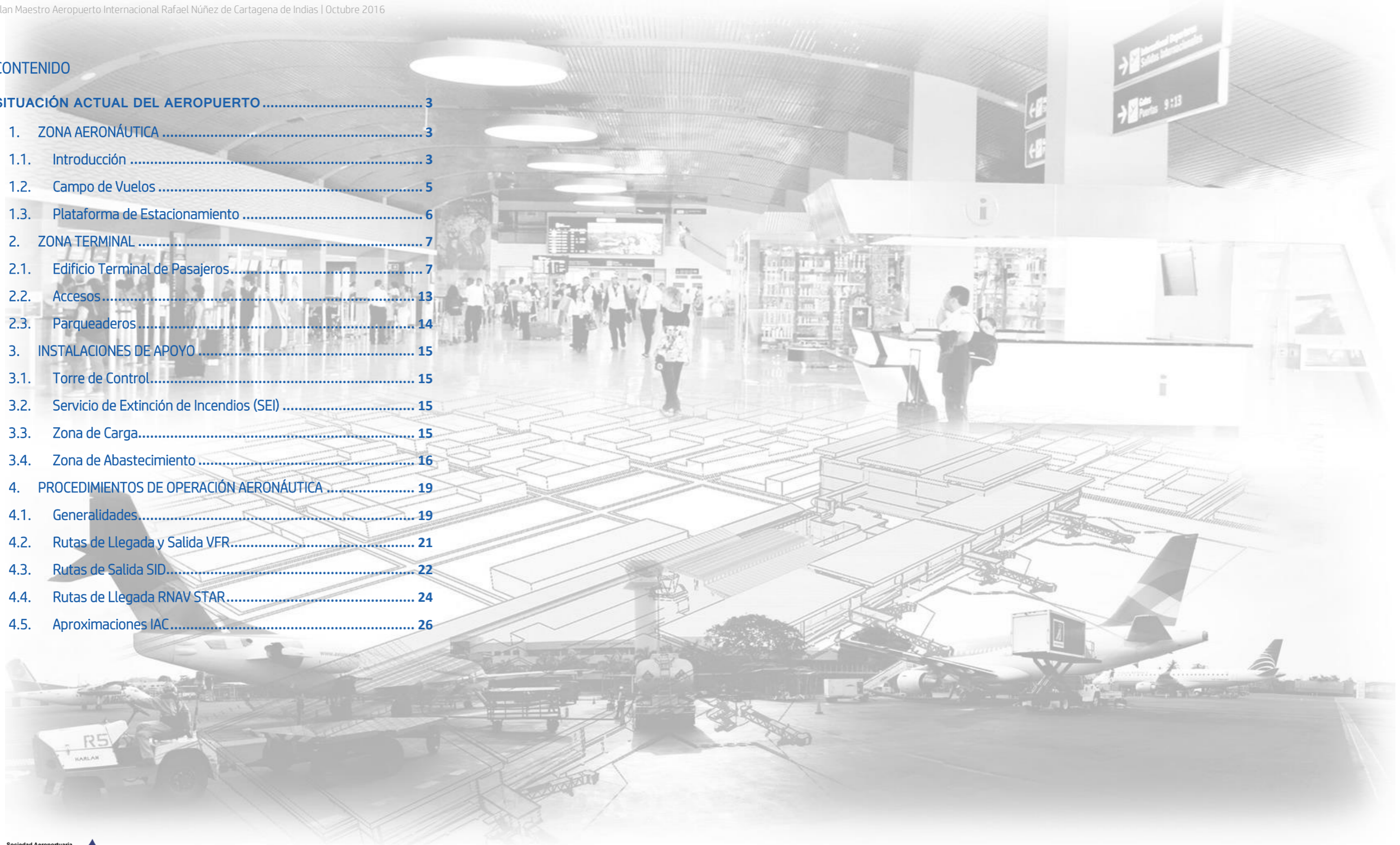
4.1. Generalidades ..... 19

4.2. Rutas de Llegada y Salida VFR ..... 21

4.3. Rutas de Salida SID ..... 22

4.4. Rutas de Llegada RNAV STAR ..... 24

4.5. Aproximaciones IAC ..... 26





# SITUACIÓN ACTUAL DEL AEROPUERTO

## 1. ZONA AERONÁUTICA

### 1.1. Introducción

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias es uno de los principales aeropuertos de Colombia. En el año 2015 fue el cuarto aeropuerto del país en cuanto al número de pasajeros transportados, por detrás del Aeropuerto de El Dorado (Bogotá), el Aeropuerto José María Córdova (Río Negro, Medellín) y el Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón (Cali), y por delante del Aeropuerto Ernesto Cortissoz (Barranquilla).

Ilustración 1 Principales Aeropuertos de Colombia



Fuente: Great Circle Mapper

El aeropuerto está ubicado en la ciudad de Cartagena de Indias, al norte del país a orillas del mar Caribe. Sus coordenadas geográficas son 75° 30' de longitud Oeste y 10° 23' de latitud Norte.

Ilustración 2 Plano Ubicación Cartagena



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

La ciudad de Cartagena de Indias tiene el rango de Distrito Turístico y Cultural del departamento de Bolívar. Este departamento está situado en la parte norte de Colombia, en la Región Caribe, limita al Norte con el mar Caribe y el departamento del Atlántico, al Este con el río Magdalena que lo separa de los departamentos de Magdalena y Cesar, al Sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y al Oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe.

Ilustración 3 Mapa político de Colombia. Departamento de Bolívar



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Dentro de la ciudad de Cartagena, el aeropuerto está localizado en la zona noreste, junto al barrio de Crespo. En su extremo este limita con la ciénaga de la Virgen por todo su lateral, mientras que por el lado oeste limita con diversos barrios de la ciudad como se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 4 Plano de Ubicación del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

El punto de referencia del aeródromo (ARP) se encuentra situado aproximadamente en el punto medio del eje de la pista, de denominación 01-19, y sus coordenadas geográficas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.- Punto de referencia de Aeródromo

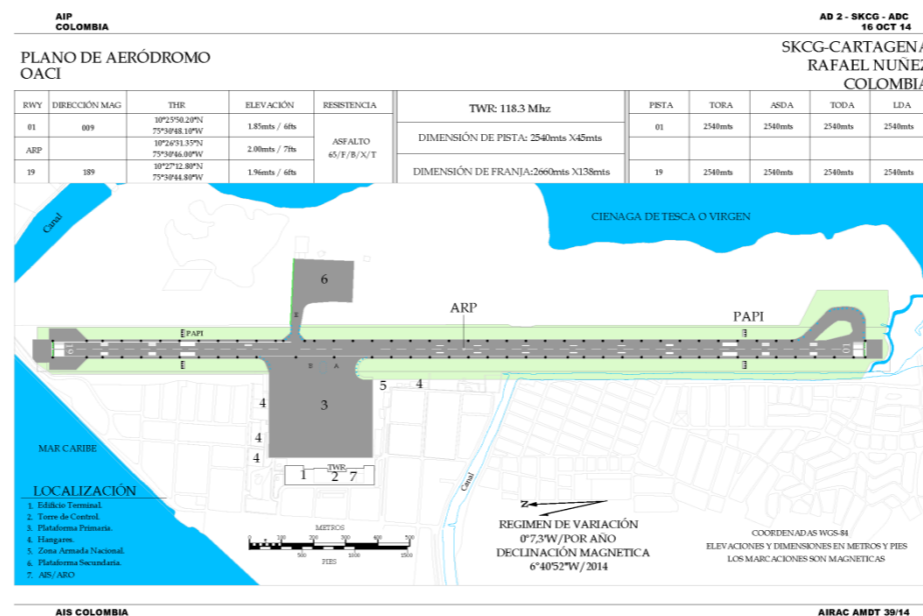
	Coordenadas Geográficas
Latitud	10° 26' 31.35" N
Longitud	075° 30' 46.00" W

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

El aeropuerto tiene una clasificación OACI con número de clave 4 y letra D. La gran mayoría de la flota que opera de manera habitual en el aeropuerto se corresponde con aeronaves tipo C o de menor tamaño, existiendo también operaciones de aeronaves tipo D y E de forma más puntual.

El indicativo OACI del aeropuerto es SKCG y CTG el de IATA. El horario operativo del aeropuerto es H24 durante todo el año.

Ilustración 5 Plano de Aeródromo OACI



Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

De acuerdo con los RAC (Reglamentos Aeronáuticos de Colombia), Parte Décimo Segunda, existen servicios de información meteorológica proporcionados por Aeronáutica Civil (AEROCIVIL) mediante un convenio interinstitucional con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia.

Se suministran a los usuarios informes aeronáuticos tipo METAR, SPECI, Breafing (Consulta prevuelo) con horario de operación H24, así como mensajes de pronóstico TAF con periodo de validez 24 horas, actualizados cada 6 horas. Se dispone de un sistema integrador de la información denominado MIDAS IV, además de la recepción de imágenes satélites del GOES-13 y los Productos del WAFS de Washington.

El Aeropuerto dispone de los siguientes equipos meteorológicos:

Tabla 2.- Equipos meteorológicos instalados en el Aeropuerto

Equipos MET
5 Estaciones Meteorológicas Automáticas de Superficie (EMAS), las cuales miden Vientos, Temperaturas, Humedad Relativa y Presión Atmosférica.
4 Medidores de Velocidad y Dirección del Viento
5 Medidores de Alcance Visual de Pista (RVR), también de visibilidad
3 Medidores de Altura de la Base de la Nubes (Ceilómetros)
4 Medidores de Presión Atmosférica (Altimetros)

Fuente: Manual de Aeródromo. Aeropuerto Internacional Rafael Núñez (2011)



## 1.2. Campo de Vuelos

### Pistas

El Aeropuerto de Cartagena dispone de una pista de vuelo, denominada 01-19, con una longitud de 2.540 m entre umbrales y una anchura de 45 m.

Ilustración 6 Cabeceras 01 y 19



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Al norte de la cabecera 19 se encuentra el Mar Caribe y una estructura de control de ingreso de agua a la Ciénaga de la Virgen, la cual queda ubicada al este de la pista, a continuación de unos terrenos fácilmente inundables.

Al sur de la cabecera 01 se encuentran unas piscinas de decantación y seguidamente el Caño Juan Angola, mientras que al oeste de la pista se ubica la ciudad, con el Barrio de Crespo y Canapote.

Ilustración 7 Caño Angola en las proximidades de la cabecera 01



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Las salidas y llegadas normalizadas de pista publicadas, tanto instrumentales como visuales, se describen en el apartado de Procedimientos de Operación Aeronáutica del presente Capítulo.

La cabecera de uso preferente es la 01, con aproximadamente un 90% de utilización. El cambio de orientación a la cabecera 19 habitualmente se produce en época de lluvias.

Las características físicas de la pista se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3.- Características físicas de la pista

Pista (RWY)	Dimensiones (m)	Localización THR (Coordenadas Geográficas)	Elevación THR (m/ft)	Dimensiones			Superficie Resistencia (ACN/PCN)
				SWY	CWY	Franja <sup>(*)</sup>	
01	2.540 x 45	10° 25' 50.20" N 075° 30' 40.10" W	1,85/6	No	No	2.660 x 138	Asfalto PCN 65/F/B/X/T
19	2.540 x 45	10° 27' 12.80" N 075° 30' 44.80" W	1,96/6	No	No	2.660 x 138	Asfalto PCN 65/F/B/X/T

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-October-2014)

(\*) En la actualidad, la anchura de franja a ambos lados de pista es de 75m, siendo las dimensiones reales de la franja de 2.660 x 150.

Actualmente se están llevando a cabo los trabajos para proveer de áreas de extremo de pista (RESAS) a las cabeceras 01 y 19.

La cabecera 01 dispone de un apartadero de espera para aeronaves de letra de clave D, mientras que en la cabecera 19 existe una plataforma de viraje en pista.

Las distancias declaradas asociadas a la pista y publicadas en el AIP son las indicadas en la Tabla 4.

Tabla 4.- Distancias Declaradas

Pista (RWY)	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
01	2.540	2.540	2.540	2.540
19	2.540	2.540	2.540	2.540

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-October-2014)

En cuanto a las ayudas visuales para la navegación, la pista de vuelo cuenta con indicadores, señalización horizontal y luces aeronáuticas de superficie.

El aeropuerto está dotado con dos mangas de viento en las proximidades de ambas cabeceras, las cuales se encuentran iluminadas para su uso nocturno.

La señalización horizontal se compone de las siguientes señales: señal designadora de pista, de umbral, de eje de pista, de punto de visada, de zona de toma de contacto, de faja lateral de pista y señal de plataforma de viraje en la pista. La plataforma de viraje también dispone de señal de borde de calle de rodaje.

Por otra parte, la pista está dotada de los siguientes sistemas de luces: faro de aeródromo, identificación de umbral de pista, umbral, extremo y borde de pista. También dispone de sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación tipo PAPI en ambas cabeceras, con doble barra de ala, de las características indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 5.- Sistemas PAPI

Pista (RWY)	PAPI
01	3º METH 62 ft 5,24%
19	3º METH 69 ft 5,24%

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-October-2014)

La plataforma de viraje en la pista de la cabecera 19 tiene luces de borde de calle de rodaje.

La pista no dispone de sistemas de iluminación de aproximación.

### Calles de Rodaje y de acceso a puesto de estacionamiento

El Aeropuerto de Cartagena dispone de cuatro calles de rodaje.

Dos de ellas, designadas como A y B, dan acceso a la Plataforma Principal y tienen una anchura superior a 25 m. Dichas calles se consideran calles de acceso a puesto de estacionamiento, dada su reducida longitud.

La calle de rodaje E permite el acceso a la Plataforma Secundaria y tiene una anchura inferior a 23 m.

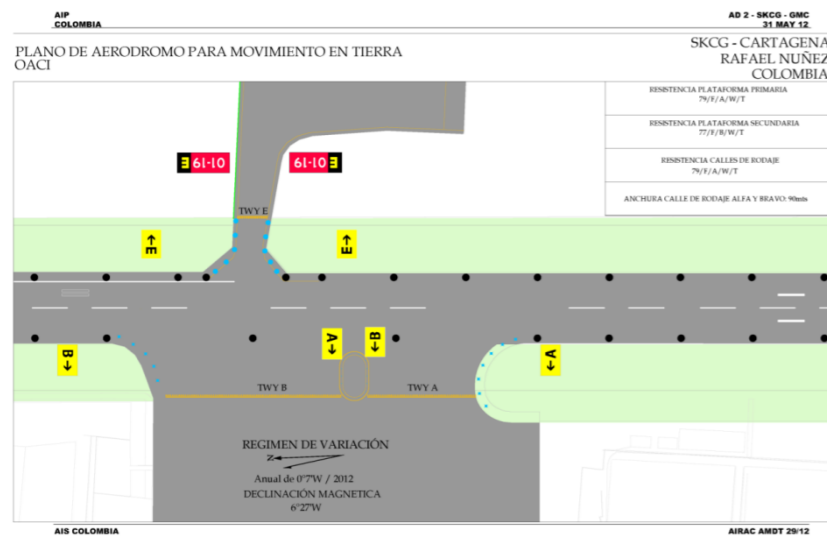
En la cabecera 01 existe un apartadero de espera, calle D, con una anchura de 23 m.

El aeropuerto no dispone de calles de salida rápida.

Todas las calles de rodaje cuentan con señal de eje y de borde de calle de rodaje, aunque en el caso de la calle E la señal de borde sólo existe hasta el punto de espera. Las calles de rodaje D y E también disponen de señal de punto de espera a pista.

Existen luces de borde de calle de rodaje en la calle D, en la calle E hasta la señal de punto de espera de la pista, y en las calles A y B.

Ilustración 8 Plano de Aeródromo Movimientos en Tierra OACI



Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

1.3. Plataforma de Estacionamiento

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez dispone de dos plataformas de estacionamiento de aeronaves: la **Plataforma Primaria o Principal**, situada frente al Edificio Terminal y al oeste de la pista de vuelo, y la **Plataforma Secundaria o Echo**, situada al este de la pista y enfrentada con la principal.

Ilustración 9 Plataforma Principal y Plataforma Secundario



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

La Plataforma Principal tiene actualmente una superficie cercana a los 80.800 m<sup>2</sup>, y en ella se distribuyen 18 puestos de estacionamiento, todos asistidos mediante maniobra push back.

Las principales características de los puestos se recogen en la Tabla 6.

Tabla 6.- Punto de referencia de Aeródromo

Designación puesto	Letra de clave aeronave (OACI)	Tipo de aeronave
1	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
2	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
3	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
3A	D	B-767-200
4	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
4A	D	B-767-200
5	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
6	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
7	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
8	D	B-757-200
8A	D	B-757-200
8C	D	B-757-200
9	D	B-757-200
9A	C	MD-83, B-727-200, A-320, DC-9
9B	D / F	C-17, C-5
10	D	B-757-200
11	D	B-757-200
11A	C / D	B-737-700, C-17

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico de SACSA del año 2012

En la configuración de plataforma con el máximo número de aeronaves estacionadas simultáneamente, se ocupan 11 de los puestos: los designados del 1 al 7 permiten el estacionamiento de aeronaves tipo C y los puestos de estacionamiento del 8 al 11 son para aeronaves tipo D.

Además existen posiciones que permiten atender a aeronaves de mayor tamaño, siendo incompatibles con el uso de otros puestos.

Tabla 7.- Incompatibilidades de puestos de estacionamiento en la Plataforma Principal

Designación puesto	Letra de clave aeronave (OACI)	Incompatibilidades
3A	D	3 y 4
4A	D	4 y 5
8A y 8C	D	8 y 9
9A	C	9
9B	F	8 y 9
11A	D	10 y 11

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico de SACSA del año 2012

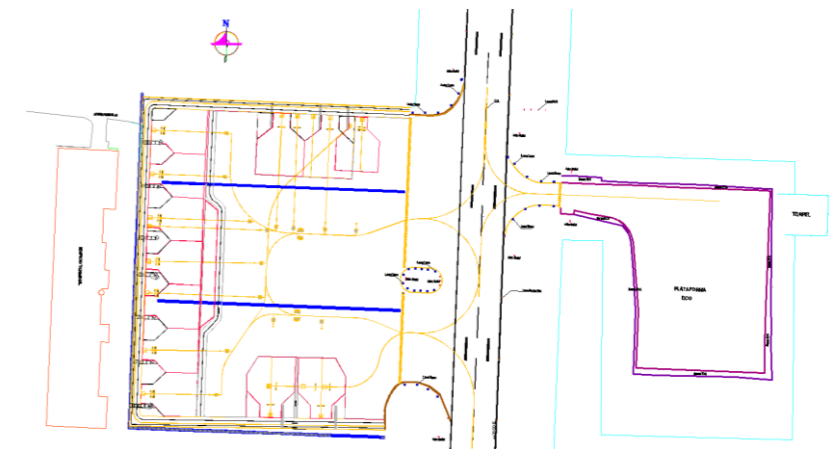
Las calles de rodaje de acceso a los puestos de estacionamiento 1, 2, 6 y 7 tienen anchuras inferiores a 24,5 m (distancia entre el eje de una calle de acceso a un puesto de estacionamiento y un objeto para letra de clave C).

La Plataforma Principal cuenta con señales de eje de calle de rodaje en plataforma, señal de borde de plataforma, línea de seguridad en plataforma, señales de área de restricción de equipos, señales de área de espera de equipos, señales direccionales a puestos, señales de entrada de puesto con identificación del puesto y barras de rueda de morro con indicación del tipo de aeronave.

En la plataforma existe una vía de servicio para vehículos que bordea los puestos de estacionamiento. Esta vía es de doble calzada y tiene una anchura no inferior a 6 m. Estos viales están señalizados con señales de eje, de margen y paso de peatones.

La Plataforma Principal dispone de seis torres de iluminación con ocho focos cada una.

Ilustración 10 Configuración geométrica de las plataformas de estacionamiento de aeronaves



Fuente: Levantamiento topográfico de SACSA del año 2012

La Plataforma Echo, con una superficie aproximada de 25.500 m<sup>2</sup>, se encuentra normalmente cerrada al movimiento de aeronaves y sólo se opera en ella según las necesidades de servicio. No existe ningún tipo de iluminación en la plataforma, y cuenta con señalización de acceso a puestos de estacionamiento, aunque bastante deteriorada.



## 2. ZONA TERMINAL

Comprende las infraestructuras, instalaciones, edificaciones y servicios relacionados con el tráfico de pasajeros, desde su acceso al ámbito aeroportuario hasta su abordaje a la aeronave.

### 2.1. Edificio Terminal de Pasajeros

Actualmente el aeropuerto dispone de un Edificio Terminal de planta rectangular recientemente ampliado y cuya distribución interior da lugar a dos zonas separadas para el tratamiento de pasajeros según sea su origen/destino nacional o internacional.

Este tratamiento de pasajeros se realiza en una única planta, la planta primera, mientras que las otras plantas del edificio se destinan a oficinas de compañías, oficinas de SACSA y dependencias de la Aeronáutica Civil.

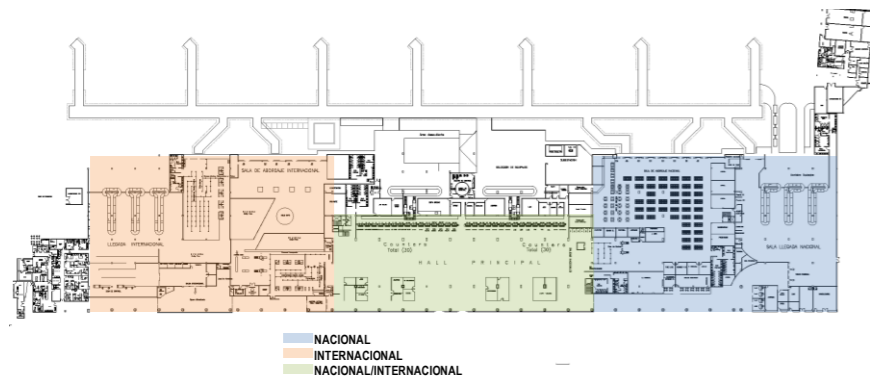
A continuación se procede a la descripción de las distintas plantas del edificio.

#### Planta Primera

Como se ha comentado anteriormente, en esta planta se realizan todos los procesos que el pasajero debe llevar a cabo tanto si está saliendo como si está llegando al aeropuerto. En la zona central del edificio se encuentra un amplio hall de salidas en el que están ubicados los counters de facturación. Esta zona es común para todos los pasajeros en salidas del aeropuerto.

Los pasajeros nacionales realizan su llegada y salida en la parte sur del edificio mientras que los flujos de pasajeros internacionales se realizan en la parte norte, de tal forma que existe una separación total de ambos tipos de tráfico.

Ilustración 11 Distribución de zonas primera planta

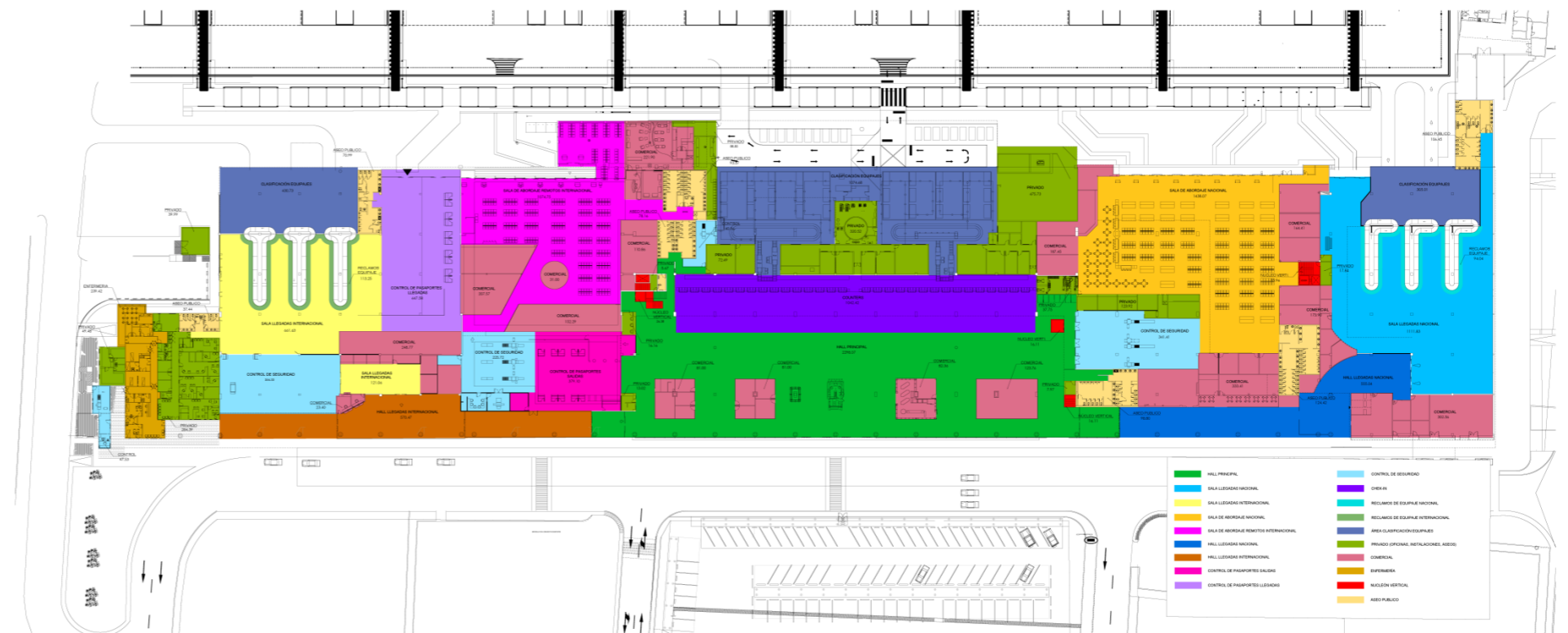


Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

En la siguiente ilustración se incluye una imagen de todas las superficies del edificio en la primera planta. Esta ilustración permite tener una visión global del edificio, pero para una mejor descripción exhaustiva y mayor comprensión de la operativa del mismo, se

describen a continuación los distintos flujos de pasajeros, así como los procesadores por los que pasan.

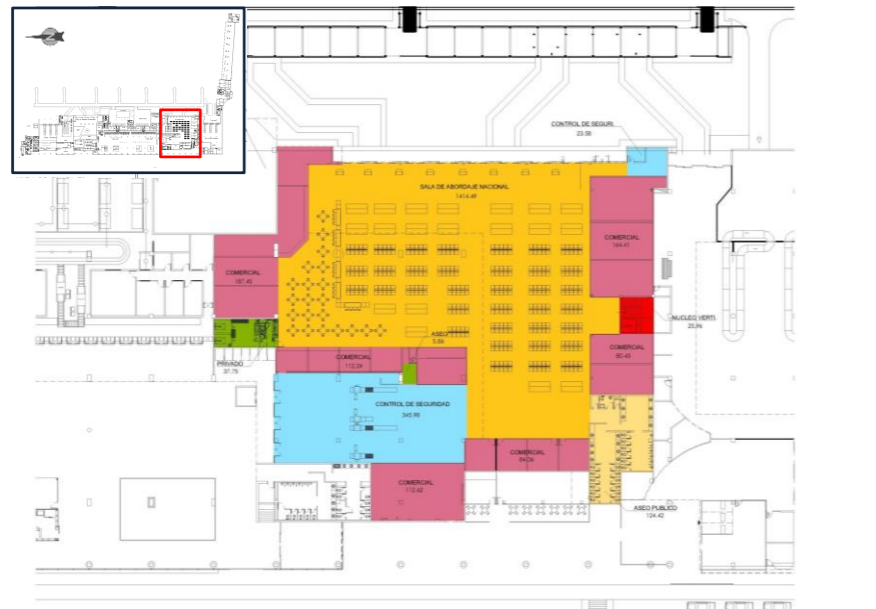
Ilustración 12 Distribución de usos planta primera



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

Salidas Nacionales

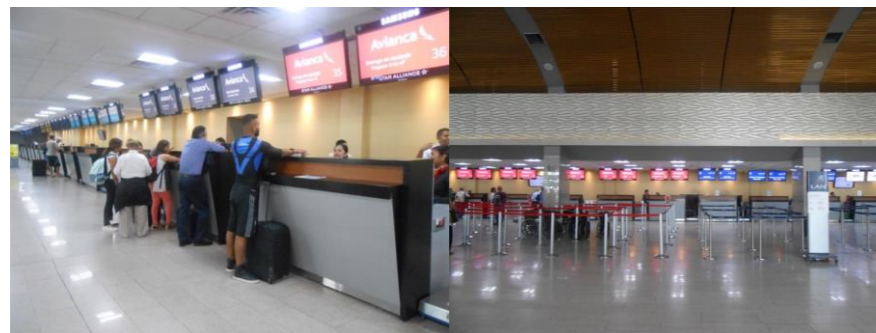
Ilustración 13 Salidas Nacionales



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

Los pasajeros nacionales acceden al Edificio Terminal desde los viales de acceso al aeropuerto al hall de salidas. El hall dispone de 2.333 m<sup>2</sup> y es utilizado por todos los pasajeros en salidas aunque en su parte derecha se encuentran los counters de las compañías que operan mayoritariamente vuelos nacionales.

Ilustración 14 Hall de Salidas y counters nacional



Fuente: Elaboración propia

Tras realizar el proceso de check-in, el pasajero ya sin su equipaje facturado se dirige hacia la parte derecha del edificio, donde se encuentran los controles de seguridad nacionales. Este subsistema cuenta en la actualidad con tres arcos de seguridad y tres máquinas de rayos X aunque la superficie disponible permite la ubicación de hasta cuatro arcos y cuatro máquinas de rayos X. Cabe destacar que los vuelos nacionales con destino

San Andrés deben pasar por un control de seguridad específico dado los requisitos especiales de seguridad.

Ilustración 15 Control de seguridad



Fuente: Elaboración propia

Una vez pasado el control de seguridad, los pasajeros nacionales ya se encuentran en la sala de abordaje nacional que cuenta con una superficie de 1.425 m<sup>2</sup> y 8 puertas de abordaje. Adicionalmente la sala cuenta con baños, espacios comerciales con una superficie de 583 m<sup>2</sup> además de zonas de alimentación, cajeros automáticos y servicios de telefonía.

Desde esta sala se puede acceder a la segunda planta donde se ubica la sala VIP de Avianca (503 m<sup>2</sup>) para vuelos nacionales.

La sala dispone de banquetas distribuidas en paralelo a la fachada del edificio. En total hay 420 asientos en grupos de 10 enfrentados entre sí como se puede apreciar en la siguiente ilustración. El abordaje se realiza por las diferentes puertas asignadas a cada vuelo, a través de las cuales se pasa a un pasillo, ya en lado aire. Desde este pasillo se accede directamente a la plataforma de estacionamiento, accediendo a las aeronaves a través de escaleras de abordaje

Ilustración 16 Sala de abordaje Nacional



Fuente: Elaboración propia

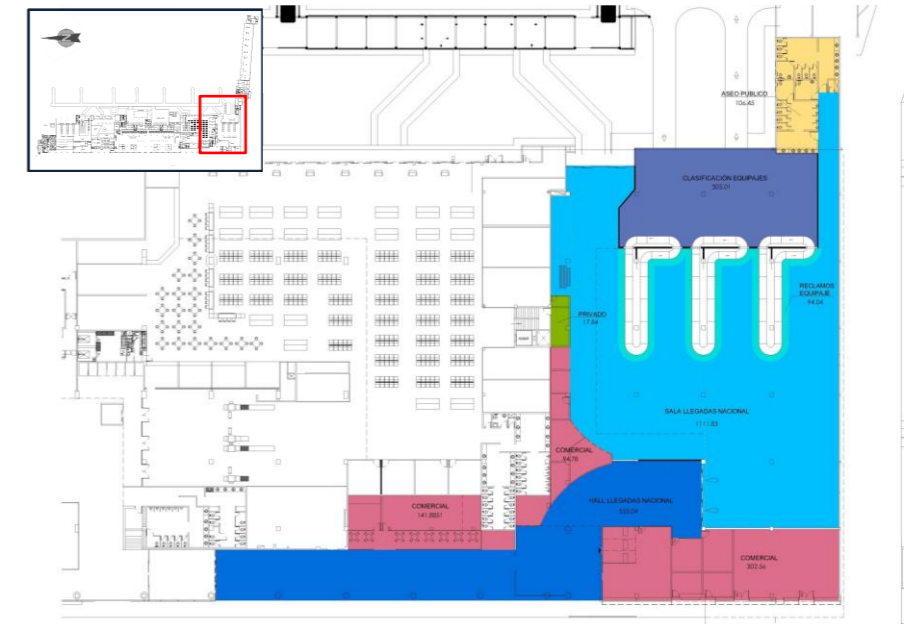
Ilustración 17 Pasillo de acceso junto a plataforma (Pérgola)



Fuente: Elaboración propia

Llegadas Nacionales

Ilustración 18 Llegadas Nacionales



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

El proceso de llegadas nacional también se realiza en la parte sur, concretamente en el extremo del edificio. Esta zona dispone de la sala de reclamo de equipajes, baños, zonas comerciales y salas auxiliares para el buen funcionamiento del proceso de llegadas.

Los pasajeros nacionales en llegadas descienden de la aeronave hasta el pasillo situado junto a la plataforma de estacionamiento de aeronaves. Desde el pasillo llegan a la sala de reclamo nacional, en la que se ubican tres cintas de reclamo de 34 m de perímetro accesible al pasajero. La superficie disponible en esta sala es de 1.335 m<sup>2</sup>.



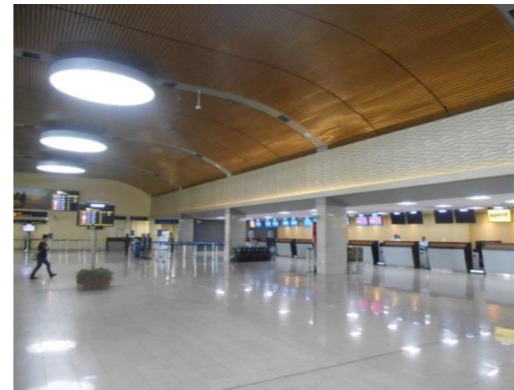
En el hall de llegadas nacionales hay varios puestos comerciales, así como un puesto para adquisición de tickets de taxis, a entregar en la parada de taxis situada en el exterior del edificio, en la acera de llegadas.

Ilustración 19 Sala de reclamo nacional



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21 Counters Internacionales



Fuente: Elaboración propia

Tras pasar el control de seguridad, se realiza otro control por parte de la policía antinarcóticos, para lo cual disponen de una serie de mesas alineadas donde se revisa el equipaje de mano de los pasajeros.

Tras estos controles, los pasajeros acceden a la sala de abordaje internacional, que cuenta con una superficie de 845 m<sup>2</sup>. La sala está provista de una zona comercial de una superficie, zona de asientos con 220 plazas, 7 puertas de abordaje, zona de alimentación, baños 84 m<sup>2</sup> y una zona dedicada al control antinarcóticos de equipaje facturado que se realiza en presencia del pasajero.

Desde esta sala de abordaje se puede acceder a la sala VIP internacional con una superficie de 200 m<sup>2</sup>.

Ilustración 23 Sala de abordaje internacional



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Salidas Internacionales

Ilustración 20 Salidas Internacionales



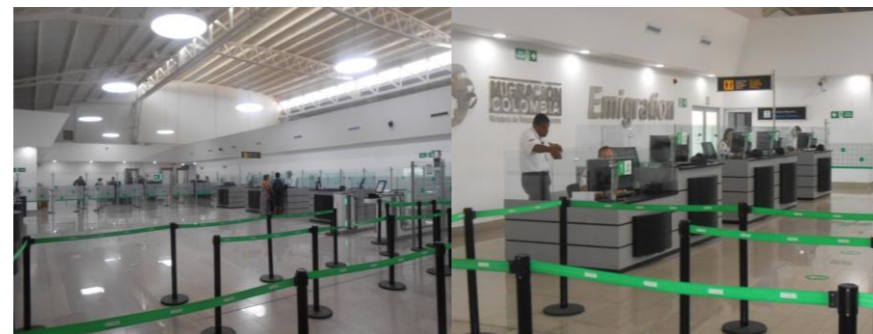
Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

Al igual que en el proceso de salidas nacionales, los pasajeros internacionales llegan al hall de salidas desde los viales que pasan frente al Terminal del aeropuerto. La zona de facturación de las compañías que operan mayoritariamente vuelos internacionales es la situada en la parte izquierda.

Desde el hall de salidas, los pasajeros se dirigen a los controles de emigración. Estos controles están distribuidos en dos frentes de cinco mostradores cada uno, más un mostrador y un e-gate, haciendo un total de 10 puestos (9 + 1(e-gate)). Uno de los grupos de mostradores está dedicado a pasajeros de nacionalidad colombiana, mientras que el otro se destina al control de pasajeros de otras nacionalidades. Sin embargo, con el fin de obtener la máxima capacidad de los controles, en ocasiones los agentes de emigración pueden atender indistintamente a cualquier pasajero independientemente de su nacionalidad. A su vez se dispone de una fila preferencial dedicada a pasajeros con discapacidad, ancianos, mujeres embarazadas y/o otras situaciones especiales.

En caso de que el pasajero vuele con alguna compañía a la que la Transportation Security Administration (TSA) USA le exija un control previo, se le realizará un cuestionario justo antes de la entrada a la zona de colas del control de emigración.

Ilustración 22 Controles de emigración



Fuente: Elaboración propia

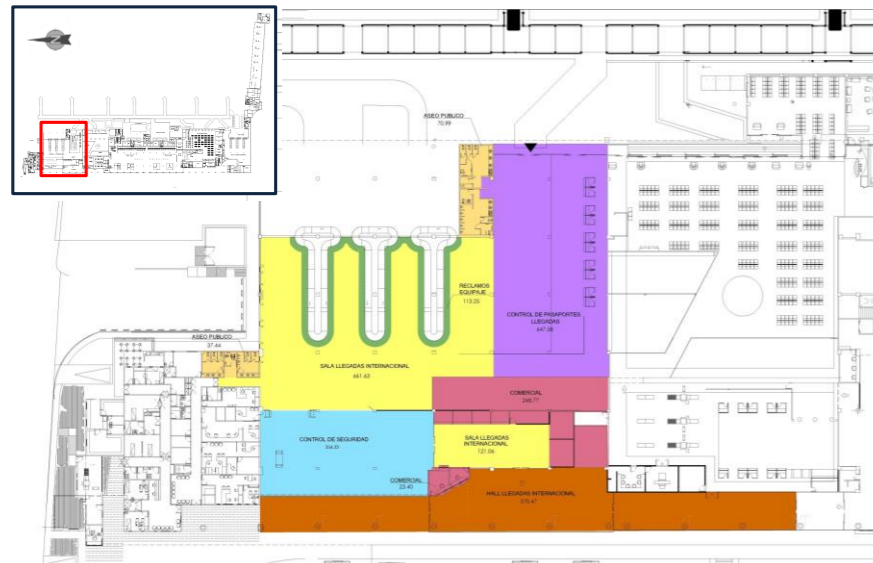
Inmediatamente después del control de emigración, todos los pasajeros han de pasar el control de seguridad. Este control dispone de dos máquinas de rayos X y dos arcos de seguridad con espacio para la instalación de hasta dos controles más.

Tras pasar por la puerta de abordaje, los pasajeros llegan al pasillo junto a plataforma ya indicado anteriormente al describir los flujos de pasajeros nacionales, para finalmente acceder a la aeronave. En este pasillo la TSA USA realiza en ocasiones un control adicional previo al abordaje a los pasajeros de ciertas compañías.



Llegadas Internacionales

Ilustración 24 Llegadas Internacionales



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

Al igual que ocurría en el caso de los pasajeros nacionales, los pasajeros internacionales acceden desde la aeronave al pasillo ubicado junto a plataforma. Desde allí entran en el Edificio Terminal por su parte norte, donde se encuentran los controles de inmigración. Estos controles están dispuestos en una única línea de once puestos más un e-gate a los que se llega desde dos zonas de colas diferenciadas, una para pasajeros de nacionalidad colombiana y otra para el resto de nacionalidades. Tal y como ocurre en los controles de emigración, en todos los controles se puede atender a pasajeros de cualquier tipo de nacionalidad, ya sea colombiana o extranjera, cuando sea necesario. Disponiendo a su vez de una fila preferencial dedicada a pasajeros con discapacidad, ancianos, mujeres embarazadas y/o otras situaciones especiales.

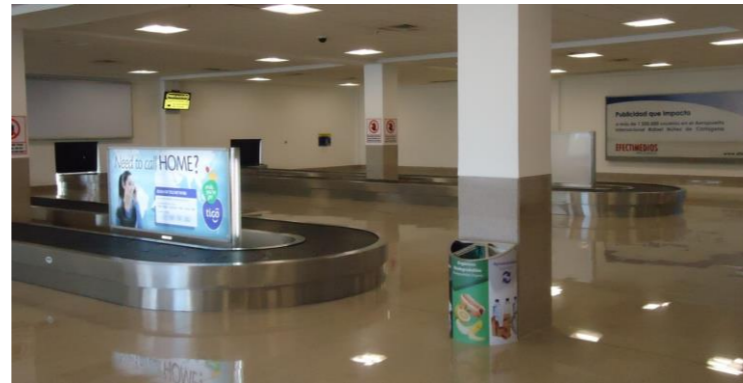
Ilustración 25 Controles de inmigración



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Una vez pasado el control de inmigración, los pasajeros llegan a la sala internacional de reclamo de equipajes. Esta sala dispone de 1.213 m<sup>2</sup> de superficie y cuenta con 3 cintas de reclamo de 36,5 m de perímetro accesible al pasajero. En la sala también hay baños y una zona comercial de 555 m<sup>2</sup>.

Ilustración 26 Sala de reclamo internacional



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Tras recoger el equipaje, los pasajeros han de pasar el control de aduanas. Este control está ubicado a la salida de la sala de reclamo. Hay dos arcos en los cuales el pasajero es seleccionado para su paso por el canal verde o el canal rojo. Si el pasajero obtiene luz verde no es controlado y saldría directamente de la sala. En caso de que el pasajero obtenga luz roja, será controlado por la autoridad de la DIAN y en su caso por inspectores del ICA. El control puede ser manual o por máquina de rayos X.

Ilustración 27 Control Aduanero



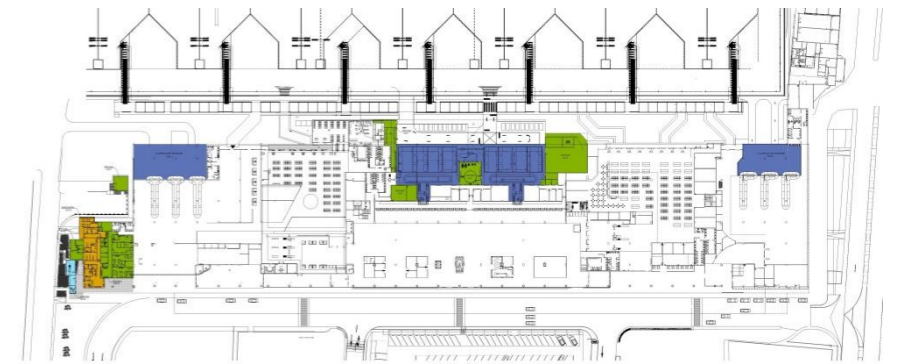
Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Una vez pasado el control de la DIAN, los pasajeros internacionales salen al hall de 616 m<sup>2</sup> y a los viales de acceso al aeropuerto.

Zonas Técnicas

Adicionalmente a las superficies utilizadas directamente por el pasajero, el aeropuerto dispone de otras superficies de apoyo a la operativa como se indica a continuación.

Ilustración 28 Planta primera – Zonas Técnicas



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

En la zona norte del Edificio Terminal se encuentra una zona con oficinas de autoridades y de sanidad aeroportuaria, que incluye también un acceso controlado al lado aire para empleados y usuarios de aviación privada con destinos nacionales.

Ilustración 29 Planta primera – Zonas Técnicas en la parte norte del Edificio



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

La zona central del edificio alberga el patio de carrillos de salidas donde se ubican dos cintas de clasificación de equipajes. En la parte situada más al norte se realiza la clasificación de la mayoría del equipaje con destinos internacionales. En esta zona la policía antinarcóticos realiza la identificación de equipaje que ha de revisarse. La otra cinta de clasificación está destinada al tráfico nacional y a los vuelos internacionales de



Avianca que también cuenta con presencia de la autoridad antinarcóticos. En esta misma zona central se ubica la subestación eléctrica número 2 y un acceso al lado aire de personal.

Ilustración 30 Planta primera – Zonas Técnicas en la parte central del Edificio



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

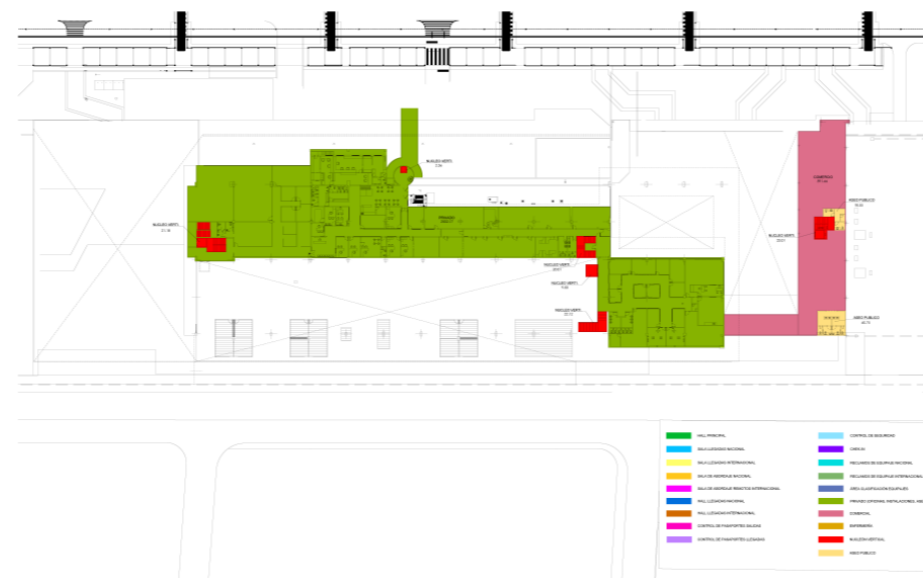
En la zona sur del edificio se encuentra el patio de carrillos de llegadas nacionales así como la subestación número 1.

### Planta Segunda

La segunda planta del Edificio Terminal es utilizada principalmente para oficinas de compañías aéreas y oficinas de la Aeronáutica Civil, así como de acceso principal a la torre de control del aeropuerto y a las oficinas de SACSA.

La superficie total de esta segunda planta es de 2.941 m<sup>2</sup>. En la zona sur de la planta, está la sala VIP de Avianca cuyo acceso se realiza desde la sala de abordaje nacional. Esta sala tiene una superficie total de 503 m<sup>2</sup>.

Ilustración 31 Distribución de usos planta segunda



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

### Planta Tercera

La tercera planta es de uso exclusivo de la compañía concesionaria del Aeropuerto, SACSA. En esta planta se ubican las oficinas de los distintos departamentos de SACSA alcanzando una superficie total de 818 m<sup>2</sup>.

Ilustración 32 Distribución de usos planta tercera



Fuente: Elaboración propia a partir de planos proporcionados por SACSA

**Extracto de Superficies y Elementos disponibles**

Las superficies que actualmente dispone el aeropuerto en todas y cada una de las plantas del edificio se resumen en la siguiente tabla. No se incluyen en la tabla los patios de carrillos al tratarse de superficies abiertas.

**Tabla 8.- Tabla de Superficies**

	P10	P20	P30	Total
Abordaje Internacional	845			845
Abordaje nacional	1.425	503	1.928	1.928
Área Clasificación de equipajes	1.805			1.805
Aseo Público	543			543
Check-in	974			974
Cintas de reclamo	373			373
Comercial	2.095			2.095
Control de inmigración (llegadas)	549			549
Control de emigración (salidas)	391			391
Control de seguridad	1.076			1.076
Enfermería	210			210
Hall Llegadas Internacional	578			578
Hall Llegadas Nacional	624			624
Hall Principal	2.333			2.333
Núcleo vertical	71	106	15	192
Privado	2.973	2.331	803	6.107
Reclamo de equipajes Internacional	342			342
Reclamo de equipajes nacional	312			312
Sala Llegadas Internacional	611			611
Sala Llegadas Nacional	858			858
Subestación	342			342
Zonas de Paso	2.322			2.322
<b>Total</b>	<b>21.652</b>	<b>2.940</b>	<b>818</b>	<b>25.410</b>

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

De las superficies anteriores sólo hay algunas que son utilizadas para el tratamiento del pasajero ya sea en su flujo de salidas o en el de llegadas.

Los controles de seguridad, pasaportes, counters y cintas de reclamo también son elementos funcionales dentro del flujo del pasajero. Al igual que las superficies funcionales, estos deben ser dimensionados para proporcionar el nivel de calidad de servicio exigido.

**Tabla 9.- Tabla de Elementos y Superficies Funcionales (Valor consensuado 2015)**

	Unidad	Total
Hall de salidas + Check in (incluye zona de colas)	m <sup>2</sup>	3.000
Counters	ud	60
Controles de Seguridad	NAC	ud 3
	INT	ud 2
Área Controles de Seguridad (incluye equipos y zona de colas)	NAC	m <sup>2</sup> 243
	INT	m <sup>2</sup> 216
Controles de Emigración	ud	9 + 1(e-gate)
Área Controles de Emigración	m <sup>2</sup>	345
Sala de abordaje	NAC	m <sup>2</sup> 2.051
	INT	m <sup>2</sup> 1.010
Controles de Inmigración	ud	10 + 1(e-gate)
Área Controles de Emigración	m <sup>2</sup>	556
Cintas de Reclamo de equipajes	NAC	ud 3
	INT	ud 3
Sala de Reclamo de Equipajes	NAC	m <sup>2</sup> 1.172
	INT	m <sup>2</sup> 1.112
Hall de Llegadas	NAC	m <sup>2</sup> 610
	INT	m <sup>2</sup> 616

Fuente: SACSA



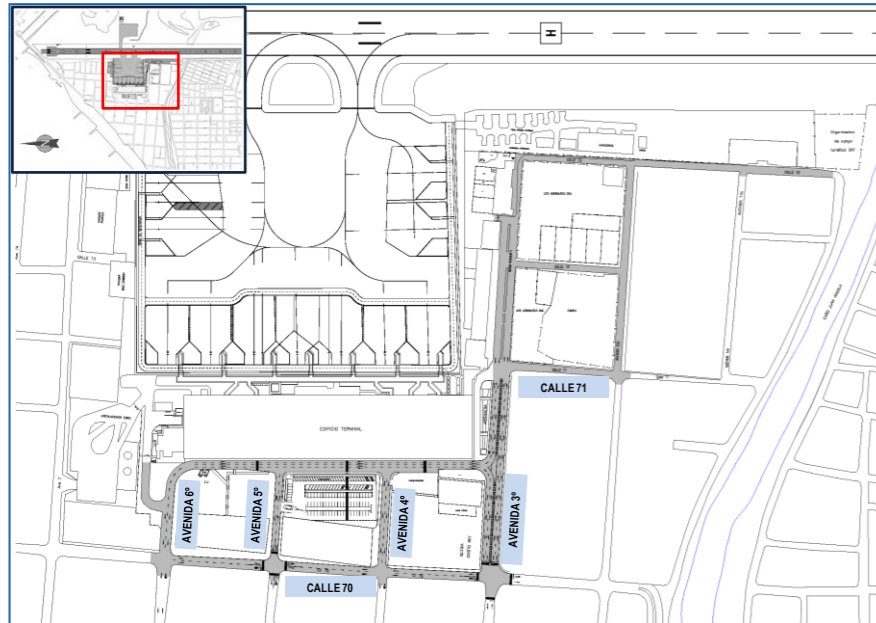
## 2.2. Accesos

El Terminal del Aeropuerto se encuentra ubicado en el interior de la ciudad de Cartagena de Indias y, por consiguiente, sus accesos forman parte de la red viaria urbana. El Terminal se localiza en las cercanías del itinerario principal utilizado para los recorridos entre la ciudad y la ruta 90 A en dirección Barranquilla por el litoral.

Todos los trayectos de acceso al Aeropuerto, tanto desde la ciudad de Cartagena como desde el litoral, van a parar a la calle 70, paralela a la calle 70 A que es el vial de la fachada del Terminal.

El acceso principal al aeropuerto se realiza por tanto desde la calle 70 entrando por la avenida 3ª. Esta avenida es de un único sentido en el tramo entre la calle 70 y el vial principal del aeropuerto, permitiendo acceder a éste por dos de sus carriles como se puede observar en la siguiente ilustración. En cuanto al acceso de los taxis para pasajeros que van del aeropuerto a la ciudad, éstos llegan por la avenida 3ª pero no desde la calle 70 sino desde la calle 71.

Ilustración 33 Viales de acceso al Aeropuerto



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Adicionalmente se puede llegar al aeropuerto girando desde la calle 70 por la avenida 5ª. La avenida dispone de un carril de acceso, desde donde se accede directamente al parqueadero del aeropuerto y a la acera de llegadas internacionales del vial principal de acceso al aeropuerto.

### Viajes desde la Ciudad

En general, se puede acceder, tras cruzar el Caño Juan Angola, por la calle 61 hasta encontrarse con la calle 70. Una vez situados en esta calle, se puede girar por la segunda bocacalle, avenida 3ª, hasta acceder a la fachada del Terminal, calle 70 A.

La calle 70 dispone de un carril por sentido, lo que puede dar lugar a concentraciones de tráfico en determinadas horas del día.

### Viajes desde el litoral (ruta 90 A)

Desde la ruta 90 A y su continuación como Transversal 32, en su tramo urbano, los vehículos alcanzan la calle 70, con dos sentidos de circulación. Tras recorrer esta calle, como en el caso anterior, pueden acceder a la avenida 3ª, si desean recorrer el vial de fachada, o girar previamente en la avenida 5ª, si se dirigen a los aparcamientos.

### Vial Principal

En cuanto a las características del vial principal del aeropuerto, éste consiste en cuatro carriles paralelos que van desde la avenida 3ª a la avenida 6ª a lo largo de la fachada del Edificio Terminal. En la parte sur, la más cercana a la avenida 3ª, frente a las llegadas nacionales, hay dos carriles en la parte derecha dedicados a parada de taxis. El resto del vial queda libre para la circulación y estacionamiento de vehículos para descarga de pasajeros.

La acción de las autoridades permite mantener el vial libre de vehículos en espera. Esta actuación ayuda a reducir el nivel de saturación de vehículos frente al Terminal.

La salida del vial del aeropuerto se puede realizar por las avenidas 4ª, 5ª y 6ª.

Ilustración 34 Acceso al aeropuerto desde la Avenida 3ra



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 35 Avenida 70A. Parada de taxis



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 36 Avenida 70A. Cuatro carriles

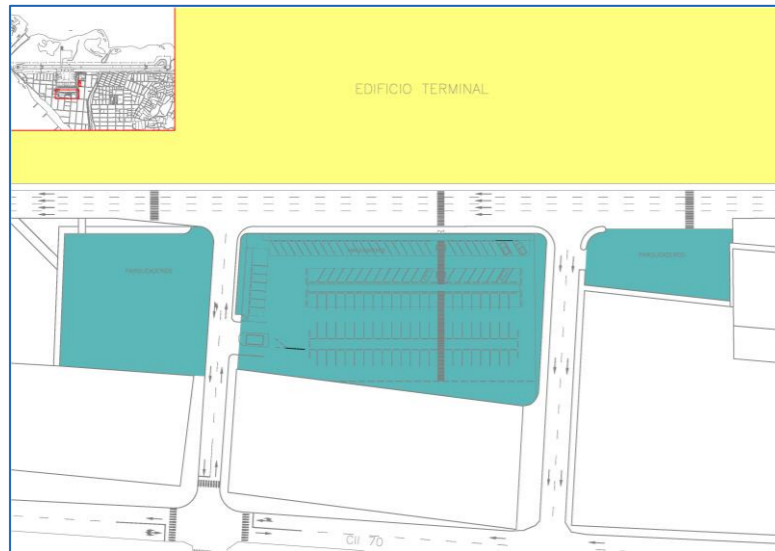


Fuente: Elaboración Propia

### 2.3. Parqueaderos

El aeropuerto dispone de varios parqueaderos distribuidos a lo largo de la fachada del Edificio Terminal.

Ilustración 37 Parqueaderos



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Existe un parqueadero de busetas, ubicado frente a la zona de llegadas nacional, que tiene acceso directo desde el vial principal junto a la esquina con la avenida 3ª. Este parqueadero se usa principalmente por busetas grandes, 18 plazas, disponiendo de una superficie de 1.194 m<sup>2</sup>.

Ilustración 38 Busetas Nacionales



Fuente: Elaboración Propia

El parqueadero ubicado en la zona central está vigilado y es utilizado conjuntamente por empleados y pasajeros, teniendo preferencia de uso estos últimos. El parqueadero vigilado tiene una superficie de 4.320 m<sup>2</sup>, y dispone de techado para varias de las 147 plazas disponibles y 20 para motos.

Ilustración 39 Parqueadero Privado



Fuente: Elaboración Propia

En cuanto al último parqueadero, el ubicado más al norte, justo frente a la zona de llegadas internacionales, dispone de 4.190m<sup>2</sup> y un total de 85 plazas para vehículos y 14 buses.

Ilustración 40 Parqueadero Busetas Internacionales y Administrativo



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10.- Parqueaderos Existentes

Parqueadero	Busetas	Carros	Motos
Norte (Internacional)	14	85	-
Centro (Pasajeros)	-	147	20
Sur (Nacional)	18	-	-
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>232</b>	<b>20</b>

Fuente: Elaboración Propia

Además de los parqueaderos para vehículos privados, existe una zona de estacionamiento de taxis junto al Terminal en su fachada sur, desde la cual se accede directamente a la parada de taxis del vial del aeropuerto.

Ilustración 41 Parqueadero próximo a Taxis



Fuente: Elaboración Propia

También existe un terreno vallado, de 2.555 m<sup>2</sup>, frente a la zona de carga en el lado tierra, utilizado como parqueadero remoto de taxis.



### 3. INSTALACIONES DE APOYO

#### 3.1. Torre de Control

La Torre de Control está integrada en el Edificio Terminal de pasajeros. Desde esta ubicación tiene acceso visual a las dos cabeceras de la pista y a la plataforma en su totalidad.

La Torre de Control es responsable del control visual de las aeronaves en el aterrizaje, mientras que la aproximación se controla desde Barranquilla, donde se encuentra el Centro de Control. La Torre de Control gestiona también la entrada de las aeronaves en plataforma, mientras que el Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias (CECOA) asigna los puestos de estacionamiento.

Ilustración 42 Torre de Control



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

La Torre de Control dispone de una consola para la identificación del correcto funcionamiento de las ayudas luminosas. Existen dos puestos para dos controladores y cada turno está compuesto por tres personas: el controlador principal, el coordinador y el de reserva.

La Torre de Control se alimenta desde dos barras de la Subestación Eléctrica no 2 y está conectada a la barra que recibe alimentación de la planta de emergencia de dicha subestación.

#### 3.2. Servicio de Extinción de Incendios (SEI)

El nivel de protección que proporciona el aeropuerto es 7 atendiendo a la categorización realizada en el Anexo 14 de OACI, en su capítulo 9.

El SEI del Aeropuerto de Cartagena está situado en el lateral sur de la Plataforma Principal, presenta acceso directo a pista y un tanque elevado de llenado rápido entre la zona actual de carga y la zona militar del aeropuerto. El edificio de bomberos consta de todas las instalaciones necesarias: sala de capacitación, cocina, baños, dormitorios, gimnasio e incluso una capilla.

Ilustración 43 SEI



Fuente: Elaboración Propia

La plantilla es de 24 personas y un jefe repartidos en cuatro turnos.

Se dispone de tres vehículos de extinción de incendios cuyas características se reflejan en la siguiente tabla. Todos ellos disponen de espuma de categoría B.

Tabla 11.- Características de los vehículos SEI

Vehículo	Máquina	Agua (gal)	Agentes complementarios (kg)	Régimen de descarga
Bravo 1	Striker-3000	3.000 (11.355,90 l)	205	6.379
Bravo 2	Striker-1500	1.500 (5.677,95 l)	205	5.148
Bravo 3	Striker-1500	1.500 (5.677,95 l)	205	5.148

Fuente: SACSA

#### 3.3. Zona de Carga

El aeropuerto dispone de una zona específica para el tratamiento de las mercancías transportadas tanto en aeronaves comerciales de pasajeros como en aeronaves cargueras puras. Esta zona está ubicada al sur de la plataforma comercial de aeronaves, entre el edificio SEI y la zona de mantenimiento de vehículos. En total, la zona de carga abarca 2.685 m<sup>2</sup> incluyendo el edificio con las bodegas de carga y la zona del lado aire adyacente que llega hasta el vial de servicio en plataforma.

Ilustración 44 Plano de bodegas de carga



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

El edificio destinado al tratamiento de carga está dividido en 5 bodegas. Cada una de ellas es de unas dimensiones diferentes sumando un total de 1.367 m<sup>2</sup>. Actualmente sólo tres de ellas están en uso, por las siguientes compañías: COPA Airlines, LAN y DEPRISA

Ilustración 45 Acceso a las bodegas de carga desde lado tierra



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Las bodegas de carga tienen acceso directo a plataforma así como entradas desde el lado tierra a nivel de los viales, careciendo de muelles de carga y descarga de camiones. El tratamiento de la carga se hace directamente en estas bodegas, a las que se desplazan las distintas autoridades a realizar los controles necesarios.

Ilustración 46 Vista del edificio de bodegas de carga



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### 3.4. Zona de Abastecimiento

#### Combustibles

Existen dos zonas diferenciadas de suministro de combustible: una situada en un recinto vallado ubicado al noroeste del Edificio Terminal y otra al este de la plataforma Echo.

Ilustración 47 Depósitos de combustible al norte del Terminal



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Actualmente está en funcionamiento únicamente la zona ubicada junto a la plataforma Echo, siendo operada por la compañía Terpel.

Ilustración 48 Zona de combustible junto a la plataforma ECHO



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Para la prestación del servicio, Terpel dispone de 2 depósitos para JET A-1, de 42.000 galones cada uno, y otro depósito adicional para AVGAS 100 de 5.000 galones de capacidad. Tanto el reabastecimiento de los depósitos desde el exterior como el suministro a las aeronaves, se realiza a través de camiones cisterna.

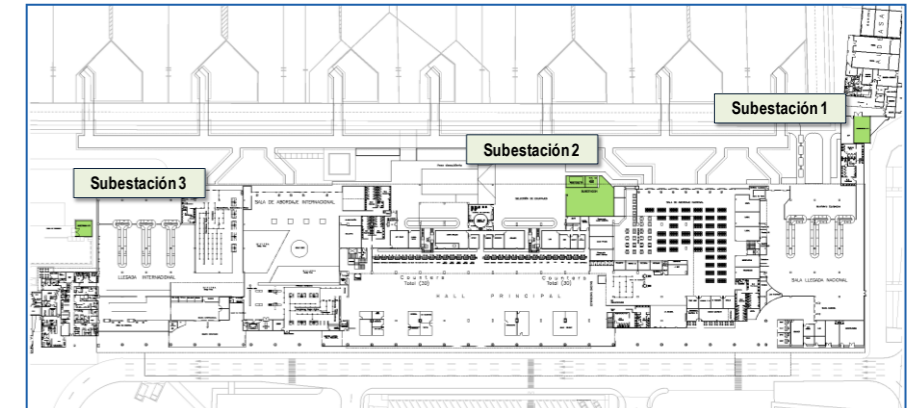
El hecho de que la plataforma principal de estacionamiento de aeronaves y la zona de combustibles estén separadas por la pista, genera un potencial problema operativo, ya que se han de realizar numerosos cruces de pista con las cisternas de combustibles, lo

que podría llegar a limitar el suministro o la capacidad de la pista en condiciones de saturación.

#### Central Eléctrica

El aeropuerto dispone de tres subestaciones. La subestación nº 1 se encuentra anexa al sur del Edificio Terminal, la nº 2 se encuentra entre el patio de carrillos de clasificación y la sala de embarque nacional y finalmente la nº 3 que está ubicada al norte del Edificio Terminal.

Ilustración 49 Plano de ubicación de las subestaciones eléctricas



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Adicionalmente a las subestaciones, existe un grupo de transformadores ubicado entre la subestación eléctrica número 2 y el pasillo de salidas y llegadas de pasajeros. Estos transformadores ocupan una superficie de 60 m<sup>2</sup> y, tal y como se ha indicado, necesitan tener una ventilación directa al exterior. Este requisito implica que cualquier crecimiento del edificio hacia el este hará necesaria su reubicación.

Ilustración 50 Interior de la subestación número 2 y transformadores



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)



### Zona de tratamiento de residuos

El Aeropuerto cuenta con una zona de tratamiento de residuos donde se realizan todas las labores de recogida, separación, almacenamiento y entrega de residuos generados en el Aeropuerto.

Ilustración 51 Plano de ubicación de la zona de tratamiento de residuos



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Se dispone de una zona de clasificación que incluye una zona de residuos sólidos para el traslado y otra de residuos para clasificar. Adicionalmente existe una zona específica para cada uno de los distintos tipos de residuos: papel, vidrio, tóxicos y peligrosos.

Esta zona está ubicada al este del edificio de carga y del SEI tal y como se puede observar en la anterior ilustración.

El acceso para la extracción de los residuos por la compañía encargada de realizar el tratamiento específico necesario para cada tipología de residuo, se realiza desde el lado tierra, por la calle 73 y la avenida 3ª. Este tratamiento tiene lugar ya en las instalaciones de la compañía de tratamiento de residuos, ubicada fuera del recinto del aeropuerto.

### Zona de Mantenimiento

Actualmente el mantenimiento de los vehículos de handling o de personal del aeropuerto se realiza en dos zonas situadas al oeste del edificio de carga y al este del edificio del SEI.

Ilustración 52 Plano de ubicación de las zonas de mantenimiento



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Estas zonas son bastante reducidas y no están suficientemente adecuadas para su correcto funcionamiento. Este hecho se debe a la falta de espacio para el estacionamiento de los vehículos en reparación, ya sea por sus dimensiones o por el número de ellos que pueden llegar a necesitar mantenimiento o reparación simultáneamente.

La zona Oeste, la más cercana al Edificio Terminal, se dedica al mantenimiento de vehículos de SACS, mientras que la zona Este se dedica al mantenimiento de vehículos de agentes handling.

Ilustración 53 Mantenimiento de vehículos – Zona Oeste



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Zona Militar

En el aeropuerto existe una zona militar relativamente reducida. Su ubicación permite el acceso directo desde el lado aire por los viales de servicio y la plataforma, así como por el lado tierra desde la calle 73. La zona militar tiene vigilado y controlado el acceso tanto por el lado aire como por el lado tierra.

En esta zona existen varios hangares de pequeño tamaño así como una plataforma de estacionamiento para helicópteros, cazas y aeronaves de pequeño tamaño. En caso de que sean necesarios puestos de estacionamiento de mayor tamaño, por ejemplo para aeronaves cargueras, suelen ser utilizados los puestos 10 y 11 de la plataforma comercial de pasajeros.

Ilustración 54 Plano de ubicación de las zona militar



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Hangares

En la zona norte adyacente a la plataforma comercial de estacionamiento de aeronaves se ubican cuatro hangares. Estos hangares de estructura abierta con salida directa a plataforma y al vial de servicio tienen usos diferenciados. El ubicado más al oeste es de uso privado mientras que los dos hangares centrales son utilizados por vehículos de handling de Rafael Espinosa. El último de los hangares, el situado más cercano a la pista, es utilizado por Aerosupport, e incluye oficinas en su interior.

Ilustración 55 Plano de ubicación de los hangares



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Ilustración 56 Hangares



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)



4. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN AERONÁUTICA

4.1. Generalidades

El espacio aéreo de Colombia se divide en dos regiones de información aérea denominadas UIR (Región Superior de Información de Vuelo) y FIR (Región de Información de Vuelo), situadas en el espacio aéreo superior e inferior respectivamente. La diferencia entre las dos áreas de información se establece en el nivel de vuelo de las aeronaves. Mientras el UIR controla los niveles de vuelo por encima del FL-245 (24.500 ft), el FIR controla la zona inmediatamente inferior hasta los 17.500 ft. En algunos casos puede alcanzar distancias inferiores del suelo cuando se encuentra en las cercanías de los TMA (Área de Control Terminal) y CTR (Zona de Control).

El espacio aéreo superior localizado en la zona de Cartagena de Indias se controla a través del UTA BARRANQUILLAS (UTA: Área Superior de Control).

En el Centro de Control Barranquilla se gestiona el espacio aéreo superior (UIR BARRANQUILLA), dividido en dos sectores (SECTOR SUR Y SECTOR NORTE), y el espacio aéreo inferior (FIR BARRANQUILLA), también dividido en dos sectores con el mismo nombre.

Dentro del FIR de Barranquilla se define el CTA Barranquilla (Área de Control), con una parte contenida en la zona norte (CTA BAQ NORTE) y otra en la zona sur (CTA BAQ SUR). Las características del CTA se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12.- Clasificación del espacio aéreo y límites

Zona	Clase	Límite
CTA BAQ NORTE	A	FL-245 17.500 ft
CTA BAQ SUR	A	FL-245 17.500 ft

Fuente: AIP COLOMBIA. ENR 2.1-1(08 MAR 12). Aeronáutica Civil

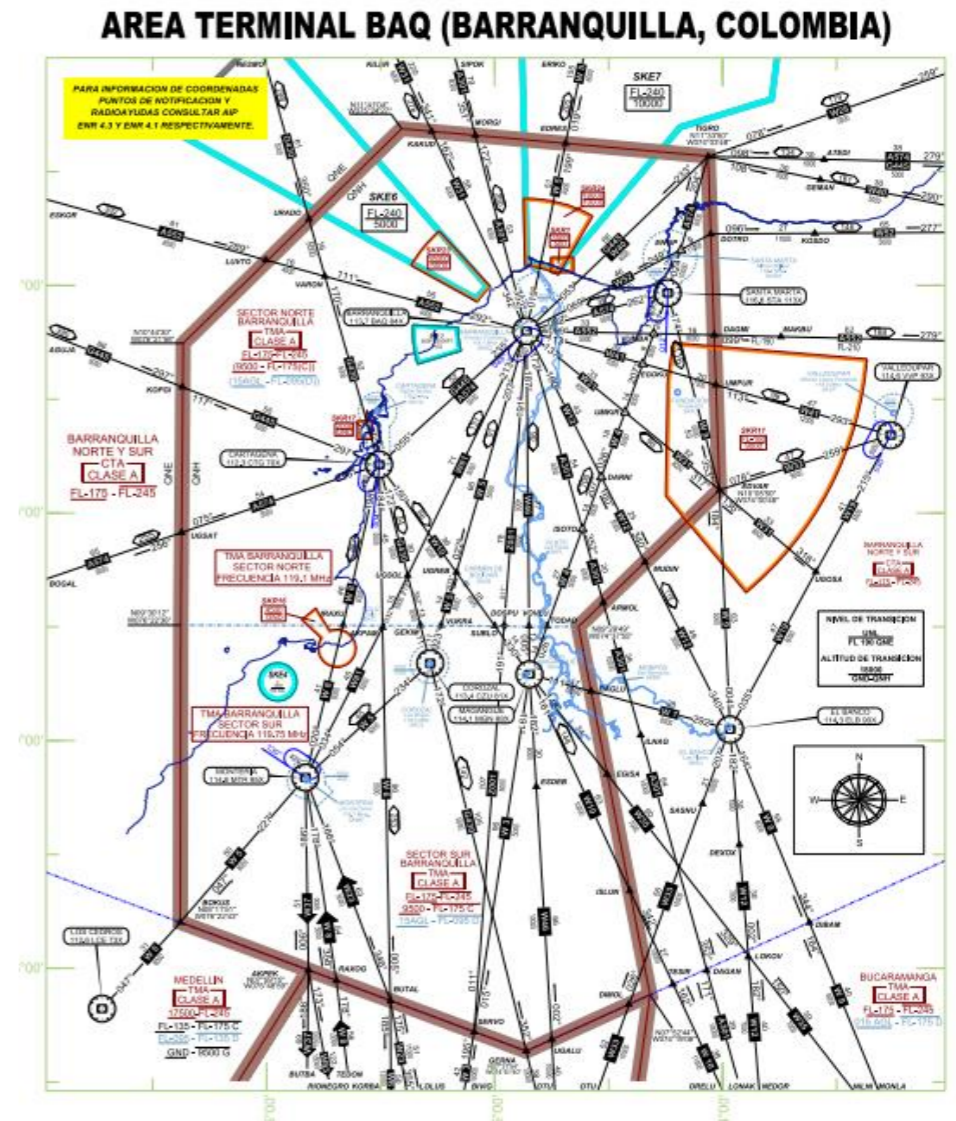
En el espacio aéreo de Barranquilla existen las áreas restringidas o de uso prohibido que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 13.- Áreas restringidas del CTA

ID	Altitud Efectiva	Finalidad	Observaciones
SKR1 BARRANQUILLA	3.500 ft 500 ft	Zona Militar de Instrucción	Espacio Aéreo administrado y controlado por la Fuerza Aérea Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas (JOA) de la Fuerza Aérea Colombiana Se restringe el sobrevuelo de todo tipo de aeronaves dentro de los límites verticales y laterales del área sin la debida autorización Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKR11 BARRANQUILLA	FL-190 9.000 ft	Zona Militar de Instrucción	El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKR16 COVENAS	4.000 ft GND	Zona Militar de Seguridad Nacional	El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana, previo consentimiento de la Jefatura de Operaciones Navales "JONA" de la Armada Nacional Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKR17 TIERRA BOMBA	2.000 ft GND	Zona Militar de Seguridad Nacional	El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana, previo consentimiento de la Jefatura de Operaciones Navales "JONA" de la Armada Nacional Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKR23 BARRANQUILLA	18.000 ft 5.000 ft	Zona Militar de Instrucción	El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKR24 BARRANQUILLA	18.000 ft 10.000 ft	Zona Militar de Instrucción	El ingreso a esta área es autorizado por la Jefatura de Operaciones Aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana Riesgo de interceptación en caso de penetración inadvertida.
SKE6 BARRANQUILLA	FL-240 5.000 ft	Zona Militar de Maniobras e Instrucción Militar	Espacio Aéreo administrado y controlado por la Fuerza Aérea Durante la activación del área, el sobrevuelo de aeronaves civiles puede hacerse previa autorización del Comando Aéreo de Combate No. 3 con sede en Barranquilla, por lo cual las dependencias ATS del Apto Ernesto Cortissoz deben informar de cualquier aeronave que solicite ingresar en la misma
SKE7 BARRANQUILLA	FL-240 10.000 ft	Zona Militar de Maniobras e Instrucción Militar	Espacio Aéreo administrado y controlado por la Fuerza Aérea Colombiana Durante la activación del área, el sobrevuelo de aeronaves civiles puede hacerse previa autorización del Comando Aéreo de Combate No. 3 con sede en Barranquilla, por lo cual las dependencias ATS del Apto Ernesto Cortissoz deben informar de cualquier aeronave que solicite ingresar en la misma

Fuente: AIP COLOMBIA. ENR 5.1-1(15 NOV 12). Aeronáutica Civil

Ilustración 57 TMA de Barranquilla



Fuente: AIP COLOMBIA. TMA BARRANQUILLA (21 JUL 16). Aeronáutica Civil

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Dentro de las dependencias que controlan el espacio aéreo inferior se incluye la oficina de APP BARRANQUILLA (Control de Aproximación) y el ACC BARRANQUILLA (Centro de Control de Área) desde donde se gestionan los puntos de notificación obligatorios de las rutas ATS inferiores.

El aeropuerto de Cartagena de Indias, así como el de Barranquilla, están incluidos en el TMA de Barranquilla, y desde el Centro de control de Barranquilla se realiza el control de la aproximación de ambos aeródromos. El TMA de Barranquilla es un espacio aéreo controlado con las categorías establecidas en la siguiente tabla.

Tabla 14.- Categorías del TMA

Altitud	Categoría
9.500 ft 1.500 AGL	D
17.500 ft 9.500 ft	C
FL-245 17.500 ft	A

Fuente: AIP COLOMBIA. TMA BARRANQUILLA (21 JUL 16). Aeronáutica Civil

En la siguiente ilustración se presenta el TMA de ambos aeropuertos y las rutas ATS de entrada y salida. Cada ruta de entrada o de salida del TMA tiene en su intersección con el espacio aéreo definido por el TMA un punto de notificación obligatorio, en el que la aeronave está obligada a contactar con el organismo de control.

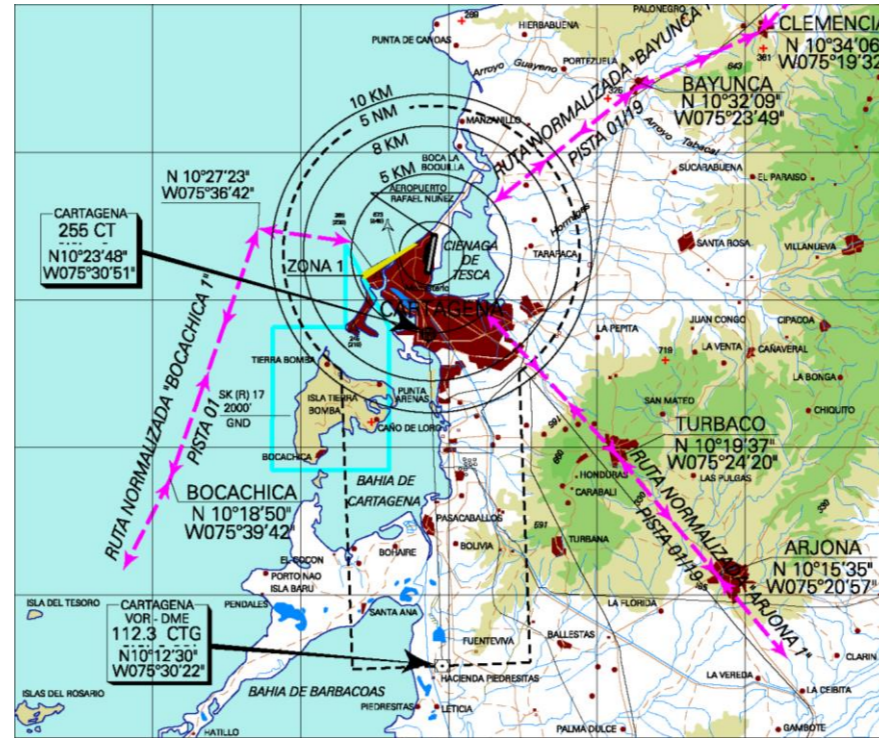
El CTR (Zona de Control) es un círculo de 5 NM de radio, centrado en el ARP del aeropuerto, de coordenadas 10° 26' 33" N y 075° 30' 46" W, con la proyección longitudinal de 10 NM simétricas al radial 358° del VOR/CTG y 6 NM de ancho, 3 NM a cada lado. Está formado por los puntos cuyas coordenadas se definen en la siguiente tabla.

Tabla 15.- Puntos que definen los lados CTG

Punto	Coordenadas
a	10° 12' 33" N 075° 30' 24" W
b	10° 12' 28" N 075° 33' 26" W
c	10° 22' 27" N 075° 33' 42" W
c	10° 22' 36" N 075° 27' 37" W
d	10° 12' 38" N 075° 27' 22" W

En la siguiente ilustración se representa en línea discontinua el CTR del aeropuerto. Al sureste del aeropuerto se encuentra la zona de Tierra Bomba que es un área restringida cuyas características se han descrito en la Tabla 13 y que condiciona la navegación en el área.

Ilustración 58 Zona de Tierra Bomba y CTR del Aeropuerto de Cartagena



Fuente: AIP COLOMBIA. Aeronáutica Civil

Las frecuencias para establecer comunicación con la torre de control del aeropuerto y con el centro de control de aproximación (APP) se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16.- Frecuencia de Servicios

Servicio	Distintivo de llamada	Frecuencia	HR	Observaciones
TWR	Rafael Núñez TWR	118,3 MHz	H24	
		121,5 MHz	H24	Emergencia
APP	Barranquilla APP Norte	119,1 Hz	H24	
	Barranquilla APP Sur	119,75 Hz	H24	

Fuente: AIP COLOMBIA. Aeronáutica Civil

La descripción de las radioayudas para la navegación y el aterrizaje se muestra en la siguiente tabla. Estas radioayudas se encuentran fuera del recinto del aeropuerto, en dirección sur. El VOR y el DME están ubicados a aproximadamente 3,5 kilómetros de la cabecera 01 de la pista mientras que el NDB dista unos 24 kilómetros, estando prácticamente alineadas con el eje de pista.

Tabla 17.- Radioayudas

Localización	Instalación	ID	Frecuencia	Localización	Elevación	Observaciones
CARTAGENA	VOR	CTG	112,3 MHz	10° 12' 30.13" N 075° 30' 21.87" W	165 ft	Cobertura 100 NM a 13.48 NM, rumbo 360°
	DME	CTG	CH 70 X	10° 12' 30.13" N 075° 30' 21.87" W		Cobertura 150NM
	NDB	CT	255 KHz	10° 23' 48" N 075° 30' 51" W	27 ft	Cobertura 50 NM a 2,57 NM del umbral de la pista 01, rumbo 360°. Para área terminal Cartagena.

Fuente: AIP COLOMBIA. Aeronáutica Civil

El aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias se encuentra en las cercanías de una zona de uso restringido, lo que condiciona las rutas de aproximación en llegadas y las salidas. La violación de las normas establecidas podría originar una acción armada por parte de la autoridad militar.



### 4.2. Rutas de Llegada y Salida VFR

Las rutas de llegada y salida correspondientes a reglas de vuelo visual (VFR) son tres por la cabecera 01 y dos por la 19.

#### Ruta Normalizada VFR BAYUNCA 1, Pista 01/19

Para las aeronaves con plan de vuelo VFR cuyo origen/destino sea el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena y que provengan o vuelen a aeropuertos ubicados al Noreste de Cartagena, sobrevolarán los siguientes puntos visuales:

Tabla 18.- Puntos visuales de la ruta normalizada

Punto	Coordenadas
BAYUNCA	10° 32' 09" N 075° 23' 49" W
CLEMENCIA	10° 34' 06" N 075° 19' 32" W

Fuente: AIP COLOMBIA. AD-2-SKACG-VAC. Aeronáutica Civil

El punto de transferencia de comunicaciones será BAYUNCA, frecuencia Rafael Núñez Torre 118,3 MHz y Barranquilla aproximación Norte 119,1 MHz.

#### Ruta Normalizada VFR ARJONA 1, Pista 01/19

Para las aeronaves en plan de Vuelo VFR cuyo origen/destino esté ubicado al Sureste de Cartagena sobrevolarán los siguientes puntos visuales:

Tabla 19.- Puntos visuales de la ruta normalizada

Punto	Coordenadas
TURBACO	10° 19' 37" N 075° 24' 20" W
ARJONA	10° 15' 35" N 075° 20' 57" W

Fuente: AIP COLOMBIA. AD-2-SKACG-VAC. Aeronáutica Civil

El punto de transferencia de comunicaciones será TURBACO, frecuencia Rafael Núñez Torre 118,3 MHz y Barranquilla aproximación Norte 119,1 MHz.

#### Ruta Normalizada VFR BOCACHICA 1, Pista 01

Por último, existe otra ruta normalizada VFR que bordea la línea de costera pasando por BOCACHICA:

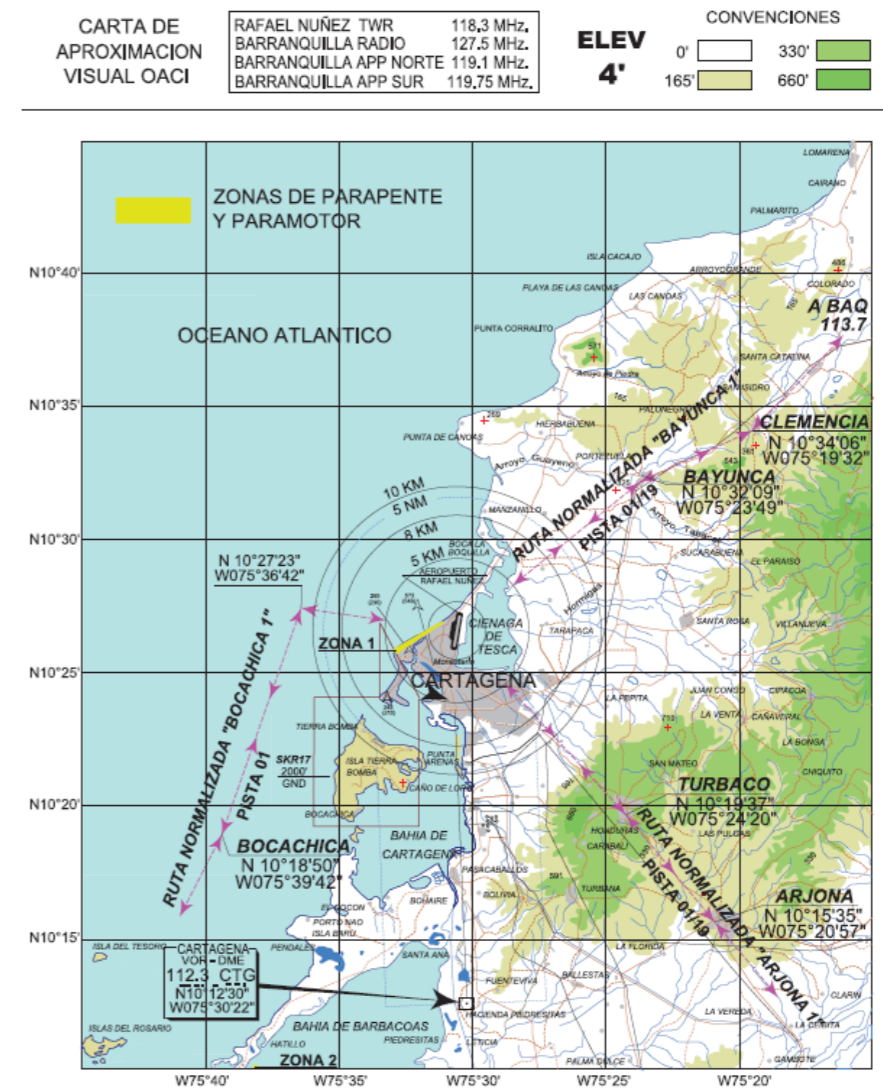
Tabla 20.- Puntos visuales de la ruta normalizada

Punto	Coordenadas
BOCACHICA	10° 18' 50" N 075° 39' 42" W

Fuente: AIP COLOMBIA. AD-2-SKACG-VAC. Aeronáutica Civil

El punto de transferencia de comunicaciones es BOCACHICA, frecuencia Rafael Núñez Torre 118,3 MHz y Barranquilla aproximación Norte 119,1 MHz.

Ilustración 59 Rutas de llegada y salida por procedimientos visuales



Fuente: AIP COLOMBIA. AD-2-SKACG-VAC. Aeronáutica Civil

### 4.3. Rutas de Salida SID

El aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias dispone de salidas normalizadas por instrumentos sólo para la pista 01. Como se ha indicado anteriormente, existen salidas VFR para ambas pistas.

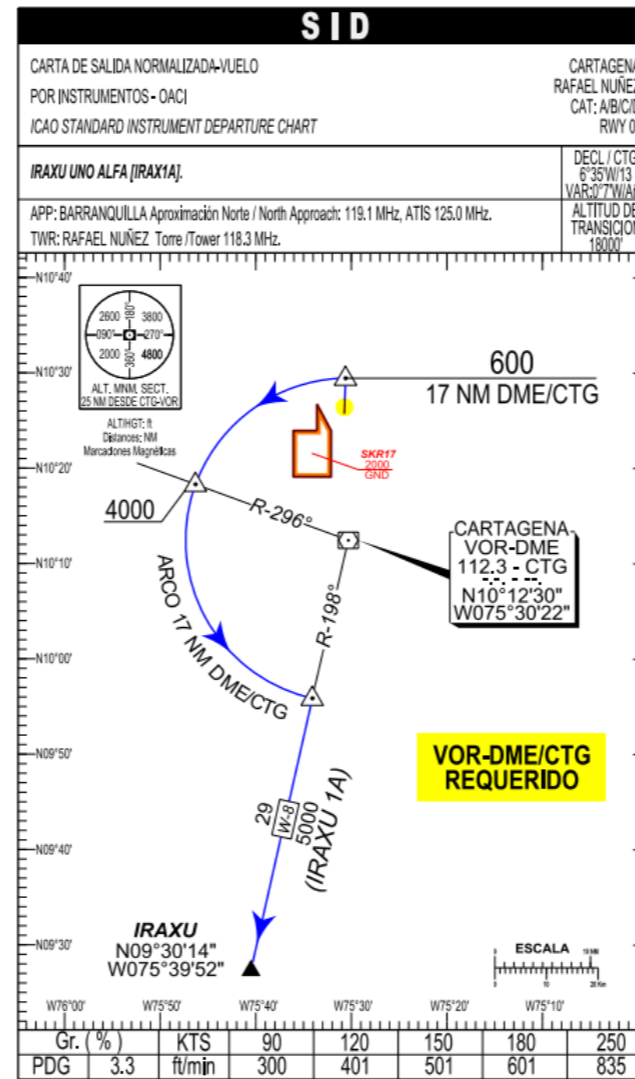
#### Rutas de Salida en IFR

El Aeropuerto dispone de varias salidas por instrumentos para la pista 01 denominadas: IRAXU 1A, KOPGI 1A, BARRANQUILLA 2A, CARTAGENA 1D, VARON 1ª y UGSOL 1C. En ellas se utiliza como radioayuda el VOR-DME de Cartagena. A continuación se describen estas rutas de salida:

#### IRAXU 1A

Tras el despegue por la pista 01 se alcanza un punto de notificación facultativo a 600 ft. Se enlaza con el arco 17 NM DME y hasta interceptar el radial 296°. Continuando por el arco 17 NM DME se encuentra otro punto de notificación facultativo a 4.000 ft. Prosiguiendo por el mismo arco se intercepta el radial 198° en otro punto de notificación facultativo. Desde ese punto se accede a la aerovía W-8. A 29 NM del anterior punto de notificación se encuentra un punto de notificación obligatorio con denominación IRAXU (09° 30' 14" N y 075° 39' 52" W) a una altura de 5.000 ft.

Ilustración 60 Salida normalizada IRAXU 1 A

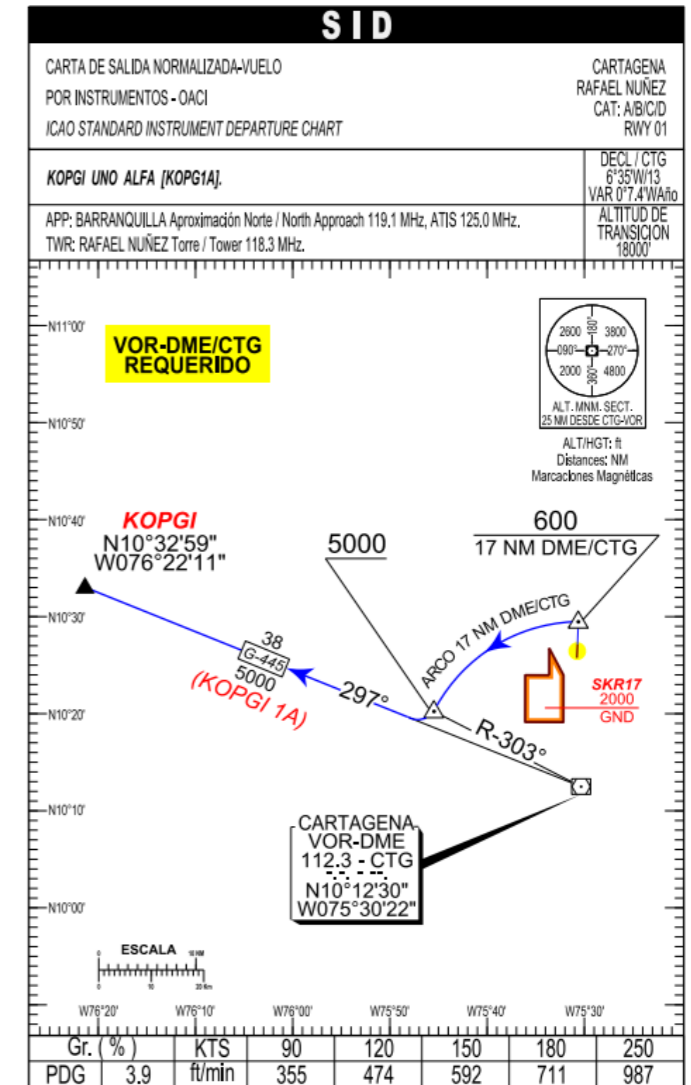


Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 1 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

#### KOPGI 1A

Tras el despegue por la pista 01 se alcanza un punto de notificación facultativo a una altura de 600 ft. En ese punto se enlaza con el arco 17NM DME hasta la intercepción del radial 303° donde se encuentra otro punto de notificación facultativo que se debe sobrevolar a 5.000 ft, manteniéndose posteriormente esta altura. En ese punto se realiza un arco de transición hasta enlazar con el radial 297° en la aerovía G-445. A 38 NM del segundo punto de notificación se alcanza otro obligatorio con denominación KOPGI (10° 32' 59" N y 076° 22' 11" W).

Ilustración 61 Salida normalizada KOPGI 1 A



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 2 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

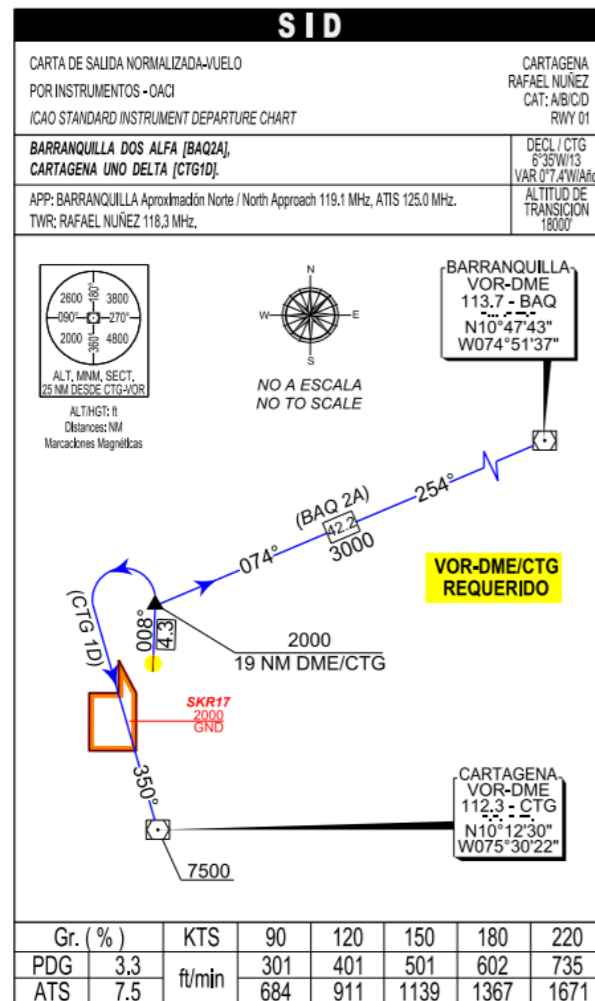


BAQ 2A y CTG 1D

Tras el despegue por la pista 01, se continúa la ascensión con rumbo 08° hasta interceptar el radial 253° del VOR-DME de Barranquilla a 19 NM DME de Cartagena. En el punto de intercepción se encuentra un punto de notificación obligatorio que se debe sobrevolar a 2.000 ft. Desde este punto existe la salida a:

- BARRANQUILLA 2A por la aerovía 42.2 y una altura de 3.000 ft.
- CARTAGENA 1D hacia el VOR DME de Cartagena por el radial 350° del mismo alcanzando una altura de 7.500 ft antes de llegar al VOR-DME y sobrevolando la zona de Tierra de Bomba por encima de los 2.000 ft

Ilustración 62 Salida normalizada BAQ 1A y CTG 1D

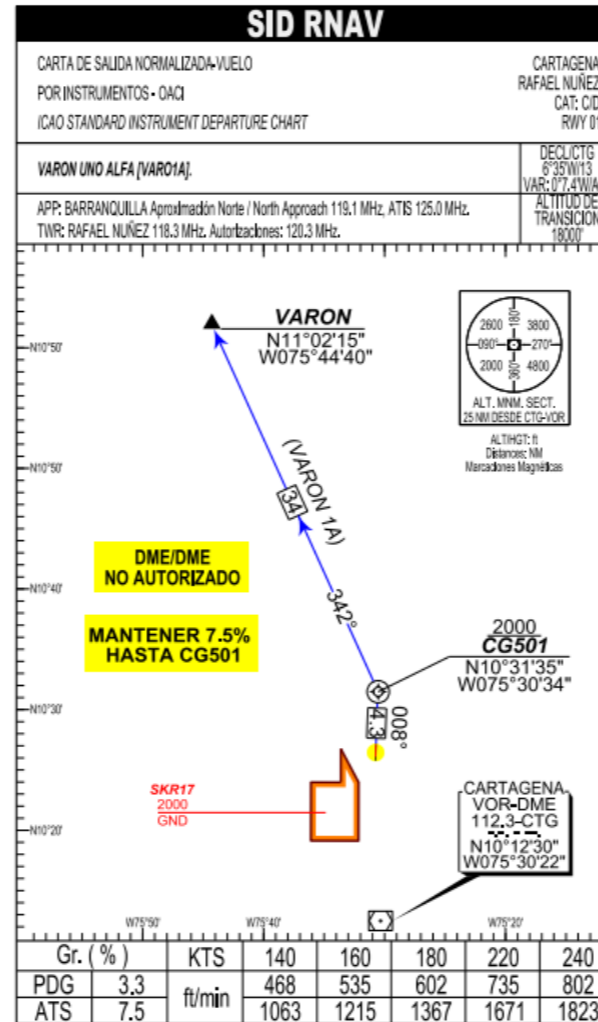


Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 3 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

VARON 1A

Tras el despegue por la pista 01 y con rumbo 008° mantenido durante 4,3 NM y 7,5% de ascenso, se alcanza punto de recorrido de sobrevuelo a 2.000 ft denominado CG501 (10° 31' 35" N, 075° 30' 34" W). Se continúa 34 NM con rumbo 342° hasta alcanzar el punto de notificación obligatorio VARON (11° 02' 15" N, 075° 44' 40" W).

Ilustración 63 Salida por instrumentos Cartagena

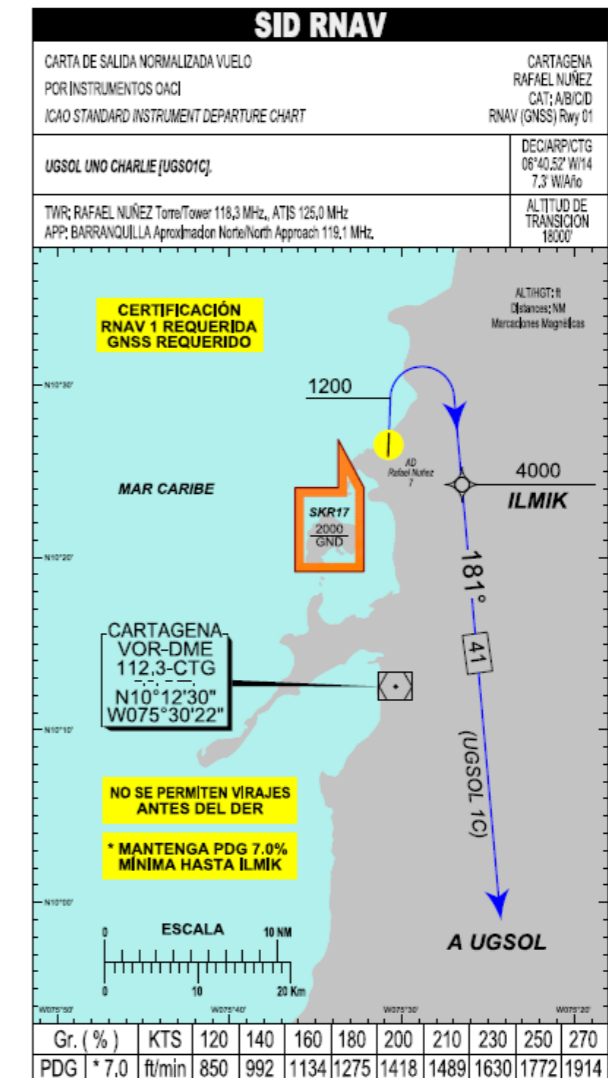


Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 4 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

UGSOL 1C

Tras el despegue por la pista 01 y con rumbo 009° mantenido mínimo un PDG de 7% de ascenso, se alcanza punto de recorrido de sobrevuelo a 4000 ft denominado ILMIK (10° 24' 13,32" N, 075° 26' 30,96" W). Se continúa 41 NM con rumbo 181° hasta alcanzar el punto de notificación obligatorio UGSOL (09° 43' 19,00" N, 075° 22' 53" W).

Ilustración 64 Salida por instrumentos Cartagena – UGSOL 1C



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 5 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

**BUTAL 1B**

Tras el despegue por la pista 01 y con rumbo 009º mantenido durante 2,3 NM y 7% de ascenso, se alcanza punto de recorrido de sobrevuelo a 1.000 ft denominado CG001 (10º 29' 30.69" N, 075º 30' 39.29" W). Se continúa con PDG 7% hasta sobrevolar a 4.000 ft el punto de notificación obligatorio ESKAB (10º 26' 02" N, 075º 37' 06.25" W). Se continúa 155NM con rumbo 183º hasta el punto de notificación obligatorio BUTAL (07º51'13" N, 075º27'26" W).

Ilustración 65 Salida por instrumentos Cartagena – BUTAL 1B



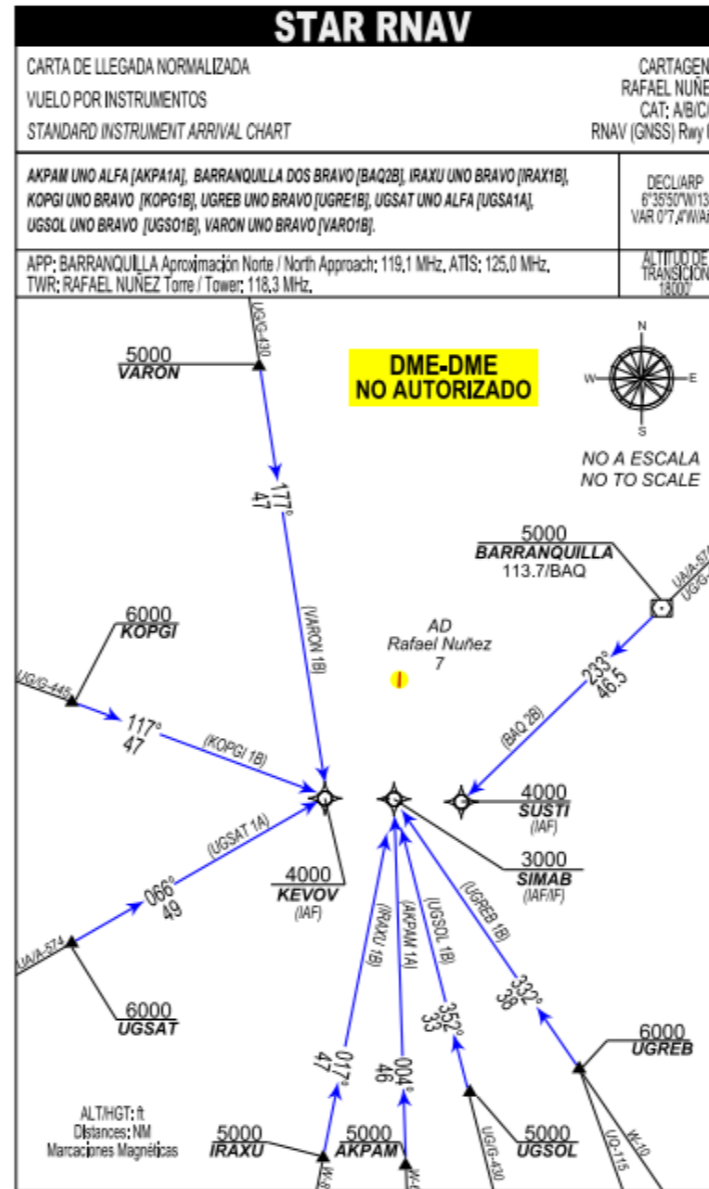
Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-SID 5 (16 OCT 14). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

**4.4. Rutas de Llegada RNAV STAR**

**Pista 01**

Las rutas de llegada que corresponden a reglas de vuelo por instrumentos para la pista 01 son ocho tal y como se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 66 Salida por instrumentos Cartagena- Rwy 01



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Todas las rutas de llegadas normalizadas en vuelo por instrumentos comienzan en un punto de notificación obligatorio a excepción de la RNAV Pista 01 / BAQ 2B que comienza en el VOR/DME de Barranquilla.

En las siguientes tablas se encuentran los puntos de las ocho rutas ilustradas en la carta de llegada normalizada:

Tabla 21.- Aproximación RNAV Pista 01 / VARON 1B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
VARON	11º02'15.00" N 075º44'40.00" W	X	X	X	5.000	X
KEVOV (IAF)	10º16'03.10" N 075º37'18.35" W	177º	47	X	4.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 22.- Aproximación RNAV Pista 01 / BAQ 2B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
BAQ	10º47'43.03" N 074º51'36.90" W	X	X	X	5.000	X
SUSTI (IAF)	10º15'32.94" N 075º25'08.86" W	232º	46	X	4.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 23.- Aproximación RNAV Pista 01 / UGREB 1B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
UGREB	09º44'10.00" N 075º10'02.00" W	X	X	X	6.000	X
SIMAB (IAF)	10º15'48.08" N 075º31'13.60" W	332º	38	X	3.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 24.- Aproximación RNAV Pista 01 / UGSOL 1B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
UGSOL	09º43'19.00" N 075º22'53.00" W	X	X	X	5.000	X
SIMAB (IAF)	10º15'48.08" N 075º31'13.60" W	352º	33	X	3.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil



Tabla 25.- Aproximación RNAV Pista 01 / AKPAM 1A

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
AKPAM	09°29'36.00'' N 075°29'29.00'' W	X	X	X	5.000	X
SIMAB (IAF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	364º	46	X	3.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 26.- Aproximación RNAV Pista 01 / IRAXU 1B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
IRAXU	09°30'14.00'' N 075°39'52.00'' W	X	X	X	5.000	X
SIMAB (IAF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	017º	47	X	3.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 27.- Aproximación RNAV Pista 01 / UGSAT 1A

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
UGSAT	09°54'36.00'' N 076°22'23.00'' W	X	X	X	6.000	X
KEVOV (IAF)	10°16'03.10'' N 075°37'18.35'' W	066º	49	X	4.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 28.- Aproximación RNAV Pista 01 / KOPGI1B

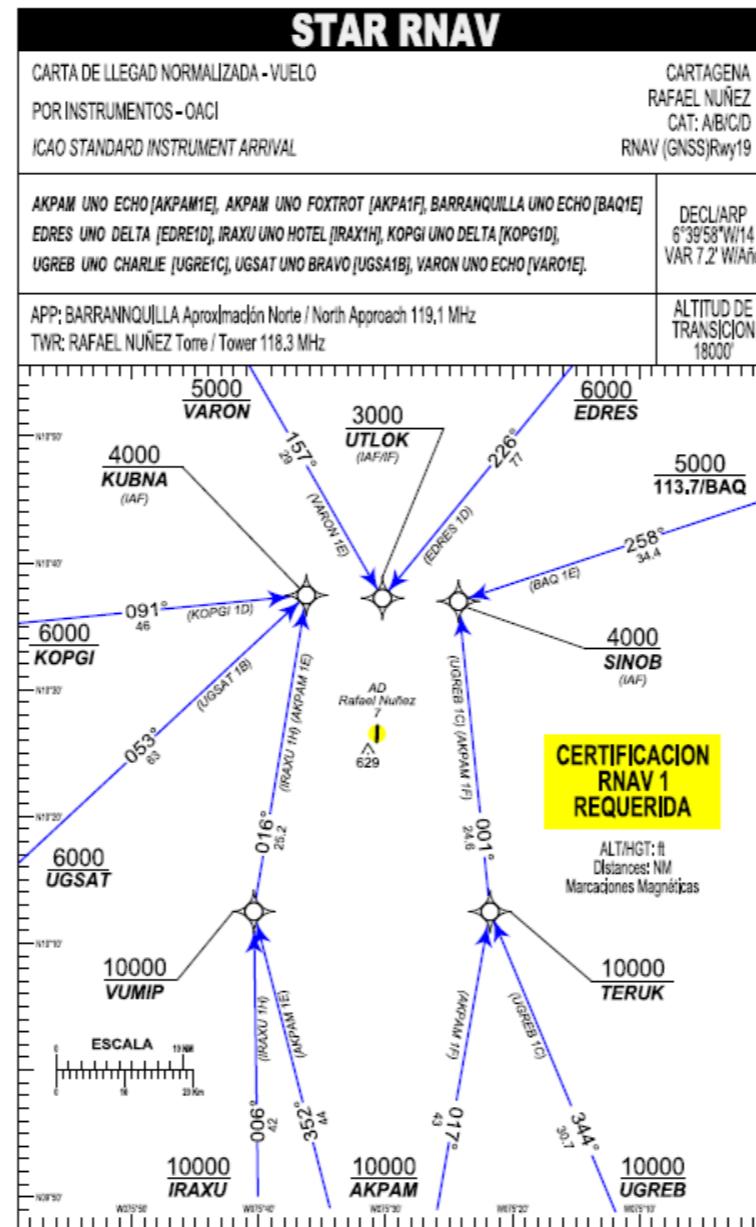
Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
KOPGI	10°32'59.00'' N 076°22'11.00'' W	X	X	X	6.000	X
KEVOV (IAF)	10°16'03.10'' N 075°37'18.35'' W	116º	47	X	4.000	X

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 1 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Pista 19

Las rutas de llegada que corresponden a reglas de vuelo por instrumentos para la pista 19 son nueve tal y como se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 67 Salida por instrumentos Cartagena- Rwy 19



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 29.- Aproximación RNAV Pista 19 / BAQ 1E

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
BAQ	10°47'48.00'' N 074°51'37.00'' W	X	X	X	5.000+	X
SINOB (IAF)	10°36'57.92'' N 075°24'21.15'' W	258º	34,4	X	4.000	200

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 30.- Aproximación RNAV Pista 19 / KOPGI 1D

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
KOPGI	10°32'59.00'' N 076°22'11.00'' W	X	X	X	6.000+	X
KUBNA (IAF)	10°37'26.50'' N 075°36'21.27'' W	091º	46	X	4.000	200

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Tabla 31.- Aproximación RNAV Pista 19 / UGSAT 1B

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
UGSAT	09°54'36.00'' N 076°22'23.00'' W	X	X	X	6.000+	X
KUBNA (IAF)	10°37'26.50'' N 075°36'21.27'' W	053º	63	X	4.000	200

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-STAR 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil





**Aproximación RNAV Pista 01**

Este tipo de aproximación es sólo GNSS. Para realizar esta aproximación se parte de uno de los tres puntos de paso con notificación obligatoria, los denominados KEVOV, SIMAB y SUSTI.

El tramo final de la aproximación es común a las aproximaciones desde cualquiera de los tres puntos, desde el punto SIMAB (AIF/IF) a una altura de 3.000 ft con rumbo 009º descendente durante 5 NM, se llega al DADIT (FAF) ubicado a 5 NM de la cabecera de pista 01 y a 1.640 ft de altura.

En la siguiente tabla se muestran las aproximaciones desde los puntos de paso KEVOV y SUSTI.

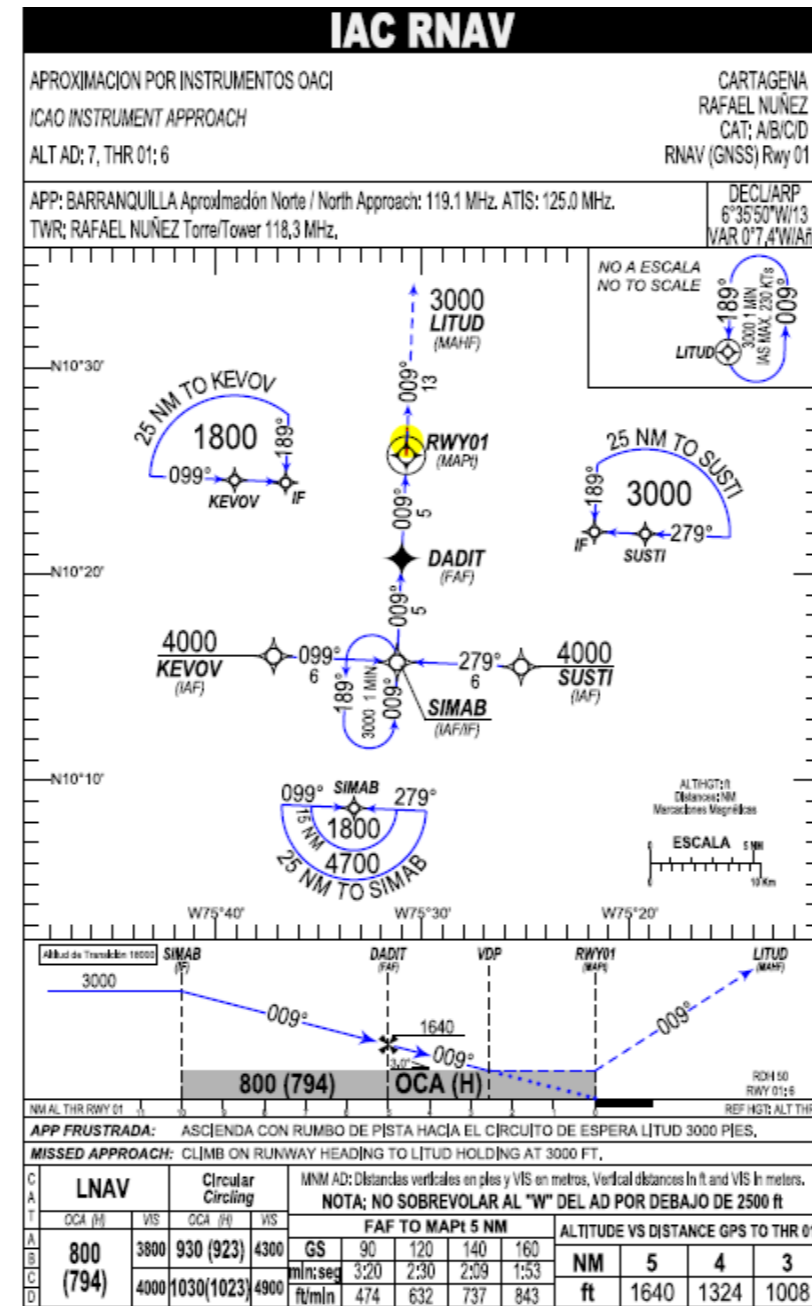
Tabla 38.- Aproximación RNAV desde los puntos laterales KEVOV y SUSTI

Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
Barra en tramo inicial lateral izquierdo						
KEVOV (IAF L)	10°16'03.10'' N 075°37'18.35'' W	X	X	X	4.000	X
SIMAB (IAF/IF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	099º	6	L	3.000	X
DADIT (FAF)	10°20'49.09'' N 075°31'00.91'' W	009º	5	X	1.640	X
RWY01 (MAPt)	10°25'50.00'' N 075°30'47.95'' W	009º	5	X	800	X
LITUD (MAHF)	10°38'33.79'' N 075°30'15.87'' W	009º	13	X	3.000	230
Barra en tramo inicial lateral derecho						
SUSTI (IAF R)	10°15'32.94'' N 075°25'08.86'' W	X	X	X	4.000	X
SIMAB (IAF/IF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	279º	6	R	3.000	X
DADIT (FAF)	10°20'49.09'' N 075°31'00.91'' W	009º	5	X	1.640	X
RWY01 (MAPt)	10°25'50.00'' N 075°30'47.95'' W	009º	5	X	800	X
LITUD (MAHF)	10°38'33.79'' N 075°30'15.87'' W	009º	13	X	3.000	230

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-IAC 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Para la aproximación frustrada se asciende con el mismo rumbo de la pista hacia el circuito de espera LITUD (MAHF) a una altura de 3.000 ft.

Ilustración 69 Aproximación RNAV Pista 01



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-IAC 2 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

**Aproximación RNAV Pista 19**

Este tipo de aproximación es sólo GNSS. Para realizar esta aproximación se parte de uno de los tres puntos de paso con notificación obligatoria, los denominados KUBNA, SINOB, y UTLOK.

El tramo final de la aproximación es común a las aproximaciones desde cualquiera de los tres puntos, desde el punto UTLOK (IF) a una altura de 3.000 ft con rumbo 189º descendente durante 5 NM, se llega al PULIK (FAF) ubicado a 5 NM de la cabecera de pista 19y a 1.640 ft de altura.

En la siguiente tabla se muestran las aproximaciones desde los puntos de paso KUBNA, UTLOK Y SINOB

Tabla 39.- Aproximación RNAV desde los puntos KUBNA, UTLOK y SINOB

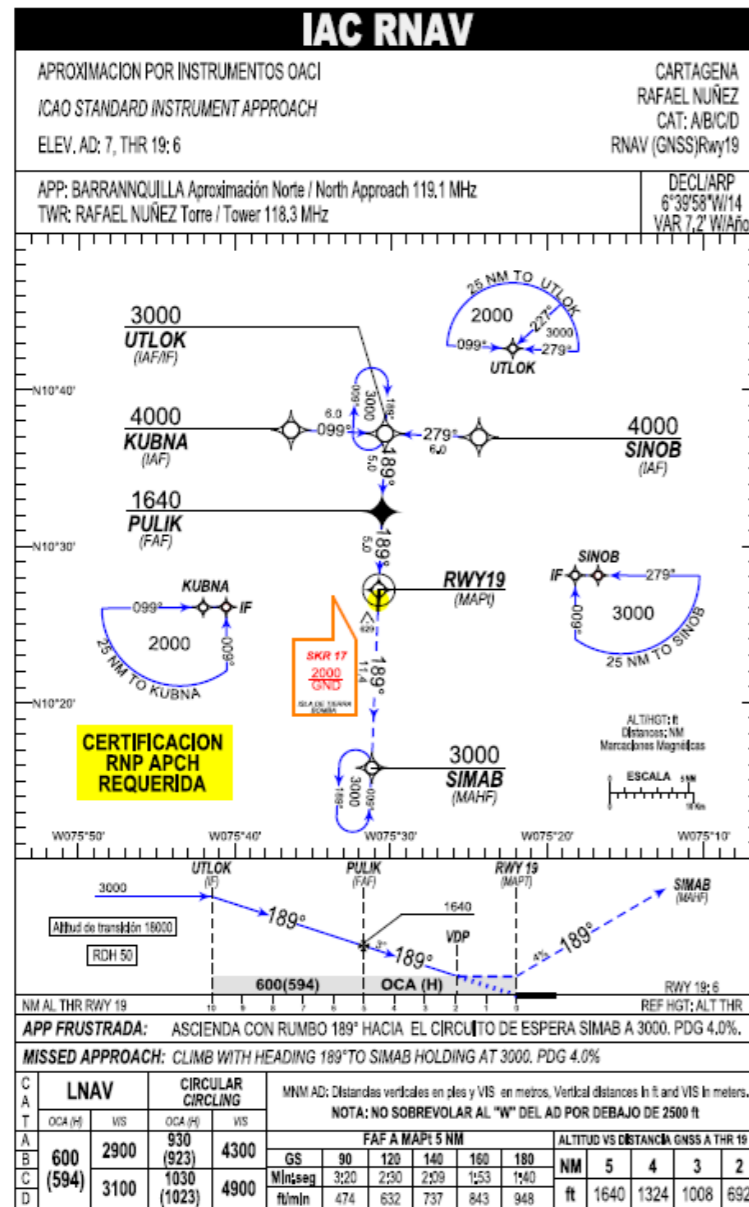
Punto	Coordenadas	Rumbo	Distancia entre puntos	Dirección del viraje	Altitud	Límite de velocidad
Barra en tramo inicial lateral izquierdo						
KUBNA (IAF)	10°37'26.50'' N 075°36'21.27'' W	X	X	X	4.000	200
UTLOK (IF)	10°37'12.30'' N 075°30'20.84'' W	099º	6	R	3.000	180
PULIK (FAF)	10°32'12.54'' N 075°30'32.82'' W	189º	5	X	1.640	X
RWY19 (MAPt)	10°27'12.80'' N 075°30'44.80'' W	189º	5	X	600	X
SIMAB (MAHF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	189º	11,4	X	3.000	200
Barra en tramo central						
UTLOK (IAF/IF)	10°37'12.30'' N 075°30'20.84'' W	X	X	X	3.000	180
PULIK (FAF)	10°32'12.54'' N 075°30'32.82'' W	189º	5	X	1.640	X
RWY19 (MAPt)	10°27'12.80'' N 075°30'44.80'' W	189º	5	X	600	X
SIMAB (MAHF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	189º	11,4	X	3.000	200
Barra en tramo lateral izquierdo						
SINOB (IAF)	10°36'57.92'' N 075°24'21.15'' W	X	X	X	4.000	200
UTLOK (IAF/IF)	10°37'12.30'' N 075°30'20.84'' W	279º	6	L	3.000	180
PULIK (FAF)	10°32'12.54'' N 075°30'32.82'' W	189º	5	X	1.640	X
RWY19 (MAPt)	10°27'12.80'' N 075°30'44.80'' W	189º	5	X	600	X
SIMAB (MAHF)	10°15'48.08'' N 075°31'13.60'' W	189º	11,4	X	3.000	200

Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-IAC 3 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Para la aproximación frustrada se asciende con rumbo 189º y PDG 4% hacia el circuito de espera SIMAB (MAHF) a una altura de 3.000 ft.

Ilustración 70 Aproximación RNAV Pista 19



Fuente: AIP COLOMBIA. AD2-SKCG-IAC 3 (04 FEB 16). Grupo de Procedimientos Aeronáutica Civil





# Capítulo 4.

## EVOLUCIÓN PREVISIBLE DE LA DEMANDA



CONTENIDO

**EVOLUCIÓN PREVISIBLE DE LA DEMANDA ..... 3**

1. ANTECEDENTES ..... 3

2. ESTUDIO DE LOS CONDICIONANTES SOCIOECONÓMICOS ..... 4

    2.1. Población ..... 4

    2.2. Producto Interior Bruto ..... 5

    2.3. Turismo ..... 6

    2.4. Economía de Cartagena ..... 7

3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO ..... 8

    3.1. Clase de tráfico ..... 8

    3.2. Tráfico Comercial ..... 9

    3.3. Estacionalidad ..... 11

    3.4. Compañías mayoritarias en el Aeropuerto Rafael Núñez ..... 11

    3.5. Rutas ..... 12

    3.6. Flota usuaria del Aeropuerto Rafael Núñez ..... 13

    3.7. Análisis del tráfico en periodos pico y valores de diseño ..... 14

4. PREVISIONES DE TRÁFICO COMERCIAL ..... 17

    4.1. Metodología general de cálculo ..... 17

5. SEGMENTOS DE TRÁFICO ..... 17

    5.1. Definición de parámetros estadísticos para la determinación de la demanda a largo plazo ..... 17

    5.2. Previsiones de Tráfico de Pasajeros a corto plazo ..... 19

    5.3. Definición de Escenarios ..... 22

    5.4. Previsiones de tráfico de Pasajeros ..... 23

    5.5. Previsiones de operaciones ..... 24

    5.6. Previsiones de valores de diseño ..... 26

    5.7. Análisis del día tipo ..... 28

5.8. Evolución previsible del día tipo ..... 30

**DEMANDA ESPERADA PASAJEROS ..... 31**

**DEMANDA ESPERADA OPERACIONES ..... 32**

**VALORES DE DISEÑO / DMMP ..... 34**





# EVOLUCIÓN PREVISIBLE DE LA DEMANDA

## 1. ANTECEDENTES

Los principales antecedentes estudiados han sido el vigente Plan Maestro de Desarrollo Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias aprobado en Enero de 2015 así como el Diseño Funcional del Edificio Terminal, ambos preparados por la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA), con la colaboración de INECO.

Los datos de tráfico reales se han tomado de los proporcionados por la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA). Están también disponibles datos de Aerocivil que presentan ciertas diferencias respecto a los proporcionados por SACSA y que sólo se han utilizado para algunas comprobaciones puntuales. La diferencia entre los valores presentados por SACSA y Aerocivil rondan entre el 0,6% y el 2,3% entre los años 2011 y 2015:

Tabla 1.- Diferencia en el número den pasajeros totales declarados entre Aerocivil y SACSA, concesionaria del Aeropuerto

Año	Pasajeros Totales		
	AEROCIVIL	SACSA	% <sup>(1)</sup>
2011	2.141.264	2.154.419	0,61%
2012	2.815.734	2.881.795	2,35%
2013	3.346.766	3.396.928	1,47%
2014	3.388.520	3.441.749	1,57%
2015	3.898.628	3.959.742	1,57%

(1) Incremento de los datos de SACSA sobre Aerocivil  
Fuente: SACSA. Aerocivil. Oficina de Transporte Aéreo. Grupo de Estudios Sectoriales

Se incluyen a continuación los datos de previsiones contemplados en el Plan Maestro vigente (SACSA en 2012).

Las previsiones del Plan Maestro vigente coinciden con las incluidas en el Diseño Funcional del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias. Las previsiones se realizaron utilizando la combinación de dos metodologías: Top-Down para medio y largo plazo y Bottom-Up para las previsiones a corto plazo. Los parámetros utilizados en la metodología Top-Down son el Producto Interior Bruto (PIB) de Colombia para el tráfico nacional) y el PIB de EEUU (para el internacional) y sus previsiones a largo plazo, las series históricas de tráfico y la estimación de las operaciones, utilizando los datos de las

compañías respecto a frecuencias, pasajeros transportados,...para aplicar los parámetros de Pasajero/aeronave (PAX/AVO), tamaño medio de aeronave (TMA) y el factor de ocupación (FO). En la metodología Bottom-Up se alisan los datos de previsión obtenidos en la Top-Down considerando el análisis de tráfico histórico y aquellos impactos que pueden afectar a la demanda. Se citan, como ejemplo, los aumentos en las frecuencias a Bogotá de Avianca, reducciones en la misma ruta de LAN y Copa, el aumento de Copa de aviones tipo B737 frente al ERJ 190, incremento en el número de frecuencias de Jet Blue a Nueva York,...

Los resultados de las previsiones para pasajeros, operaciones y parámetro pasajero/aeronave segmentados en tráfico Nacional e Internacional del Plan Maestro vigente son las siguientes:

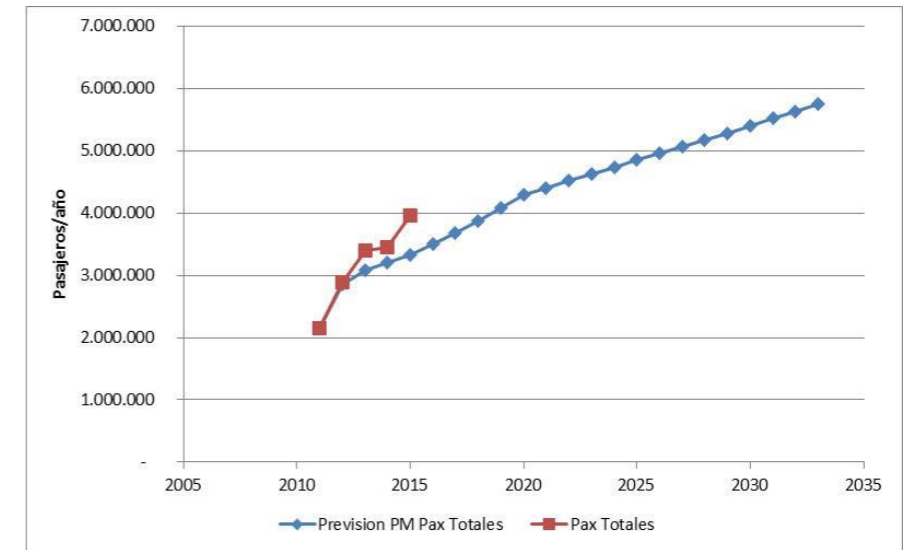
Tabla 2.- Previsión de tráfico de pasajeros incluido en el Plan Maestro vigente, elaborado en 2012 y aprobado en Enero 2015

	2012	2020	2025	2035
<b>Pasajeros Nacionales</b>	2.589.123	3.743.200	4.192.000	5.136.400
% Tasa crecimiento periodo	--	4,7%	2,3%	2,1%
<b>Operaciones Nacionales</b>	25.412	35.890	39.620	47.210
% Tasa crecimiento periodo	--	4,4%	2,0%	1,8%
<b>Pasajeros / Aeronave Nacional</b>	102	104	106	109
% Tasa crecimiento periodo	--	0,3%	0,3%	0,3%
<b>Pasajeros Internacionales</b>	270.883	557.500	663.300	871.500
% Tasa crecimiento periodo	--	9,4%	3,5%	2,8%
<b>Operaciones Internacionales</b>	2.964	5.400	6.290	7.920
% Tasa crecimiento periodo	--	7,8%	3,1%	2,3%
<b>Pasajeros / Aeronave Internacional</b>	91,00	103	105	110
% Tasa crecimiento periodo	--	1,5%	0,4%	0,4%
<b>Pasajeros Comerciales</b>	2.860.006	4.300.700	4.855.300	6.007.900
% Tasa crecimiento periodo	--	5,2%	2,5%	2,2%
<b>Operaciones Comerciales</b>	28.376	41.290	45.910	55.130
% Tasa crecimiento periodo	--	4,8%	2,1%	1,8%
<b>Pasajeros / Aeronave Comerciales</b>	101	104	106	109
% Tasa crecimiento periodo	--	0,4%	0,3%	0,3%

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

La gráfica que se adjunta a continuación muestra la comparativa entre las previsiones de tráfico realizadas en la fase de preparación del Plan Maestro y los datos de tráfico disponibles hasta el año 2015 (Fuente: Aerocivil):

Gráfico 1 Comparación entre las Previsiones del Plan Maestro vigente y los datos de tráfico reales del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Plan Maestro vigente. Aerocivil. Oficina de Transporte Aéreo. Grupo de Estudios Sectoriales

Se observa en la gráfica anterior que el tráfico real en el Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias ha superado desde el primer momento a las previsiones realizadas, alcanzando una diferencia del 17,15% en el año 2015:

Tabla 3.- Diferencia entre el tráfico previsto y el real entre los años 2013 y 2015

Año	Pasajeros Totales		
	Previsión PM	Pasajeros Comerciales (Aerocivil)	% sobre los datos previstos
2013	3.007.674	3.346.766	11,27 %
2014	3.163.514	3.388.520	7,11 %
2015	3.328.026	3.898.628	17,15 %

Fuente: Plan Maestro Vigente. Aerocivil. Oficina de Transporte Aéreo. Grupo de Estudios Sectoriales

La realidad ha superado las expectativas alcanzándose en 2015 niveles de tráfico no esperados hasta el año 2018 en las previsiones del Plan Maestro vigente.

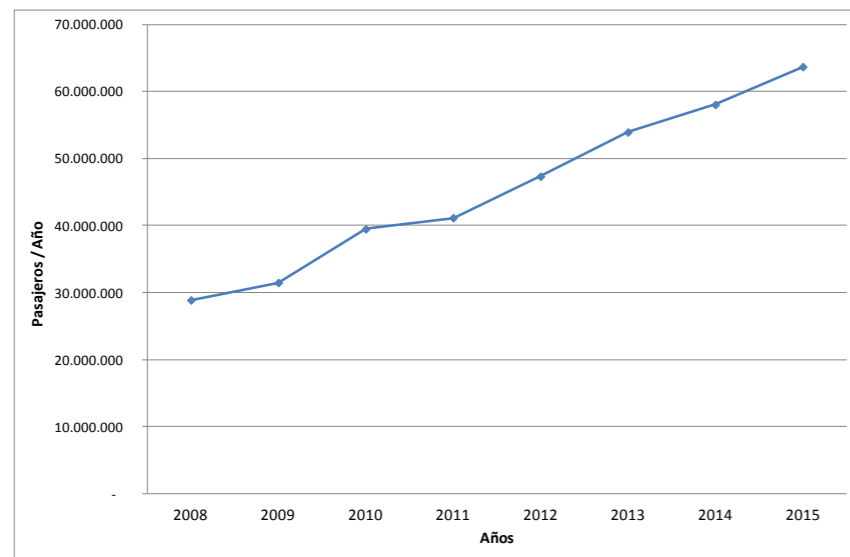
Este crecimiento no parece explicarse solamente con la excelente evolución general del tráfico en el país, ya que si bien las tasas de crecimiento han ido aumentando en general, en el caso del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena, hay años con valores muy por encima del crecimiento nacional:

Tabla 4.- Comparativa de las tasas de crecimiento del tráfico nacional y del Aeropuerto de Cartagena.

Año	Aeropuertos Colombianos		Rafael Núñez-Cartagena	
	Nº Total de Pasajeros	% crecimiento anual	Nº Total de Pasajeros	% crecimiento anual
2008	28.873.814	---	1.359.085	---
2009	31.468.058	9,0%	1.600.576	17,8%
2010	39.482.205	25,5%	2.051.322	28,2%
2011	41.151.288	4,2%	2.154.419	5,0%
2012	47.342.983	15,0%	2.881.795	33,8%
2013	53.946.305	13,9%	3.396.928	17,9%
2014	58.053.567	7,6%	3.441.749	1,3%
2015	63.698.681	9,7%	3.959.742	15,1%

Fuente: SACS. Aerocivil. Oficina de Transporte Aéreo. Grupo de Estudios Sectoriales

Gráfico 2 Evolución General del Tráfico de Pasajeros en Colombia, años 2008-2015



Fuente: Aerocivil. Oficina de Transporte Aéreo. Grupo de Estudios Sectoriales

Por todo ello, es necesario analizar las razones de esta diferenciación y tratar de determinar si este efecto de crecimiento puede considerarse duradero y mantenerse a medio-largo plazo.

## 2. ESTUDIO DE LOS CONDICIONANTES SOCIOECONÓMICOS

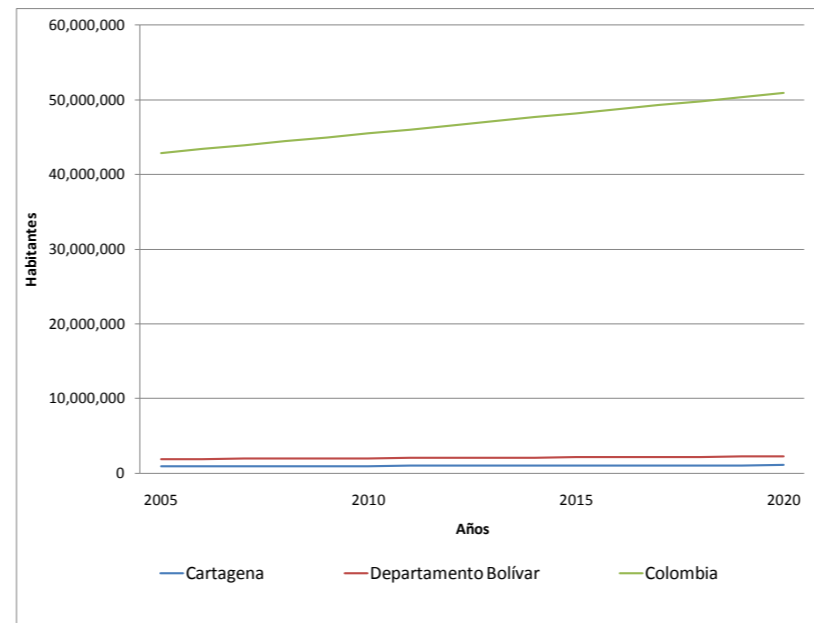
Se revisan a continuación los parámetros socioeconómicos con relevancia en la evolución de la demanda. Se estudia la evolución prevista para la población, los valores del Producto Interior Bruto, el Turismo y la Economía en Cartagena.

### 2.1. Población

Cartagena de Indias, oficialmente Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias abreviado Cartagena de Indias, D. T. y C., es la capital del departamento de Bolívar, Colombia. El departamento de Bolívar se encuentra al norte de Colombia, en la Región Caribe.

En base a los datos disponibles en el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), en base al censo llevado a cabo en 2005, la población de Cartagena de Indias es de 1.013.454 habitantes, donde el 95,9% se encuentra en la cabecera y el 4,1% en el resto de zonas. La población de Colombia ha evolucionado de manera creciente en los últimos años y dicha evolución se prevé que se mantenga en los próximos años:

Gráfico 3 Evolución prevista de la población en Colombia, Departamento de Bolívar y Cartagena



Fuente: DANE

El crecimiento de Cartagena desde 2005 a 2016 (13,55%) se prevé en línea con el crecimiento en Colombia (13,66%):

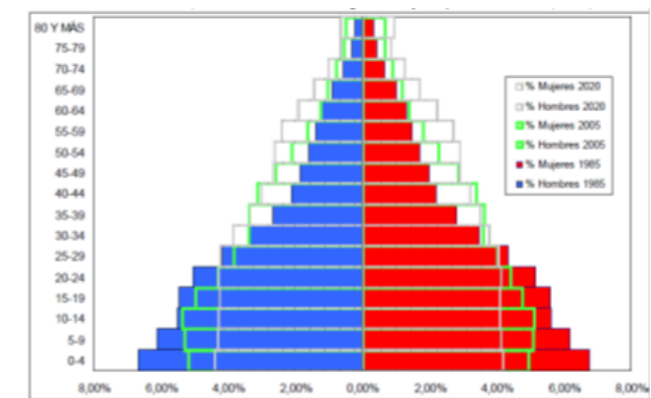
Tabla 5.- Tasa de crecimiento de la población de 2005-2016 en Colombia, Bolívar y Cartagena

	2005	2016	% Tasa Crecimiento
Cartagena	892.545	1.013.454	13,55%
Bolívar	1.878.993	2.122.021	12,93%
Colombia	42.888.592	48.747.632	13,66%

Fuente: DANE

Se presenta a continuación la pirámide poblacional en Colombia y su evolución esperada hasta 2020:

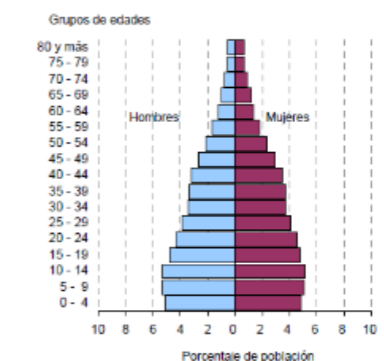
Ilustración 1 Pirámide poblacional Colombiana según Sexo y Grupo de Edad. 1985, 2005, 2020



Fuente: DANE

En base a los datos del censo realizado en 2005, se observa que la pirámide poblacional en Cartagena guarda relación con los resultados a nivel nacional para Colombia:

Ilustración 2 Pirámide Poblacional en Cartagena por Sexo y Grupo de Edad, año 2005



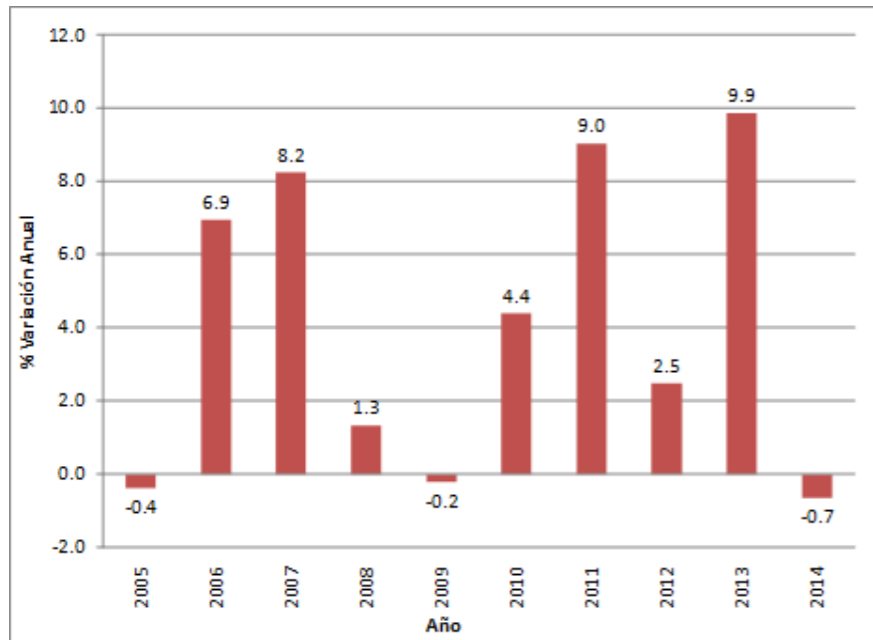
Fuente: CEPAL



## 2.2. Producto Interior Bruto

Se observa en la gráfica siguiente la enorme variabilidad de la tasa de crecimiento en el PIB del Departamento de Bolívar. Como ejemplo puede observarse el año 2013, en el que el Departamento de Bolívar presentó un crecimiento del 9,9% que le colocó como el séptimo mejor del país, mientras que los resultados caen en el 2014 a valores negativos:

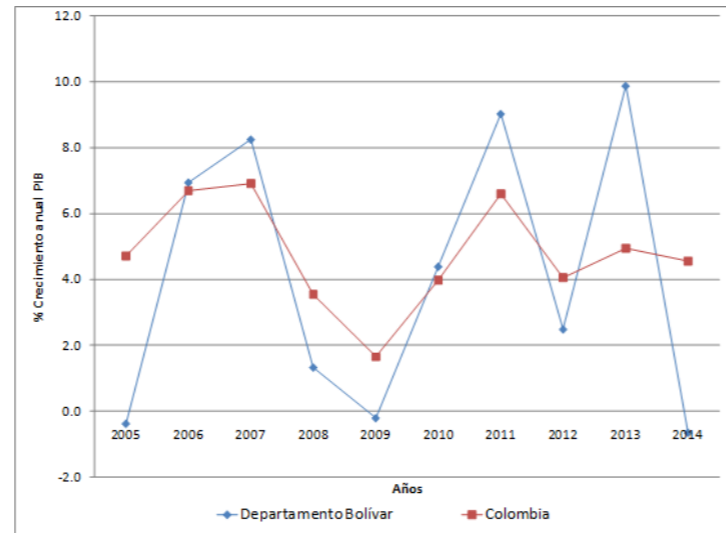
Gráfico 4 Variación anual del PIB en el Departamento de Bolívar a precios constantes 2005



Fuente: DANE

Por esta razón, se plantea considerar los valores nacionales frente a los locales. La comparación entre los datos Colombia y el Departamento de Bolívar entre 2005 y 2014 arroja una correlación relativamente alta (0,71) a pesar de presentar un valor medio del PIB que es un 13,7% inferior a la del PIB nacional. Dada la correlación entre ambas van a usarse los valores nacionales ya que presentan mayor estabilidad y presentan previsiones oficiales más fiables.

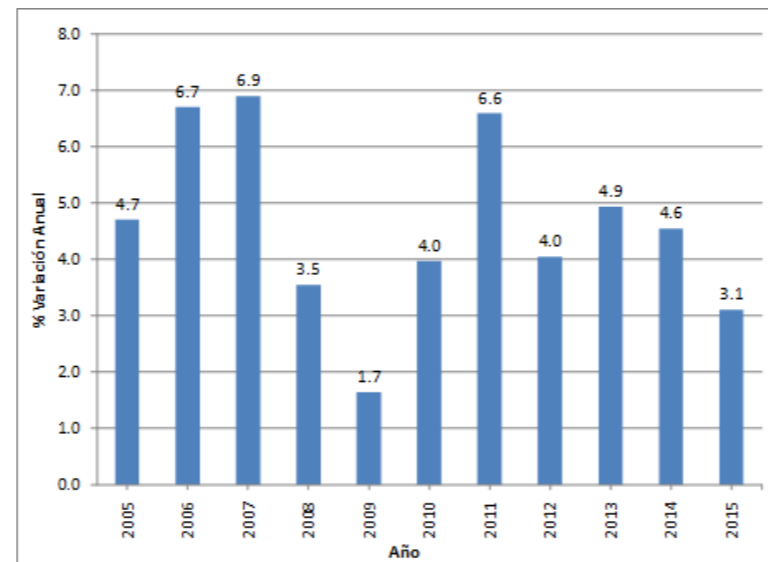
Gráfico 5 Comparación en la variación anual del PIB en el Departamento de Bolívar y en Colombia a precios constantes 2005



Fuente: DANE

A nivel nacional, el Producto Interior Bruto ha sostenido un crecimiento siempre positivo y por encima del 4% de forma sostenida desde el año 2010:

Gráfico 6 Variación anual del PIB en Colombia a precios constantes 2005



Fuente: DANE. Banco de la República

Es necesario conocer la evolución prevista para el PIB de Colombia como uno de los factores socioeconómicos influyentes en las previsiones de tráfico. Dado que Estados Unidos de América es el destino más habitual de tráfico internacional, se van a estudiar también las previsiones que para él hace el FMI y otros organismos oficiales.

Tabla 6.- Previsiones de las variables socioeconómicas usadas en el Plan Maestro vigente

Año	PIB Colombia a precios constantes de 2005 (Oct 2015)	Tasa anual (%)	Tasa revisión Abril 2016	Tasa PIB Inverlink	PIB USA a precios constantes 2005	Tasa anual (%)
2005	340				14.234	
2006	363	6,70%			14.614	2,67%
2007	388	6,90%			14.874	1,78%
2008	402	3,55%			14.830	-
2009	408	1,65%			14.419	-
2010	425	3,97%	3,97%		14.784	2,53%
2011	453	6,59%	6,59%	5,90%	15.021	1,60%
2012	471	4,04%	4,04%	3,80%	15.355	2,22%
2013	494	4,94%	4,87%	4,90%	15.583	1,49%
2014	517	4,55%	4,39%	4,60%	15.962	2,43%
2015	530	2,50%	3,08%	2,90%	16.372	2,57%
2016	544	2,77%	2,50%	2,70%	16.836	2,84%
2017	562	3,21%	2,97%	3,40%	17.307	2,80%
2018	582	3,57%	3,72%	3,70%	17.772	2,68%
2019	604	3,91%	4,15%	3,90%	18.167	2,22%
2020	629	4,08%	4,25%	4,00%	18.523	1,96%
2021			3,99%	4,00%		1,98%
Más allá de 2021			3,99%	4,00%		1,98%

Fuente: Plan Maestro vigente Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

La extensión más allá del último año de la previsión (2021) se mantendrá constante con el valor anterior. El valor adoptado será el de la revisión de Abril de 2016 que aparece en el World Economic Outlook de dicha fecha.

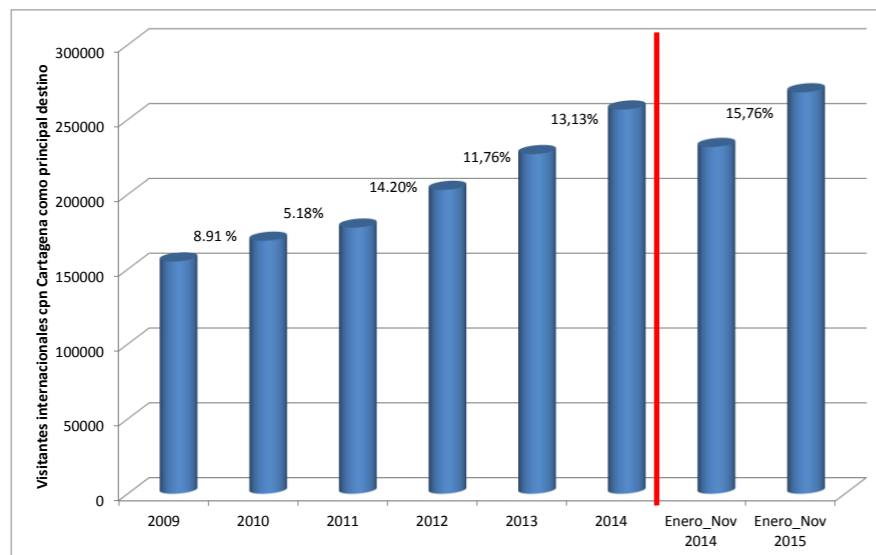
### 2.3. Turismo

Cartagena ha reforzado su posición en el mercado turístico Colombiano en los últimos años.

Por medio de la cooperación de todos los agentes involucrados (SACSA, Corpoturismo, gremios hoteleros, Cámara de Comercio,...) se ha fomentado el desarrollo turístico de la ciudad, lo cual es clave para el incremento de la conectividad aérea.

Cartagena de Indias es la segunda ciudad declarada como destino principal para los turistas internacionales que visitan Colombia después de Bogotá. Se observa en el gráfico un crecimiento sucesivo y permanente del número de visitantes internacionales en Colombia cuyo destino principal es Cartagena. Los datos están disponibles hasta Noviembre del 2015 y comparando el periodo de Enero a Noviembre de los años consecutivos 2004 y 2015 se ha incrementado en más de un 15%.

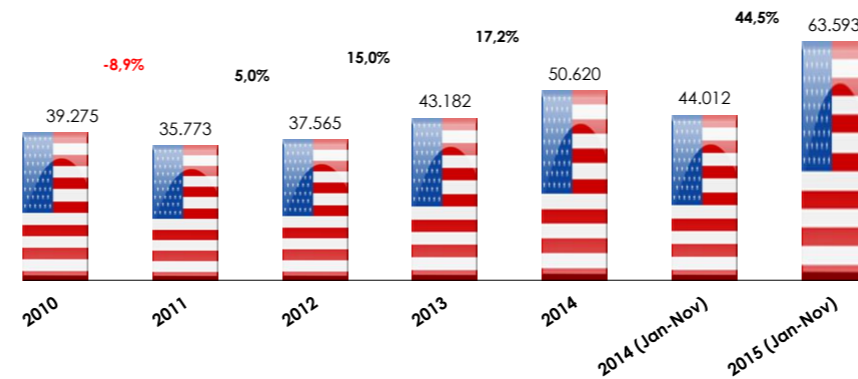
Gráfico 7 Visitantes internacionales que declaran Cartagena como principal destino



Fuente: Migración Colombia – Procolombia, sin incluir datos de los cruceros.

El principal Mercado turístico para Cartagena es Estados Unidos (EEUU) con más del 20% de los turistas recibidos y con una evolución muy positiva en los últimos años que alcanza un 55,5% si se comparan los periodos de Enero a Noviembre del 2014 y 2015:

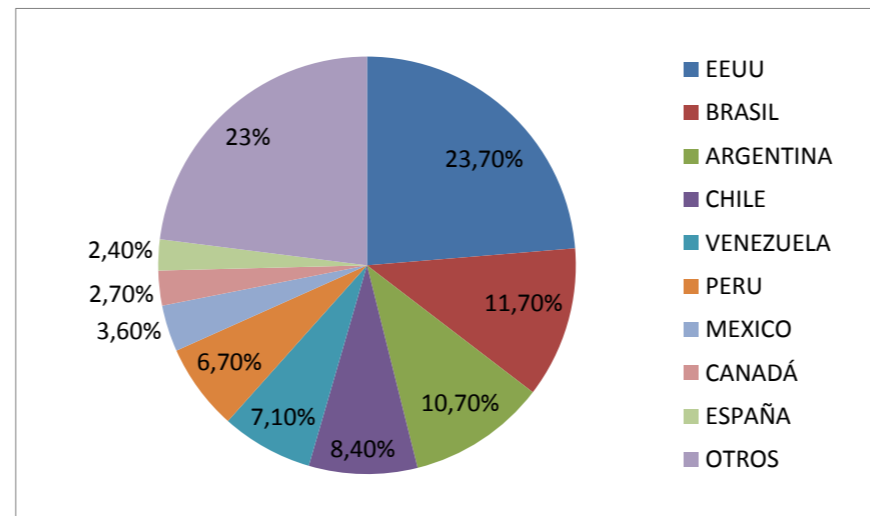
Gráfico 8 Evolución de los visitantes estadounidenses que declaran Cartagena como su principal destino, años 2010-2015



Elaborado por Corpoturismo Cartagena de Indias, Fuente: Procolombia

Además de Estados Unidos, se cuenta con turistas procedentes de Brasil, Argentina, Chile, Venezuela, Perú, México y España entre otros:

Gráfico 9 Principales nacionalidades de los visitantes de Cartagena de Indias, periodo de Enero- Noviembre de 2015



Elaboración propia, datos de Procolombia

El aeropuerto de Cartagena supone el cuarto en llegada de pasajeros en Colombia con un 6,1% del total de pasajeros que se reciben en territorio nacional (también cuarto en llegadas de pasajeros nacionales e internacionales, copando un 6,1% y 3,7% del tráfico colombiano respectivamente).

Una parte importante de la actividad turística en Cartagena de Indias se basa en el turismo de Cruceros. El puerto ubicado cerca de los lugares históricos de la ciudad y a

menos de 30 minutos de Aeropuerto Rafael Núñez facilita el movimiento de los turistas. Cartagena es el principal puerto de Cruceros en Colombia, albergando cerca del 98% de los turistas de todo el país en 2015. La tendencia del uso de cruceros se ha multiplicado por siete desde el 2009.

Cartagena cuenta también con tres centros de Convenciones: Centro de Convenciones Cartagena (capacidad máxima de 4.000 personas), Centro de Convenciones Hilton (capacidad máxima de 2.300 personas) y el Centro de Convenciones y Exposiciones de las Américas (capacidad máxima de 5.000 personas).

Esta oferta se complementa con la oferta hotelera disponible en Cartagena de Indias que incluía en el año 2015 un total de 331 hoteles, 11.434 habitaciones (6.500 de las cuales se ubican en hoteles de 4 y 5 estrellas) y aproximadamente 19.000 camas disponibles:

Tabla 7.- Hoteles disponibles en Cartagena de Indias en 2015

Zona	Hoteles	Habitaciones	%
Bocagrande	66	4.924	43,1%
Historical Centre	98	1.473	12,9%
Nothern Zone	14	1.304	11,4%
Non Touristic Areas	27	1.291	11,3%
Getsmani	70	1.030	9,0%
Baru/Rosario Islands/Tierrabomba	43	798	7,0%
Marbella Crespo	13	614	5,4%
<b>Total</b>	<b>331</b>	<b>11.434</b>	<b>100%</b>

Fuente: Cotelco Cartagena, Asotelca, Corpoturismo

Además de los hoteles ya construidos, existe un elevado número de Proyectos previstos para los años 2013-2017 que suponen 4.321 habitaciones adicionales (los proyectos con fecha de apertura previa a 2016 que se presentan en la tabla han sufrido retrasos):



Tabla 8.- Hoteles planificados en Cartagena de Indias

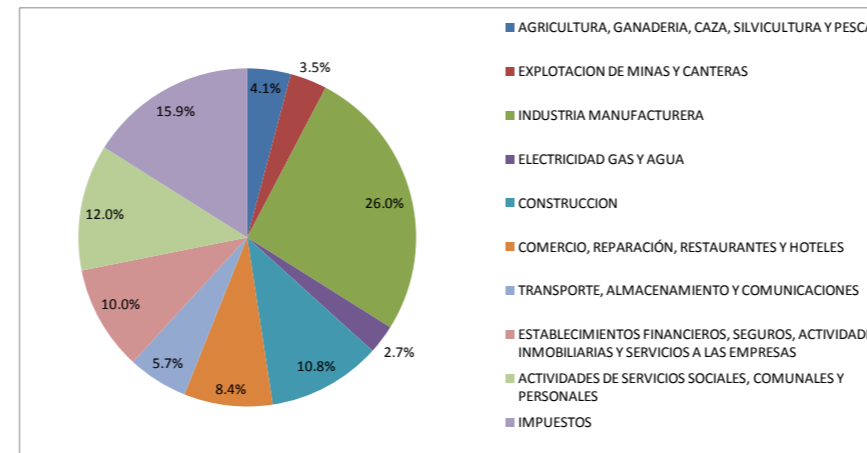
Hotel	Zona	Apertura (estimada)	Habitaciones
Hampton by Hilton	Bocagrande	2013	135
Los Corales (GHL)	Cresco	2014	250
Radisson Ocean Pavillion	Zona Norte - Morros	2014	233
Hotel Bastión (GHL)	Centro Histórico	2014	52
Holiday Inn Express Bocagrande	Bocagrande	2015	200
Intercontinental	Bocagrande	2015	250
Ibis	Marbella	2015	190
Viaggio	Mamonal	2015	176
Proyecto Santa Catalina	Centro Histórico	2016	53
Hyatt Regency	Bocagrande	2016	260
Estelar Bocagrande	Bocagrande	2016	350
Hilton Conrad - Karibana	Zona Norte - Manzanillo del Mar	2016	250
Tcherassi Hotels	Centro Histórico	2016	42
BD Cartagena	Zona Norte - Manzanillo del Mar	2016	268
Viceroy	Getsemaní	2017	102
Delano - Morgans Hotel Group	Barú	2017	186
Sheraton	Bocagrande	2017	250
Hotel B3 Manga	Manga	2017	128
Hotel La Quinta	Zona Norte -Morros	2017	108
Melia - Karmairí	Zona Norte - Manzanillo del Mar	2017	154
Four Seasons	Getsemaní	2017	100
Best Western Plus	Cresco	2017	95
Hotel Marriot	Marbella	2017	202
Aviatur Barú	Barú	2017	72
Hotel AC Marriot	Bocagrande	2017	215

Fuente: Corpoturismo

## 2.4. Economía de Cartagena

Cartagena de Indias cuenta con una estructura productiva diversificada en sectores como la industria, turismo, comercio y la logística para el comercio marítimo internacional que se facilita debido a su ubicación estratégica sobre el Mar Caribe al norte Suramérica y en el centro del continente americano.

Gráfico 10 Distribución de la Economía del Departamento de Bolívar por sectores en 2014



Fuente: DANE

Como se observa en la siguiente ilustración la mayor aportación a la economía de Cartagena la realiza la industria petroquímica y del plástico. Si bien los ingresos asociados al turismo están por detrás de estos, de la Agroindustria y del sector Logístico-portuario, el número de empresas involucradas en el sector turístico y de empleos generados es el mayor observado:

Ilustración 3 Aporte de los sectores productivos a la economía local, Octubre 2015



Fuente: Cámara de Comercio de Cartagena

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO

#### 3.1. Clase de tráfico

El tráfico en el Aeropuerto de Rafael Núñez ha experimentado un importante crecimiento en los últimos diez años, con una tasa media anual de crecimiento entre los años 2005 y 2015 que alcanza el 13,5% en el caso de los pasajeros y un 7,2% en el caso de las operaciones. En el año 2015 se alcanzaron cerca de los 4 millones de pasajeros comerciales:

Tabla 9.- Evolución del Tráfico Comercial en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015

Año	COMERCIAL			
	Pasajeros	% Tasa anual	Operaciones	% Tasa anual
2005	1.104.927	--	17.276	--
2006	1.232.106	11,5%	22.050	27,6%
2007	1.264.365	2,6%	24.640	11,7%
2008	1.341.638	6,1%	23.589	-4,3%
2009	1.579.782	17,8%	25.455	7,9%
2010	2.030.644	28,5%	26.889	5,6%
2011	2.134.103	5,1%	23.318	-13,3%
2012	2.858.040	33,9%	28.375	21,7%
2013	3.376.730	18,1%	31.200	10,0%
2014	3.419.631	1,3%	30.680	-1,7%
2015	3.933.636	15,0%	34.499	12,4%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Tabla 10.- Evolución del Tráfico de Aviación General en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015

Año	AVIACIÓN GENERAL			
	Pasajeros	% Tasa anual	Operaciones	% Tasa anual
2005	18.573	--	8.909	--
2006	20.063	8,0%	9.501	6,6%

Año	AVIACIÓN GENERAL			
	Pasajeros	% Tasa anual	Operaciones	% Tasa anual
2007	17.542	-12,6%	9.201	-3,2%
2008	17.447	-0,5%	9.041	-1,7%
2009	20.794	19,2%	9.687	7,1%
2010	20.678	-0,6%	9.670	-0,2%
2011	20.316	-1,8%	9.969	3,1%
2012	23.755	16,9%	11.920	19,6%
2013	20.198	-15,0%	10.988	-7,8%
2014	22.118	9,5%	9.936	-9,6%
2015	26.106	18,0%	9.061	-8,8%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

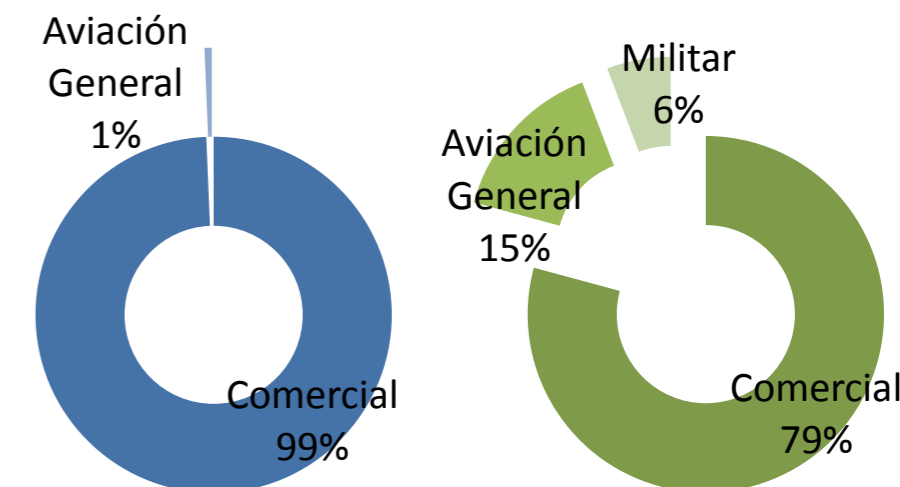
Tabla 11.- Evolución del Tráfico Total en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015

Año	TOTAL			
	Pasajeros	% Tasa anual	Operaciones	% Tasa anual
2005	1.123.500	--	26.185	--
2006	1.252.169	11,5%	31.551	20,5%
2007	1.281.907	2,4%	33.841	7,3%
2008	1.359.085	6,0%	32.630	-3,6%
2009	1.600.576	17,8%	35.142	7,7%
2010	2.051.322	28,2%	36.559	4,0%
2011	2.154.419	5,0%	33.287	-8,9%
2012	2.881.795	33,8%	40.295	21,1%
2013	3.396.928	17,9%	42.188	4,7%
2014	3.441.749	1,3%	40.616	-3,7%
2015	3.959.742	15,1%	43.560	7,2%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Se observa que la gran mayoría del tráfico de pasajeros es comercial (99% frente al 1% de los pasajeros del segmento de Aviación General). En el caso de las operaciones, el porcentaje de comerciales baja al 79%, mientras que las operaciones del segmento de aviación General constituyen un 15 % que se separa del 6% de Operaciones del segmento militar:

Gráfico 11 Distribución del tráfico en 2015 – Pasajeros y Operaciones



Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)



### 3.2. Tráfico Comercial

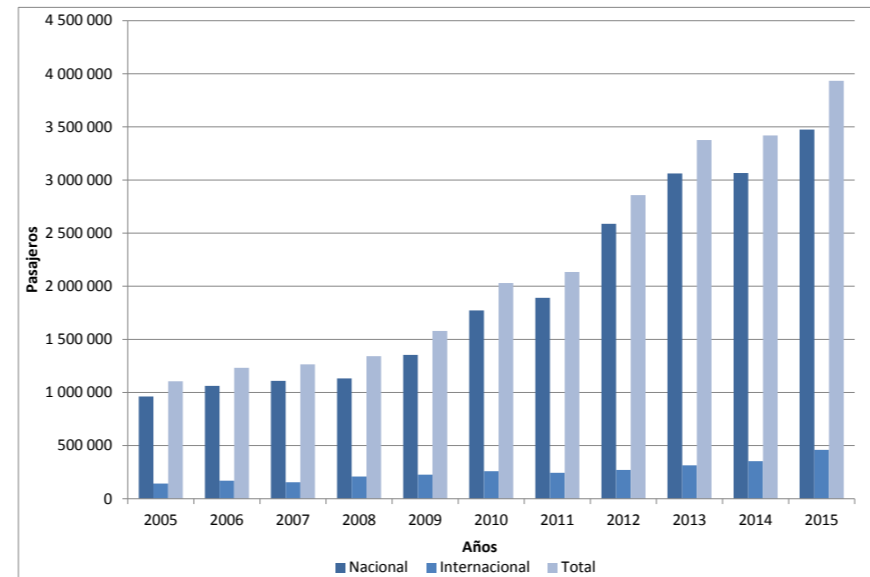
Se analiza con más detalle el tráfico comercial segmentado en función de la nacionalidad del mismo, separando entre vuelos Nacionales e Internacionales. La nacionalidad atiende al país origen o destino del vuelo, observando una tendencia creciente tanto en el tráfico comercial de pasajeros como en el número de operaciones, con tasas de 13,5% y 7,2% respectivamente:

**Tabla 12.- Evolución del Tráfico Comercial (segmentos Nacional e Internacional) en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015**

Año	NACIONAL		INTERNACIONAL		TOTAL	
	Pasajeros	Operaciones	Pasajeros	Operaciones	Pasajeros	Operaciones
2005	962.770	14.513	142.157	2.763	1.104.927	17.276
2006	1.062.199	18.999	169.907	3.051	1.232.106	22.050
2007	1.109.573	21.521	154.792	3.119	1.264.365	24.640
2008	1.132.489	19.706	209.149	3.883	1.341.638	23.589
2009	1.353.260	21.636	226.522	3.819	1.579.782	25.455
2010	1.772.137	22.815	258.507	4.074	2.030.644	26.889
2011	1.890.532	20.594	243.571	2.724	2.134.103	23.318
2012	2.587.692	25.409	270.348	2.966	2.858.040	28.375
2013	3.061.992	27.792	314.738	3.408	3.376.730	31.200
2014	3.066.165	26.903	353.466	3.777	3.419.631	30.680
2015	3.474.222	29.913	459.414	4.586	3.933.636	34.499

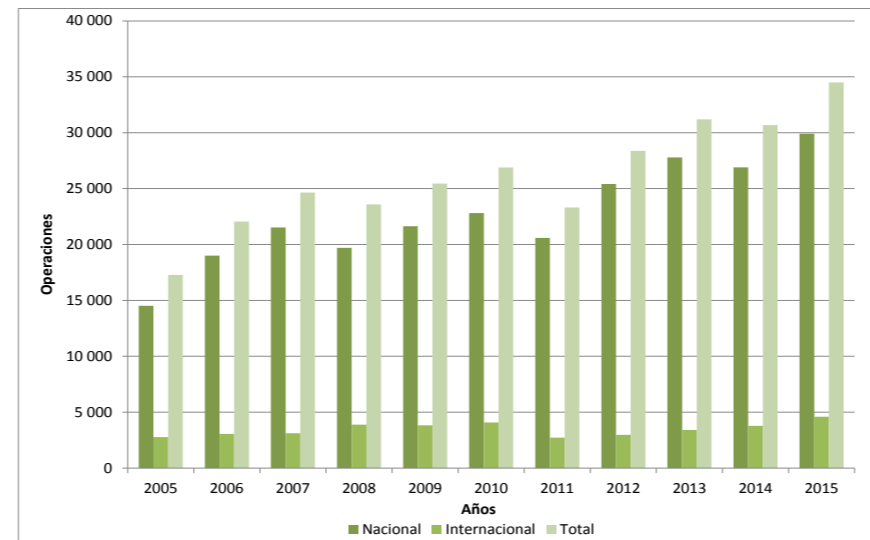
Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

**Gráfico 12 Evolución del Tráfico Comercial de Pasajeros en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015**



Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

**Gráfico 13 Evolución de las Operaciones Comerciales en el Aeropuerto de Rafael Núñez entre los años 2005 y 2015**



Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

En un análisis más detallado de la evolución del tráfico anual en cada uno de los segmentos se observa una tasa media de crecimiento anual en el tráfico de pasajeros comerciales Nacionales del 13,7% con valores puntuales de crecimiento muy destacados en los últimos años (36,9% en 2012, coincidiendo con la entrada en operación de Viva Colombia y el crecimiento de Avianca, 18,3% en 2013 y 13,3% en 2015). En el caso del tráfico internacional, la tasa media de crecimiento anual es algo más baja, con un 12,5%,

pero representa también puntas de crecimiento altas en los últimos años (33,9% en 2012, 18,1% en 2013 y 15% en 2015):

**Tabla 13.- Evolución anual de los Pasajeros Comerciales (segmentos Nacional e Internacional) del 2005 al 2015**

Año	PASAJEROS COMERCIALES					
	Nacional	% Tasa anual	Internacional	% Tasa anual	Total Comercial	% Tasa anual
2005	962.770	--	142.157	--	1.104.927	--
2006	1.062.199	10,3%	169.907	19,5%	1.232.106	11,5%
2007	1.109.573	4,5%	154.792	-8,9%	1.264.365	2,6%
2008	1.132.489	2,1%	209.149	35,1%	1.341.638	6,1%
2009	1.353.260	19,5%	226.522	8,3%	1.579.782	17,8%
2010	1.772.137	31,0%	258.507	14,1%	2.030.644	28,5%
2011	1.890.532	6,7%	243.571	-5,8%	2.134.103	5,1%
2012	2.587.692	36,9%	270.348	11,0%	2.858.040	33,9%
2013	3.061.992	18,3%	314.738	16,4%	3.376.730	18,1%
2014	3.066.165	0,1%	353.466	12,3%	3.419.631	1,3%
2015	3.474.222	13,3%	459.414	30,0%	3.933.636	15,0%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Se observa en la tabla anterior que el tráfico comercial sigue siendo predominantemente Nacional aunque el Internacional ha mostrado una alta tendencia de crecimiento en los últimos años.

El incremento en el tráfico nacional en el año 2012, que alcanza el 35,1% en tráfico nacional, vino precedido por el aumento de capacidad en plazas disponibles ya que aumentó el número de vuelos en diversas rutas domésticas: entrada de Viva Colombia en el segundo semestre de 2012 y aumento de vuelos de aerolíneas como Avianca y LAN.

Cartagena de Indias, por medio de la cooperación de todos los agentes involucrados (SACSA, Corpoturismo, gremios hoteletos, Cámara de Comercio,...) ha fomentado el desarrollo turístico de la ciudad, para lo cual ha sido clave el incremento de la conectividad aérea. Ejemplo de ello es la bajada de la tasa aeroportuaria cobrada a los pasajeros internacionales, que pasó de 92 a 38 dólares, lo cual permitió reducir la barrera que afectaba a la competitividad turística y desestimulaba la entrada de nuevas aerolíneas y rutas.

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Gracias a todo lo anterior, el tráfico internacional se incrementó duplicando el número de frecuencias entre los años 2012 y 2015 (pasando de 23 a 46), y reflejando tasas de crecimiento de cada vez mayores que alcanzaron el 30% en 2015.

Entre otros factores, destacan los siguientes que han influido en las altas tasas de crecimiento de tráfico de los últimos años:

- JetBlue inició en 2012 sus rutas entre Cartagena y Nueva York (EEUU) que pasaron de 3 vuelos semanales a un vuelo diario en 2015; también inició su ruta a Fort Lauderdale (EEUU) con un vuelo diario desde Octubre de 2014.
- La aerolínea Spirit también vuela con 4 rutas semanales a Fort Lauderdale (EEUU).
- Avianca inició en julio de 2014 una ruta diaria Nueva York – Cartagena – Pereira además de la ruta que conecta con Miami (EEUU).
- A finales de 2015 se inicia la ruta de Delta Airlines entre Cartagena-Atlanta (EEUU) con tres frecuencias semanales.
- Copa Airlines tiene numerosas frecuencias semanales a Panamá.

Todos los factores mencionados influyen también en lo que respecta a las operaciones que presentan también un considerable incremento, más o menos paralelo al de los pasajeros. La tasa de crecimiento medio anual en las operaciones Nacionales alcanza valores de 7,5% mientras que la tasa media en operaciones Internacionales alcanza el 5,2%:

**Tabla 14.- Evolución anual de las Operaciones Comerciales (segmentos Nacional e Internacional) del 2005 al 2015**

Año	OPERACIONES COMERCIALES					
	Nacional	% Tasa anual	Internacional	% Tasa anual	Total Comercial	% Tasa anual
2005	14.513	--	2.763	--	17.276	--
2006	18.999	30,9%	3.051	10,4%	22.050	27,6%
2007	21.521	13,3%	3.119	2,2%	24.640	11,7%
2008	19.706	-8,4%	3.883	24,5%	23.589	-4,3%
2009	21.636	9,8%	3.819	-1,6%	25.455	7,9%
2010	22.815	5,4%	4.074	6,7%	26.889	5,6%
2011	20.594	-9,7%	2.724	-33,1%	23.318	-13,3%
2012	25.409	23,4%	2.966	8,9%	28.375	21,7%
2013	27.792	9,4%	3.408	14,9%	31.200	10,0%
2014	26.903	-3,2%	3.777	10,8%	30.680	-1,7%
2015	29.913	11,2%	4.586	21,4%	34.499	12,4%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

El parámetro Pasajeros / Aeronave se extrae de los datos anteriores:

**Tabla 15.- Parámetro Pasajeros / Aeronave en los segmentos nacional comercial, internacional comercial y total comercial del 2005 al 2015**

Año	NACIONAL			INTERNACIONAL			TOTAL		
	Pax	Operac.	Pax/AVE	Pax	Operac.	Pax/AVE	Pax	Operac.	Pax/AVE
2005	962.770	14.513	67	142.157	2.763	52	1.104.927	17.276	64
2006	1.062.199	18.999	56	169.907	3.051	56	1.232.106	22.050	56
2007	1.109.573	21.521	52	154.792	3.119	50	1.264.365	24.640	52
2008	1.132.489	19.706	58	209.149	3.883	54	1.341.638	23.589	57
2009	1.353.260	21.636	63	226.522	3.819	60	1.579.782	25.455	63
2010	1.772.137	22.815	78	258.507	4.074	64	2.030.644	26.889	76
2011	1.890.532	20.594	92	243.571	2.724	90	2.134.103	23.318	92
2012	2.587.692	25.409	102	270.348	2.966	92	2.858.040	28.375	101
2013	3.061.992	27.792	111	314.738	3.408	93	3.376.730	31.200	109
2014	3.066.165	26.903	114	353.466	3.777	94	3.419.631	30.680	112
2015	3.474.222	29.913	117	459.414	4.586	101	3.933.636	34.499	115

Fuente: Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Se observa como el parámetro Pasajeros / Aeronave ha ido aumentando, lo cual implica mayores tasas de ocupación y el uso de aeronaves de mayor capacidad con el paso del tiempo.

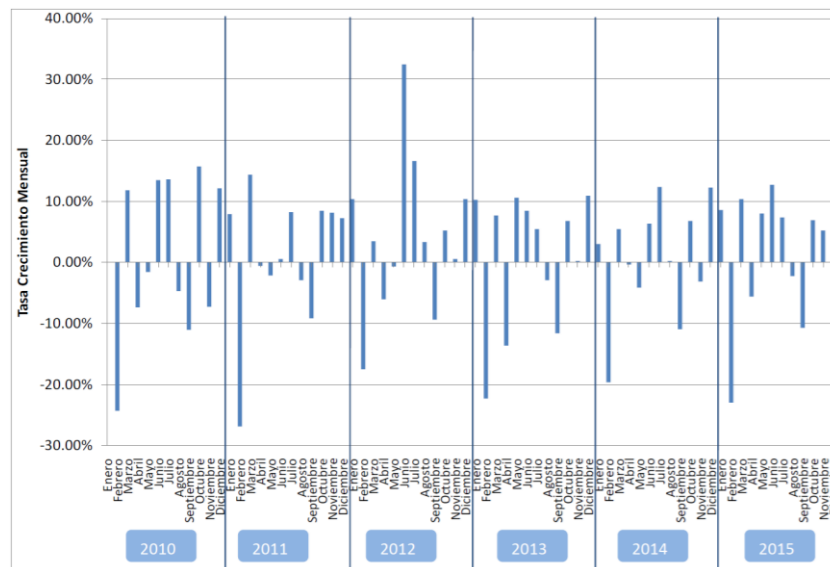


### 3.3. Estacionalidad

Se incluye a continuación un gráfico que muestra el tráfico comercial mensual desde el año 2010 al año 2015, con el objetivo de identificar aspectos estacionales del tráfico en el Aeropuerto de Rafael Núñez.

Para ello se representa la tasa de crecimiento mensual, comparando cada mes con el anterior. De esa manera pueden verse frecuencias repetidas que permitan caracterizar algún patrón para el tráfico comercial. Las tasas negativas implican bajadas de tráfico entre dos meses consecutivos.

Gráfico 14 Estacionalidad en el tráfico de pasajeros comerciales del 2010 al 2015

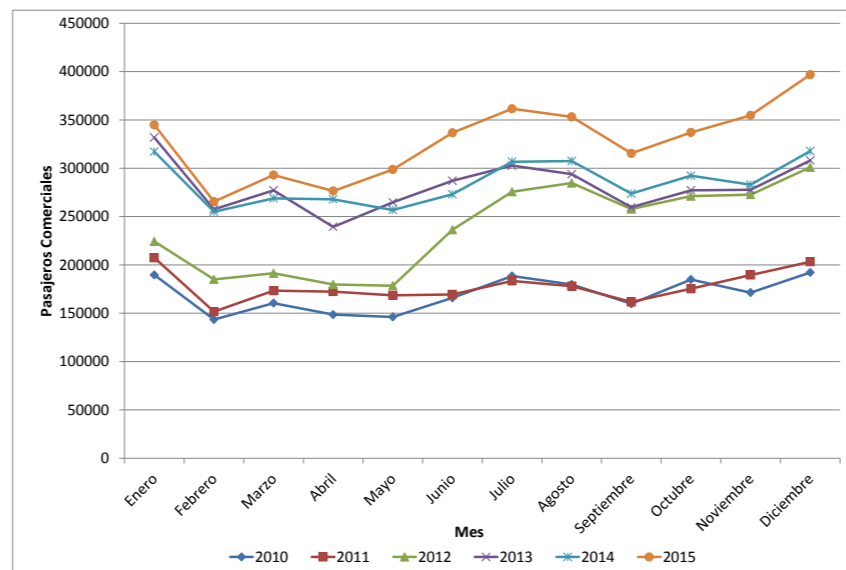


Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Se observa en el gráfico que se producen las mayores tasas de crecimiento negativas en el mes de Febrero, de manera repetitiva todos los años, si bien van seguidas de un repunte que coincide con el mes de Marzo-Abril (hecho que se liga al incremento de tráfico debido a la Semana Santa, muy celebrada y conocida en la ciudad de Cartagena) que vuelve a caer pasada la Semana Santa (Abril o Mayo según el año). Los meses de Junio y Julio presentan siempre las mayores tasas de crecimiento. De nuevo en los meses de Agosto y Septiembre se produce un crecimiento negativo (acusado siempre en el mes de Septiembre y muy poco marcado en Agosto, llegando incluso algún año a tener valores positivos, aunque muy bajos), que se vuelve positivo de Octubre a Enero.

El mismo efecto se puede observar representando la evolución mensual de los años comprendidos entre 2010 y 2015 en paralelo. Se observa el crecimiento del tráfico anual en el desfase vertical entre líneas y se observa también que se mantiene la misma tendencia estacional (bajada de tráfico en los meses de febrero y septiembre. En el año 2012 se aprecia también la entrada en operación de Viva Colombia y el aumento de frecuencias de Avianca o LAN.

Gráfico 15 Estacionalidad en el tráfico de pasajeros comerciales del 2010 al 2015



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

### 3.4. Compañías mayoritarias en el Aeropuerto Rafael Núñez

La compañía mayoritaria en el Aeropuerto Rafael Núñez es Avianca, que copa más del 56% de las operaciones que se llevan a cabo en el aeropuerto:

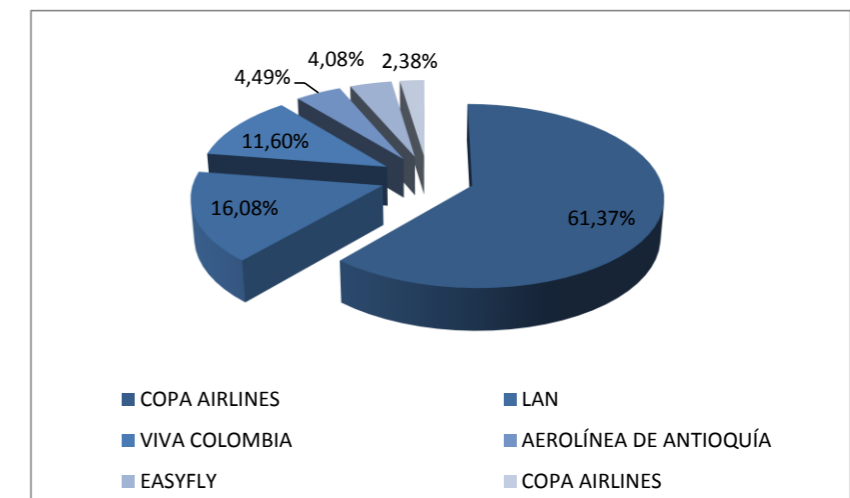
Tabla 16.- Porcentaje de Operaciones por aerolínea en el Aeropuerto Rafael Núñez en 2015

Aerolínea	Tasa de Operación
AVIANCA	56,6%
LAN	14,0%
VIVA COLOMBIA	10,1%
COPA AIRLINES	7,2%
AEROLÍNEA DE ANTIOQUÍA	3,9%
EASYFLY	3,6%
JETBLUE	3,4%
SPIRIT	1,2%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

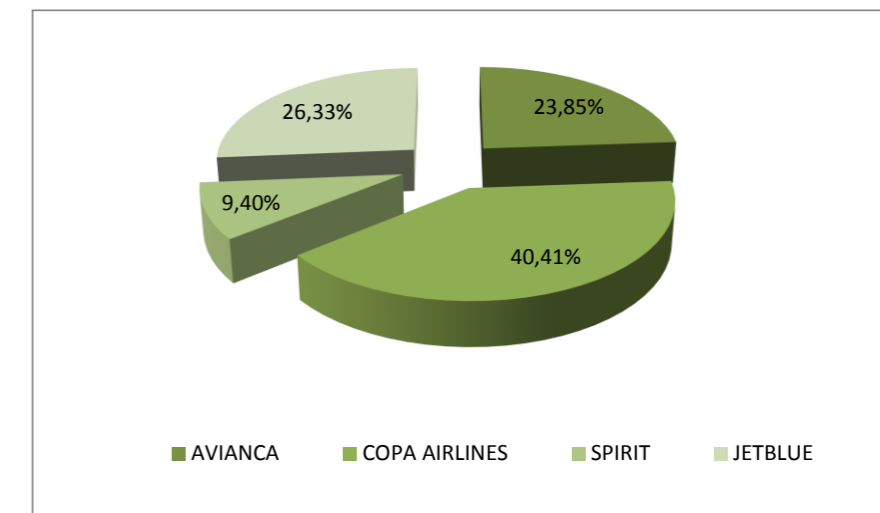
Avianca domina las operaciones del aeropuerto en el segmento de vuelos Nacionales (siendo segunda en el segmento Internacionales) mientras que la compañía mayoritaria para vuelos Internacionales es Copa Airlines (segunda en el mercado Nacional):

Gráfico 16 Porcentaje de Operaciones Nacionales por aerolínea en 2015



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Gráfico 17 Porcentaje de Operaciones Internacionales por aerolínea en 2015



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

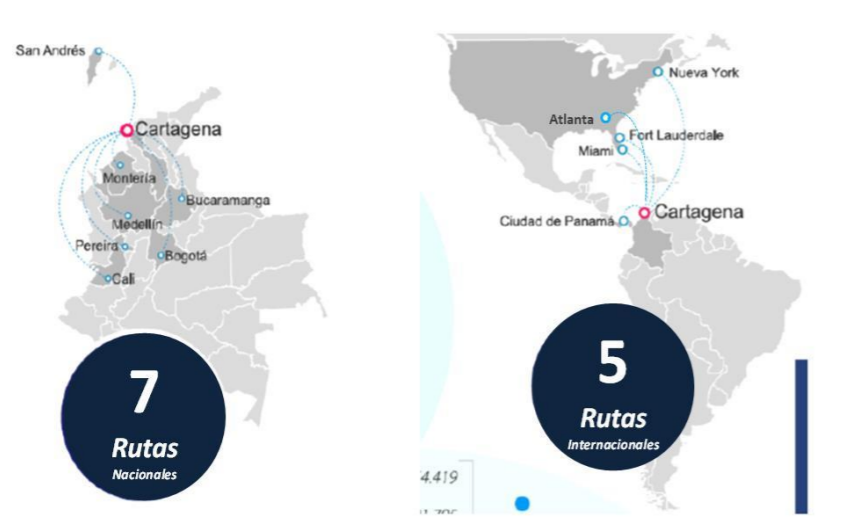
### 3.5. Rutas

Se han analizado las principales rutas del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena durante el año 2015.

Los principales destinos nacionales son Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Cali, Pereira, Montería y San Andrés, aunque existen vuelos a más destinos como Barranquilla, Cúcuta o Santa Marta. Destaca como Origen/Destino con diferencia sobre los demás Bogotá, donde tienen lugar el 56% de las operaciones comerciales en el Aeropuerto de Rafael Núñez.

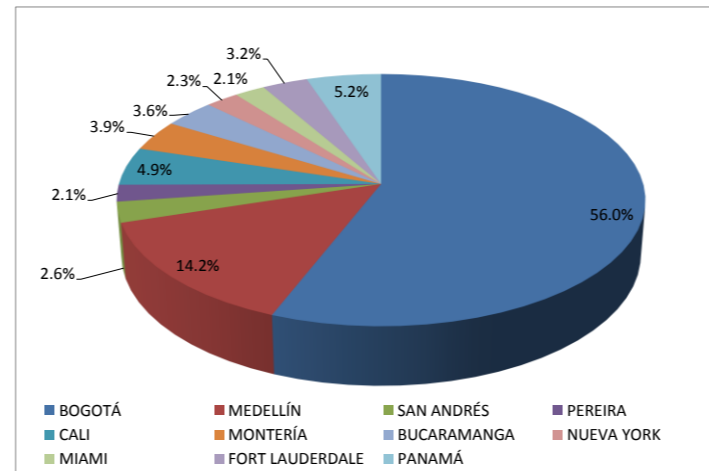
Los destinos internacionales son Nueva York, Miami, Panamá, Fort Lauderdale y Atlanta, aunque existen otras rutas que se operan puntualmente (Venezuela, Puerto Rico, Canadá,...). En el terreno internacional, el origen/destino mayoritario es Panamá, con un 5,15% seguido de Ford Lauderdale (EEUU), Nueva York y Miami. Recientemente se ha abierto la ruta Cartagena- Atlanta con Delta Airlines.

Ilustración 4 Principales rutas nacionales e internacionales.



Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Gráfico 18 Principales destinos desde el Aeropuerto Rafael Núñez en el año 2015



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Se han analizado los principales destinos operados por cada una de las compañías habituales en el Aeropuerto de Cartagena, estudiándose también el tipo de aeronave utilizado, las frecuencias semanales y la ocupación (medida en los vuelos de salidas desde Cartagena a los diferentes destinos). Los datos para el cálculo de las frecuencias semanales y del porcentaje de ocupación de las aeronaves se han obtenido estudiando los datos de Noviembre de 2015 (proporcionados por Aerocivil):

Tabla 17.- Principales rutas por compañía, tipo de avión, frecuencia y % ocupación

Compañía	Destinos	Tipo de aeronave	Frecuencias semanales	% de ocupación (salidas)	
Avianca	BOGOTÁ	BOG	A318-A319-A320-A330-B787	132	84%
	MEDELLÍN	MDE	A318-A319-A320	37	84%
	CALI	CLO	A318-A319-A320	15	77%
	PEREIRA	PEI	A318-A319-A320	3	78%
LAN (Aires Colombia)	BOGOTÁ	BOG	A320	52	78%
	MEDELLÍN	MDE	A320	7	90%
Viva Colombia	BOGOTÁ	BOG	A320	16	89%
	MEDELLÍN	MDE	A320	12	91%
	SAN ANDRÉS	ADZ	A320	3	89%
	PEREIRA	PEI	A320	4	88%
	CALI	CLO	A320	3	86%
Aerolínea de Antioquía	MONTERÍA	MTR	JS-32	7	70%
Easyfly	BUCHARMANGA	BGA	JS 41 - ATR-42/72	10	72%
Copa Airlines	SAN ANDRÉS	ADZ	B737-B738-E190	12	72%
Avianca	NUEVA YORK	JFK	A318-A319-A320	3	69%
	MIAMI	MIA	A318-A319-A320	7	82%
	FOR T LAUDERDALE	FLL	A319-A320	4	81%
	NUEVA YORK	JFK	A320	3	89%
JetBlue	FOR T LAUDERDALE	FLL	A320	7	84%
	PANAMÁ	PTY	B737-B738-E190	19	72%
Delta Airlines	ATLANTLA	ATL	B737-800	3	-

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA y Aerocivil



### 3.6. Flota usuaria del Aeropuerto Rafael Núñez

Se ha analizado la principal flota usuaria del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena durante el año 2015 en base a los datos proporcionados por SACSA, que incluyen un desglose de todas las operaciones, considerando datos como destino, aerolínea, modelo de avión, matrícula, etc. Se han considerado sólo las operaciones comerciales, tratando de discriminar aquellas motivadas por la Aviación General o Militar.

El avión mayoritario en el Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena es el Airbus A320, con más de un 64% de porcentaje de utilización en operaciones comerciales. Los modelos Airbus A318, A319 y A320, muy similares al anterior, copan un elevado porcentaje tras el A320 (17,4%), seguidas por el Embraer 190, todos ellos letra de clave OACI "C", al igual que otras aeronaves presentes como el B737, B727, ATR 42/72. La letra de clave "B" queda reservada para los Bae Jetstream 31/32 y 41 (6,81%), mientras que los aviones de mayor tamaño presentes en el Aeropuerto son el Boeing B787-800, B777 o Airbus A330, que no alcanzan el 2% de las operaciones (letra de clave "E").

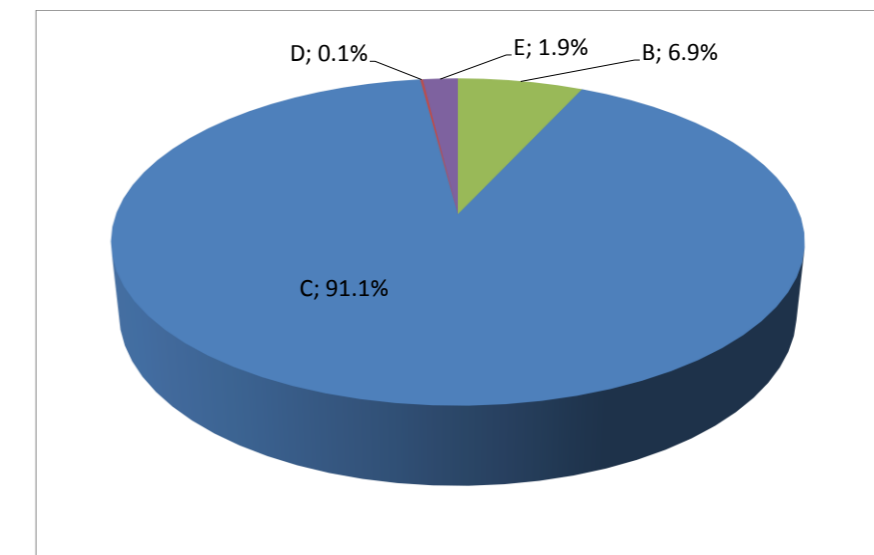
Tabla 18.- Flota de aeronaves en el Aeropuerto Rafael Núñez (2015)

Avión	Vuelos	%
AIRBUS A320	22.352	64,78%
AIRBUS A319	2.699	7,82%
AIRBUS A318	2.028	5,88%
EMBRAER 190, ERJ 190	1.511	4,38%
Bae Jetstream 31/32	1.304	3,78%
AIRBUS A321	1.276	3,70%
BOEING 737	1.161	3,36%
Bae Jetstream 41	1.073	3,11%
BOEING 787-8	568	1,65%
BOEING 727	182	0,53%
ATR 42/72	150	0,43%
AIRBUS A330	82	0,24%
MD83	34	0,10%
BOEING 767	30	0,09%
MD82	20	0,06%
AIRBUS A310	16	0,05%
BOEING 777	12	0,03%
BOEING 757	2	0,01%
DE HAVILLAND DHC-8	2	0,01%
FOKKER 100	2	0,01%
MD80	2	0,01%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Considerando la letra de clave definida por OACI, podemos distribuir las aeronaves presentes en el Aeropuerto según la siguiente clasificación:

Gráfico 19 Distribución de la flota de aeronaves en 2015 en función de la letra de clave de OACI



Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

### 3.7. Análisis del tráfico en periodos pico y valores de diseño

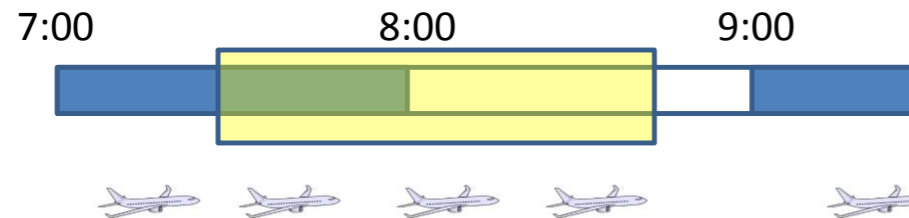
El análisis del tráfico comercial de pasajeros se realiza a partir de los datos proporcionados por SACSA (Conoper) en el año 2015. Además, hay un histórico de valores de diseño en los años anteriores (desde 2009) que resulta útil para comprobar la variación del parámetro PHD/Pax anuales en distintos segmentos, parámetro que servirá para determinar la proyección de los valores calculados en 2015.

Para la obtención del tráfico de diseño del aeropuerto se pueden utilizar varios métodos. Uno de ellos consiste en aplicar el criterio  $2\sigma$  a la distribución de pasajeros transportados anuales, de modo que la hora de diseño dejaría fuera al 2,27% del tráfico anual.

Otro procedimiento habitual (y aproximadamente equivalente al anterior si la serie estadística es suficiente) es tomar como hora de diseño la trigésima de la lista anual ordenada de horas pico. Este es el que se ha utilizado en el Plan Maestro vigente y la posterior actualización de 2014, por lo que se considera adecuado continuar la senda trazada en los trabajos anteriores.

El cálculo se realizará “deslizando” el inicio y final de la hora, ya que el uso de las horas “en punto” puede dejar ocultos valores mayores de los identificados. En cuando a la hora trigésima, se puede optar por seleccionar la más alta de las horas o bien la media de las horas obtenidas mediante este método, que estadísticamente es un parámetro más fiable.

Ilustración 5 Concepto de hora deslizante para calcular valores pico y de diseño



A partir de los registros de vuelos se han obtenido los pasajeros y operaciones de todas las horas (considerando el valor entero de las horas de aterrizaje/salida<sup>1</sup>) y se han ordenado, obteniéndose los siguientes valores para los segmentos más significativos. Por ejemplo, para las llegadas y salidas se obtienen los siguientes valores pico/de diseño, así como los de las horas anterior y posterior:

<sup>1</sup> En ocasiones se realiza el análisis por intervalos de una hora en lugar de horas naturales: por ejemplo, la hora pico puede haberse producido entre las 14:35 y las 15:35 y no entre las 14:00 y las 15:00 de un día determinado. Si bien este tipo de análisis aporta más fiabilidad en cuanto a los picos, no supone una diferenciación importante en cuanto a los valores de diseño.

Tabla 19.- Valores pico y de diseño de Pasajeros de Llegada. Año 2015

Intervalo	Valor Pico	Hora 30	Hora anterior	Hora posterior
0:00	1.087	864	364	275
0:05	1.089	830	474	408
0:10	1.089	808	94	205
0:15	1.080	805	230	369
0:20	1.040	800	553	257
0:25	1.040	799	189	285
0:30	962	794	609	106
0:35	998	800	319	0
0:40	1.028	809	667	165
0:45	1.107	842	161	787
0:50	1.086	840	389	303
0:55	1.087	863	559	372
Media		821	384	294
			47%	36%
Máximo	1.107	864	364	275
			42%	32%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Tabla 20.- Valores pico y de diseño de Pasajeros de Salida. Año 2015

Intervalo	Valor Pico	Hora 30	Hora anterior	Hora posterior
0:00	1.064	843	474	321
0:05	1.149	825	304	270
0:10	1.025	833	304	105
0:15	1.083	829	0	89
0:20	1.088	802	283	379
0:25	1.122	807	237	13
0:30	1.122	794	204	157
0:35	993	816	363	193
0:40	1.089	824	186	0
0:45	1.089	829	634	590
0:50	1.089	816	493	293
0:55	1.064	829	599	304
Media		821	340	226
			41%	28%
Máximo	1.149	843	474	321
			56%	38%

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA



En el resto de combinaciones y segmentos, los resultados son los siguientes:

**Tabla 21.- Valores pico y de diseño de Pasajeros de Llegada por segmentos. Año 2015**

Segmento	Todas	Nacional	Internacional	Internacional
Subsegmento	Todas	Todas	Todas	EEUU
PHP	1.107	1.107	495	495
PHD	821	758	352	301

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

**Tabla 22.- Valores pico y de diseño de Pasajeros de Salida por segmentos. Año 2015**

Segmento	Todas	Nacional	Internacional	Internacional
Subsegmento	Todas	Todas	Todas	EEUU
PHP	1.149	1.033	639	465
PHD	821	776	376	305

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

En las horas de diseño, el número de aeronaves llegadas y salidas son las siguientes:

**Tabla 23.- Operaciones en las horas de diseño por segmentos. Año 2015**

Segmento	Todas	Nacional	Nacional	Internacional	Internacional	Internacional
Subsegmento	Todas	Todas	Fuselaje Ancho	Todas	EEUU	Fuselaje Ancho
Llegadas en hora diseño	9	8	1	2	2	1
Salidas en hora diseño	8	8	1	2	2	1

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Los valores de la tabla anterior son los máximos en horas de diseño de cada tipo de operación, no las AHD que corresponderían a la totalidad de operaciones comerciales en la hora. Se define este parámetro para conocer qué reparto tipo de aeronaves hay en las llegadas y salidas de diseño:

**Llegadas Nacionales:**

- 1 WB (típicamente B-787-8) con 184 pasajeros de media
- 5 NB con una media de 107 pasajeros
- 2 Regionales con una media de 15 pasajeros

**Salidas Nacionales:**

- 1 WB (típicamente B-787-8) con 195 pasajeros de media
- 5 NB con una media de 110 pasajeros
- 2 Regionales con una media de 15 pasajeros

**Llegadas internacionales:**

- 1 WB (típicamente B-787-8) con 225 pasajeros de media
- 1 NB con 127 pasajeros

**Salidas internacionales:**

- 1 WB (típicamente B-787-8) con 251 pasajeros de media
- 1 NB con 125 pasajeros

Además de los pasajeros y operaciones en horas de diseño, es útil conocer el grado de saturación en intervalos superiores a una hora, ya que algunos procesos como los sistemas de tratamiento de equipajes o los procesos de check-in y posteriores (seguridad, emigración) se saturan habitualmente por demanda continuada.

Para ello se han obtenido los periodos consecutivos de tres horas con máxima demanda, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 24.- Intervalos de demanda de tres horas por segmentos. Salidas Año 2015**

SALIDAS	Totales	Nacionales	Internacionales
Intervalo	Valor Pico	Valor Pico	Valor Pico
0:00	2.083	2.082	816
0:05	2.085	2.082	816
0:10	2.083	1.929	816
0:15	2.083	1.886	816
0:20	2.083	1.851	816
0:25	2.083	1.851	816
0:30	2.083	1.851	816
0:35	2.104	1.956	816
0:40	2.104	1.950	816
0:45	2.220	1.819	816
0:50	2.093	1.897	818
0:55	2.065	1.906	818
<b>Máximo</b>	<b>2.220</b>	<b>2.082</b>	<b>818</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

**Tabla 25.- Intervalos de demanda de tres horas por segmentos. Llegadas Año 2015**

LLEGADAS	Totales	Nacionales	Internacionales
Intervalo	Valor Pico	Valor Pico	Valor Pico
0:00	2.166	2.016	831
0:05	2.051	1.921	753
0:10	2.055	1.895	764
0:15	2.055	1.895	815
0:20	2.071	1.895	808
0:25	2.073	1.880	808
0:30	2.075	1.880	771
0:35	2.126	1.880	764
0:40	2.126	2.033	744
0:45	2.107	2.056	744
0:50	2.262	1.893	833
0:55	2.166	1.893	831
<b>Máximo</b>	<b>2.262</b>	<b>2.056</b>	<b>833</b>

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Resumen del tráfico en periodos pico y valores de diseño

Se incluye a continuación un resumen de los principales valores de diseño en el año 2015:

Tabla 26.- Resumen de los principales valores de diseño. Año 2015

		PHD	AHD	AHP
Salidas + Llegadas	Total	1.346	15	21 (incl. no comerciales, básicamente militares, escalas técnicas y privados)
Salidas	Total	821	8	13
	Nacional	776	8	13
	Internacional	376	2	5
Llegadas	Total	821	9	14
	Nacional	758	8	13
	Internacional	352	2	7

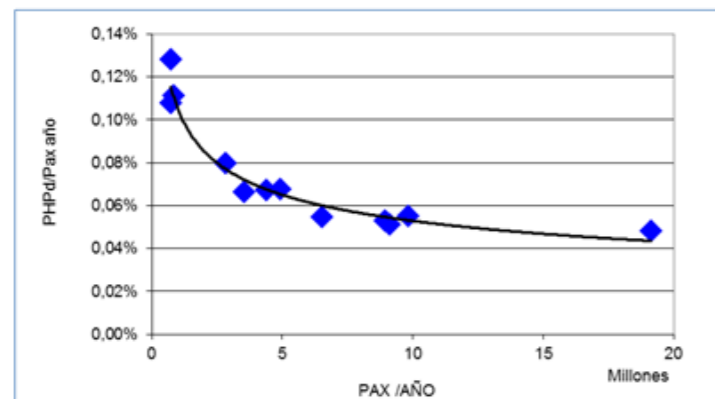
Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA

Crecimiento típico de los valores pico

El crecimiento del tráfico la mayoría de las veces va asociado a la reducción de los valores pico y de diseño con respecto a los valores totales.

En un estudio realizado en España entre los principales aeropuertos turísticos, se observaba que en general, el parámetro (PHD/Pax anuales) se desarrollaba a lo largo de una línea descendente a medida que el tráfico anual se incrementaba, tendiendo al valor de 0,04%:

Gráfico 20 Evolución típica del parámetro PHD/Pax anuales en aeropuertos turísticos españoles

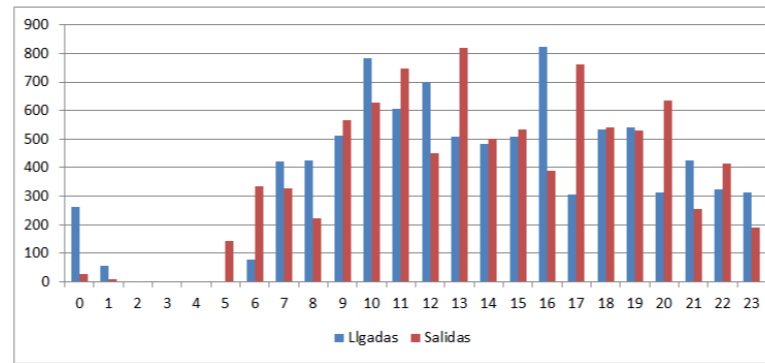


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AENA

En el caso del Aeropuerto de Cartagena, este valor es más bajo, probablemente debido a varios factores diferenciadores:

- Tanto a nivel anual como semanal y diario, los perfiles son bastante planos en la actualidad, es decir, el tráfico se reparte más uniformemente de lo que es habitual en Aeropuertos turísticos similares.
- El horario del Aeropuerto es H24, si bien hay un intervalo de 5 horas con tráfico muy bajo, en el resto del horario hay tráficos no despreciables:

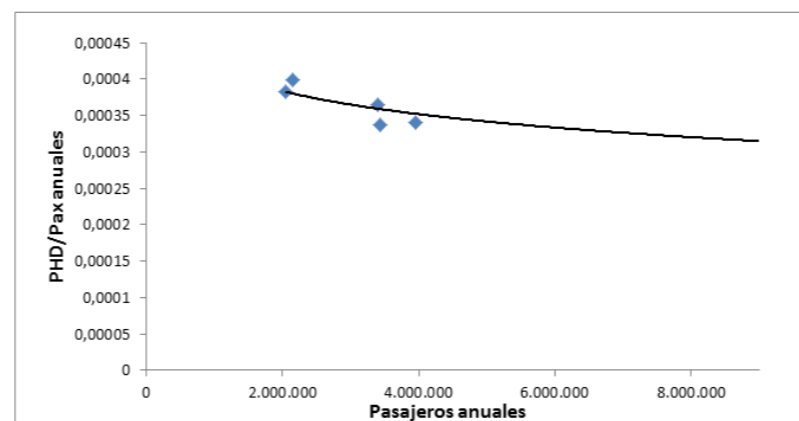
Gráfico 21 Perfil tipo del tráfico del Aeropuerto de Cartagena



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

El “relleno” de los valles es lo que básicamente bajará el parámetro PHD/Pax anuales, pero como se puede observar, el perfil medio anual del aeropuerto (en este caso elevado al nivel del tráfico de diseño), no tiene picos tan marcados como es habitual en aeropuertos similares. Por ello, el valor de dicho parámetro está ya en la actualidad por debajo del valor de 0,04%. Sin embargo, el límite inferior de este parámetro en la práctica es de 0,03% (FAA / Ashford), y en cualquier caso no se espera que se reduzca por debajo de dicho valor aún con tráficos anuales muy elevados. Con los datos de los últimos años (2009-2015), y descartando los dos valores más alejados de la serie (2009 y 2012) se obtendría la siguiente tendencia:

Gráfico 22 Previsiones de la evolución del parámetro PHD/Pax anuales en el Aeropuerto de Cartagena



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

Con estos valores, la evolución de los parámetros principales sería la siguiente:

Tabla 27.- Evolución previsible de los valores de diseño en función del tráfico anual

Pasajeros anuales	Línea de tendencia PHD/pax año	PHD	AHD (90 pax)
4.000.000	0,00035101	1.404	16
4.500.000	0,00034572	1.555	18
5.000.000	0,00034105	1.705	19
5.500.000	0,00033689	1.853	21
6.000.000	0,00033313	1.999	23
6.500.000	0,00032971	2.143	24
7.000.000	0,00032657	2.286	26
7.500.000	0,00032368	2.428	27
8.000.000	0,000321	2.568	29
8.500.000	0,0003185	2.707	31
9.000.000	0,00031616	2.845	32

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

El valor de 90 pax para el parámetro de AHD/PHD es el actual (15 operaciones y 1.346 PHD). No es un valor de ocupación por aeronave, ya que PHD es la punta máxima de operaciones comerciales, mientras PHD es la 30ª punta, que suele ser alrededor del 85% de la punta máxima (en este caso el 86,0%), por tanto, equivale a unos 104 pasajeros por aeronave en la hora punta. En las previsiones se ha optado por una evolución lineal de este parámetro de los 90 actuales a 100 en la fase final de crecimiento.



#### 4. PREVISIONES DE TRÁFICO COMERCIAL

##### 4.1. Metodología general de cálculo

La metodología aceptada internacionalmente para las previsiones se basa en el uso de regresiones múltiples basadas en parámetros socioeconómicos, cuyas previsiones cuentan con el respaldo de instituciones oficiales como el FMI, los centros de estudios económicos de los Gobiernos nacionales, asociaciones de banca, etc.

Este método permite definir una correlación entre los datos históricos de tráfico en los distintos segmentos definidos y la evolución de los mencionados parámetros socioeconómicos, que se proyecta hacia el futuro apoyándose en las previsiones de éstos.

Este tipo de previsión tipo “Top-down”, es decir, basada en datos agregados cuya evolución se prevé en conjunto, se corrige posteriormente con la aplicación de escenarios, que pueden imponer:

- Limitaciones al crecimiento basadas en hipótesis estructurales o aeroportuarias.
- Fomento del crecimiento debido a la política de compañías aéreas u otros factores que puedan influir en el desarrollo de la demanda.

Sin embargo, las previsiones basadas en la metodología “top-down” presentan a corto plazo un problema debido a que la “regularización” de las series estadísticas en los primeros años se hace de forma abrupta, de modo que, por ejemplo, si el último año con datos completos tuvo un crecimiento superior a la media, es habitual que el primer año de previsiones presente un descenso del tráfico.

Por tanto, las previsiones a corto plazo se corregirán mediante el uso de la metodología “bottom-up” y el apoyo en datos adicionales como las previsiones de oferta de asientos o cambios de frecuencias y rutas de las aerolíneas y el desarrollo de plazas hoteleras.

En cuanto a la estructura de la demanda, se establecen una serie de segmentos de tráfico significativos, basados en los datos disponibles en las series históricas y la diferenciación de necesidades posteriores. Por ejemplo, para calcular necesidades de un Terminal de Pasajeros, sería necesario distinguir tráficos con distintos procesos (por ejemplo el internacional, con aduanas y controles de pasaporte), con distinto comportamiento (como los vuelos de touroperadores, con características que influyen en el diseño de procesos como check-in, consumos, nº de bultos o meeters/greeters), tamaño de las aeronaves (regional, por ejemplo, que influye en el número de mostradores de check-in abiertos por vuelo, tamaño de las cintas de recogida de equipajes en llegadas, etc).

En este caso, dado que el tráfico es bastante regular, se trabajará para las previsiones “top-down” con **dos únicos segmentos, nacional e internacional**, de los que se cuenta con datos históricos suficientes, y la desagregación se llevará a cabo posteriormente en base a los datos de análisis del tráfico actual y a apoyo en benchmarking y la experiencia del consultor.

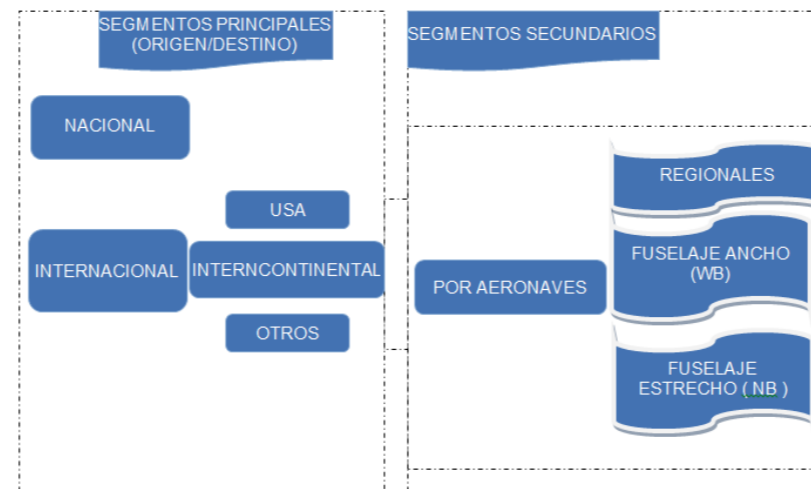
#### 5. SEGMENTOS DE TRÁFICO

El objetivo de la segmentación de la demanda es ser capaces de distinguir aquéllos grupos que puedan presentar diferencias en el tipo de tratamiento (ya sea de pasaje o de aeronaves), o por presentar un comportamiento diferenciado en alguno de los procesos importantes del vuelo.

En este aspecto, hay que destacar cuales son los procesos donde se pueden presentar estos comportamientos o tratamientos diferenciadores que puedan repercutir en los cálculos de capacidad o necesidades:

- En los controles de emigración e inmigración (nacionales, internacionales).
- En los controles aduaneros (lo mismo, aunque en ocasiones hay destinos u orígenes con controles especiales o acuerdos aduaneros con otros).
- En Check-in (distintos requisitos, tiempo de presentación, número de mostradores abiertos, etc).
- En los sistemas de equipajes (número y tamaño de equipajes en función del origen/destino).
- En las pasarelas de embarque (aeronaves que no pueden conectarse por pasarela, o compañías que prefieren no hacerlo).
- En áreas generales (meeters /greeters, consumo en zonas comerciales según tiempo de estancia, capacidad adquisitiva, etc).

En el Aeropuerto de Cartagena, se considera suficiente la siguiente segmentación:



Fuente: Elaboración propia

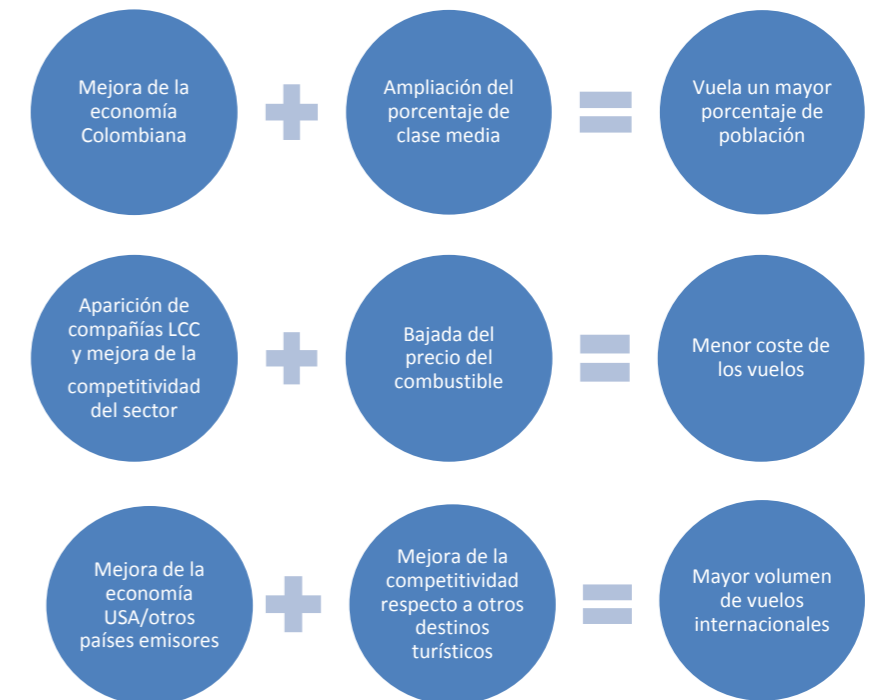
Como se ha indicado, el objetivo de esta segmentación es obtener parámetros de diseño en los diferentes disparadores de la infraestructura, pero para la previsión de la demanda no es útil una segmentación tan prolija, optándose por utilizar solamente los segmentos nacional e internacional, desglosando posteriormente de acuerdo con los datos del análisis de tráfico los tráficos de los sub-segmentos.

#### 5.1. Definición de parámetros estadísticos para la determinación de la demanda a largo plazo

Se aplicarán previsiones por separado a los segmentos nacional e internacional, basadas en el crecimiento del PIB colombiano y de los Estados Unidos, respectivamente, ya que son el segmento más significativo dentro del tráfico internacional.

Sin embargo, estos parámetros no son suficientes para explicar el comportamiento del tráfico en los últimos años, por lo que se han buscado otros factores que puedan ayudar a explicar el crecimiento del mismo. Estos factores podrían ser, principalmente, la mejora de la competitividad del sector (bajada de precios de los billetes), la mejora de la economía, bien sea la colombiana en el aporte de tráfico nacional, bien sea la de los países emisores, en el caso del internacional (capacidad adquisitiva de los viajeros):

Gráfico 23 Principales factores que pueden influir en la demanda aérea de Cartagena



Fuente: Elaboración propia

De los muchos parámetros que se pueden incorporar al modelo, hay que tener en cuenta fundamentalmente tres factores:

- Que expliquen el comportamiento del tráfico, bien parcial o totalmente.
- Que cuenten con una previsión internacionalmente aceptada.
- Que aporten flexibilidad al modelo en distintos escenarios.

De los parámetros descritos anteriormente, se procede a continuación a analizar si pueden ser empleados para el modelo:

Tabla 28.- Análisis de las posibles variables a emplear en las regresiones

Variable	Parámetros relacionados	Segmento de tráfico relacionado	Ventajas e Inconvenientes
Macroeconómicos: PIB	PIB colombiano	Nacional sobre todo, aunque hay que tener en cuenta que un elevado porcentaje de los pasajeros provenientes de Bogotá proceden de terceros países.	V: Cuanta con previsiones oficiales, aunque no a muy largo plazo I: No es un factor que explique directamente el crecimiento del tráfico aéreo, suele tener tasas mucho más bajas y no explica los "saltos" de la serie histórica
Macroeconómicos: PIB	PIB de países originarios de los pasajeros	Internacional sobre todo, aunque el nacional por lo explicado anteriormente incluye muchas conexiones en Bogotá.	V: Cuenta con previsiones oficiales, aunque no a muy largo plazo, pero se pueden prolongar. I: Es difícil establecer la proporción por países de pasajeros llegados a Cartagena
Macroeconómicos: Salarios	SMMLV	Nacional	V: podría explicar el acceso de un sector creciente de la población al transporte aéreo. I: no explica al 100% el acceso de un sector creciente de la población al transporte aéreo.
Macroeconómicos: Moneda	Evolución del cambio Peso/Dólar	Internacional fundamentalmente	V: Es un buen indicador del coste de vida comparado, y por tanto de la capacidad de adquirir paquetes turísticos baratos desde el exterior. I: es difícil prever el comportamiento futuro.
TTE. Aéreo: Coste de los billetes	Precio del billete	Todos	V: es el factor que más influye en el tráfico aéreo I: Es difícil establecer series históricas y sobre todo obtener previsiones
TTE. Aéreo: Coste de los billetes	Coste del queroseno	Todos	V: aunque no es tan decisivo como el precio de los billetes, un tercio de los costes de las aerolíneas suelen ser directamente proporcionales al combustible, la reciente bajada global de los precios de crudo se ha reflejado en mejores márgenes de beneficios para las aerolíneas e indirectamente en mayor oferta de asientos en rutas con menor factor de ocupación etc
TTE. Aéreo: Competitividad de las compañías aéreas	Difícil obtener parámetros estadísticos fiables y con previsiones oficiales: solo se puede usar a nivel cualitativo		

Variable	Parámetros relacionados	Segmento de tráfico relacionado	Ventajas e Inconvenientes
TTE. Aéreo: Competencia de otros destinos	Difícil obtener parámetros estadísticos fiables y con previsiones oficiales: solo se puede usar a nivel cualitativo		
TTE. Aéreo: Turismo	Plazas hoteleras en Cartagena	Todos, aunque especialmente el internacional	V: tiene una relación directa, se suelen usar para establecer limitaciones o para el corto plazo I: Si no hay limitaciones urbanísticas o ecológicas, no aportan nada que no esté contemplado en los parámetros anteriores a medio y largo plazo.

Fuente: Elaboración propia

De los parámetros anteriormente seleccionados, se han hecho pruebas con algunos de ellos para tratar de obtener regresiones con cierto grado de fiabilidad. De las estudiadas, se han considerado más adecuadas las siguientes:

$$\text{Tráfico nacional de pasajeros} = Ax \text{ PIB nacional} + Bx \text{ Precio del queroseno corregido con el IPC} + C$$

$$\text{Tráfico internacional de pasajeros} = Ax \text{ PIB EEUU} + Bx \text{ Precio del queroseno corregido con el IPC} + D$$

Se ha descartado el uso de PIB de otros países, debido a la estabilidad del PIB norteamericano y al importante porcentaje de este tráfico en el internacional (es el primer país de origen de turismo a Cartagena, con más del doble de porcentaje que los siguientes (Brasil y Argentina), y por la dificultad de estimar el porcentaje de tráfico real, en la actualidad y en el futuro, de pasajeros provenientes de países extranjeros en vuelos nacionales, siendo EEUU el único origen significativo en tráfico turístico punto a punto con Cartagena).

También se ha descartado el tipo de cambio, a pesar de ser un parámetro que aportaría un importante factor de explicación del coste de paquete turístico desde el exterior, por ser un factor de difícil previsión, y porque la variable está muy relacionada con el precio del petróleo, que a su vez lo está con el del queroseno: obsérvese la correlación inversa entre la evolución del cambio USD/peso colombiano y la del petróleo, por tanto, ambos factores no deben usarse en la regresión porque su contribución se anularía.

Gráfico 24 Correlación inversa Peso Colombiano USDCOP vs Petróleo Estados Unidos WTI entre 2013 y septiembre de 2015



Fuente: TradingView.com

El escenario base consiste en la aplicación de las regresiones sin limitaciones y con previsión de los parámetros, más allá de las previsiones oficiales, a partir de regresiones sobre la serie histórica.

La correlación es bastante alta ( $R^2 = 93,8\%$  para el nacional,  $99,9\%$  para el internacional). La nacional se ha obtenido con un periodo de 10 años (2005 a 2015), la internacional, para mejorar la mejor correlación, se ha ajustado con la serie 2009-2015.

Las elasticidades de cada variable en las regresiones son las siguientes:

Para el tráfico nacional:

Elasticidad con PIB CO	14.579,84
Elasticidad con queroseno	-74.028,19
Constante	-4.269.589,86

Para el tráfico internacional:

Elasticidad con PIB EEUU	112.334,93
Elasticidad con queroseno	-52.605,05
Constante	-1.328.461,06

Las elasticidades iniciales con el PIB deberían tender a reducirse a medida que el tráfico aéreo madure en el país (según el concepto "propensity to fly").

Así, la mediana de la elasticidad entre el AGR del PIB colombiano y el del tráfico aéreo entre 2005 y 2015 fue de 3,25. En mercados maduros como el británico, este valor se reduce aproximadamente a 1,3, 1,9 en España. Por tanto, parece lógico que a medio o largo plazo se alcance un valor similar a los mencionados en Colombia, reduciéndose la elasticidad respecto al PIB aproximadamente a la mitad hacia los últimos horizontes de previsión.



## 5.2. Previsiones de Tráfico de Pasajeros a corto plazo

Para elaborar las previsiones a corto plazo se ha contado con la siguiente información:

### Datos de tráfico del primer trimestre del 2016

En la siguiente tabla se observa que el tráfico total en el trimestre creció aproximadamente un 22% en este periodo con respecto al mismo periodo de 2015:

Tabla 29.- Tasas de incremento del tráfico en el primer trimestre del año 2016

2015-2016	ENE	FEB	MAR	TOTAL TRIMESTRE
NACIONAL	21,4%	23,5%	19,6%	21,4%
INTERNACIONAL	22,9%	26,9%	28,4%	25,9%
TOTAL	21,6%	23,9%	20,7%	22,0%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Este crecimiento no puede extrapolarse directamente al tráfico anual, ya que la experiencia de los últimos años demuestra que ambos crecimientos no son paralelos:

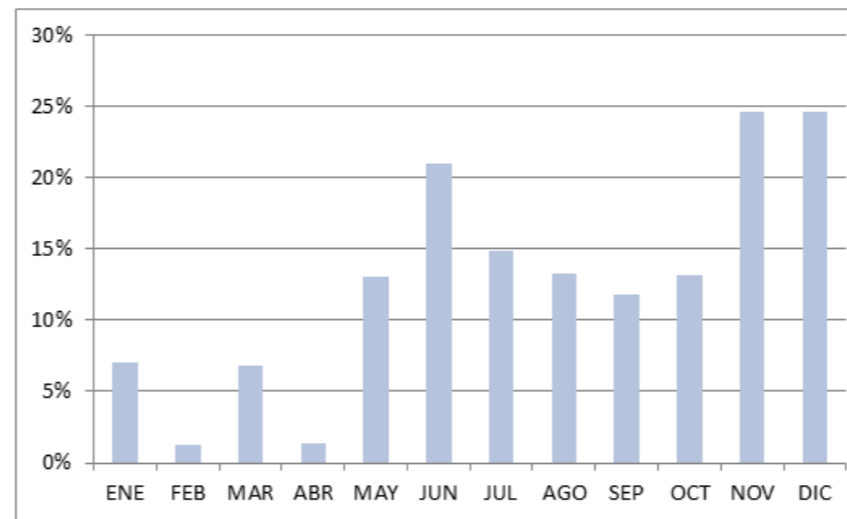
Tabla 30.- Comparación entre el crecimiento del primer trimestre y anual en los últimos 3 años

Periodo	PRIMER TRIMESTRE	ANUAL
2014-2015	7,4%	14,6%
2013-2014	-2,8%	1,4%
2012-2013	43,6%	17,9%

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Esta anomalía se explica al observar que el crecimiento de 2015 con respecto a 2014 en el tráfico nacional fue muy bajo hasta abril, creciendo enormemente en mayo y de forma definitiva a partir de Noviembre (casi 25%):

Gráfico 25 Tasas anuales de crecimiento 2014-2015 en el segmento nacional

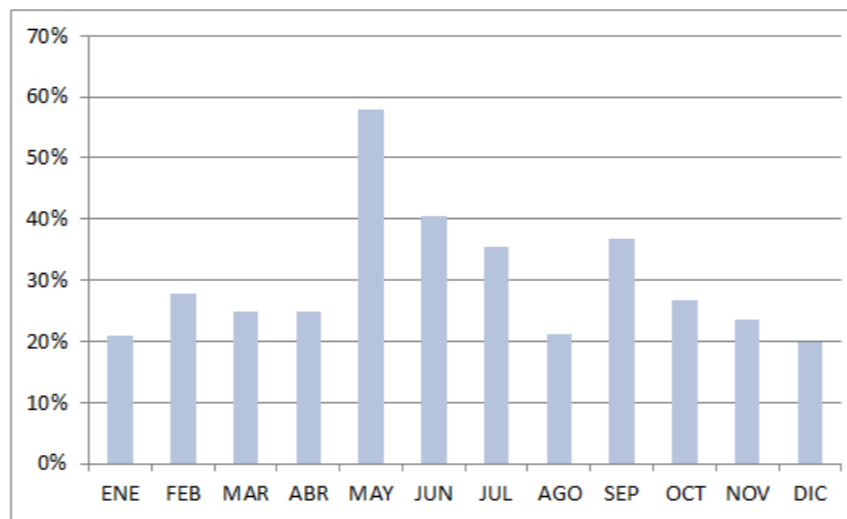


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

Por tanto, habría que descontar el efecto de este crecimiento para estimar de forma adecuada la demanda global del año.

En el segmento internacional no se observa una anomalía similar, aunque los valores del primer trimestre continúan siendo algo menores de la media del año, en este caso eliminando el valor de mayo (Semana Santa), la diferencia de las tasas de diferentes meses es menor.

Gráfico 26 Tasas anuales de crecimiento 2014-2015 en el segmento internacional



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

## Datos de oferta de asientos en las 36 primeras semanas de 2016

En cuanto a la oferta de asientos, los datos proporcionados indican lo siguiente:

Tabla 31.- Crecimiento de asientos ofertados en el periodo 2015-2016

	PRIMER TRIMESTRE		
	Total	Nacional	Internacional
Asientos ofertados 2016	1.198.651	1.040.578	158.073
Crecimiento vs 2015	37,5%	40,4%	20,7%
	36 SEMANA		
	Total	Nacional	Internacional
Asientos ofertados 2016	3.421.069	2.963.246	457.823
Crecimiento vs 2015	23,3%	23,4%	22,6%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

Se observa que el crecimiento total es aproximadamente el doble del experimentado en el tráfico del primer trimestre, especialmente en el caso del nacional, que es mucho mayor que el internacional, lo que no corresponde con la realidad.

Por todo ello, la fiabilidad de los datos de oferta de asientos no es muy alta, al menos como para plasmarla directamente en las previsiones a corto plazo.

### Posible influencia de las plazas hoteleras

Se han realizado varias pruebas de añadir las plazas hoteleras disponibles a las regresiones múltiples a corto plazo, no obteniéndose correlaciones mejores que las ya utilizadas en los modelos a largo plazo. Sin embargo, para las estimaciones a corto plazo sí pueden aportar alguna luz acerca del comportamiento inmediato del tráfico.

Los datos de crecimiento de plazas hoteleras son los siguientes:

Tabla 32.- Datos de plazas hoteleras disponibles a corto plazo en la zona de Cartagena de Indias

Año	Plazas disponibles	Tasa anual	% de ocupación según distintas fuentes		
			Cartagena COTELCO	Cartagena ASOTELCA	Colombia DANE
2013	10.366		54,3	63,7	52,5
2014	11.001	6,1%	51,9	65,8	52,3
2015	11.917	8,3%	57,7	60,8	54,3
2016	13.240	11,1%			
2017	14.952	12,9%			

Fuente: Corporación de Turismo de Cartagena de Indias

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Lo que sí se aprecia es que, de consolidarse la oferta, se mantiene un crecimiento superior al 10% en los años 2016 y 2017, que permitirá seguir incrementando el tráfico a corto plazo. Se observa también que las plazas hoteleras no explican de por sí la intensidad del tráfico, que obviamente debe tener otras formas de alojamiento.

Con rotaciones semanales, las 11.917 plazas disponibles en 2015 generarían un tráfico potencial de: 11.917 x 0,57 (ocupación media de las distintas fuentes) x 52 semanas x dos viajes por viajero= 707.000 pasajeros, aproximadamente un 20% de los pasajeros manejados en el Aeropuerto, y eso considerando que el 100% de los usuarios de estas plazas hoteleras viajaran en avión, por lo que el porcentaje de explicación real no debería ser mayor del 15%.

En cuanto a las expectativas para 2016 y 2017, si se realiza una estimación parecida, las nuevas plazas podrían generar el siguiente tráfico:

**Tabla 33.- Pasajeros adicionales potencialmente generados por las nuevas plazas hoteleras disponibles con rotación de una semana y 70% de usuarios del modo aéreo**

Año	Nuevas plazas	Tráfico potencial adicional
2016 (tráfico de 2017)	1.323	55.000
2017 (tráfico de 2018)	1.712	101.000

Fuente: Elaboración propia

Los valores no parecen suficientemente significativos para justificar completamente la estimación de demanda a corto plazo, ya que:

- Se plasma obviamente que la mayoría del pasaje no usa hoteles, y no es posible conocer de forma fiable el número de plazas disponibles en otro tipo de alojamientos ni su potencial de crecimiento.
- Los valores encontrados no pueden correlacionarse de forma razonable con los datos de años anteriores.

Aun así, pueden proporcionar una primera pista del posible crecimiento del tráfico en 2017 y 2018.

**Operaciones programadas en 2016**

En cuanto a las frecuencias con nuevos destinos, se observa en las siguientes tablas que en el segmento nacional no parece que el incremento sea significativo:

**Tabla 34.- Rutas y frecuencias nacionales noviembre 2015 – marzo a mayo 2016**

Compañía	Destinos	Tipo de aeronave	Frecuencias semanales Nov 15	% de ocupación (salidas)	Marzo 2016	Abril 2016	Mayo 2016
Avianca	BOGOTÁ BOG	A318-A319-A320-A330-B787	132	84%	138	124	126
	MEDELLÍN MDE	A318-A319-A320	37	84%	34	35	35
	CALI CLO	A318-A319-A320	15	77%	14	14	14
	PEREIRA PEI	A318-A319-A320	3	78%	3	3	10
LAN (Aires Colombia)	BOGOTÁ BOG	A320	52	78%	32	26	41
	MEDELLÍN MDE	A320	7	90%	4	5	7
	BOGOTÁ BOG	A320	16	89%	12	11	14
Viva Colombia	MEDELLÍN MDE	A320	12	91%	0	8	10
	SAN ANDRÉS ADZ	A320	3	89%	2	3	3
	PEREIRA PEI	A320	4	88%	0	4	4
	CALI CLO	A320	3	86%	3	6	3
Aerolínea de Antioquia	MONTERÍA MTR	JS-32	7	70%	13		4
Easyfly	BUCARAMANGABGA	JS 41 - ATR-42/72	10	72%	10	8	7
Copa Airlines	SAN ANDRÉS ADZ	B737-B738-E190	12	72%	6	6	6
<b>Nuevas Rutas</b>							
Viva Colombia	BUCARAMANGA BGA	A320		80% (est.)			4

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA y Aerocivil

Se observa que en general no hay incremento de frecuencias (más bien al contrario, en comparación con las de Noviembre de 2015, si bien los datos se pueden considerar en general equivalentes). La única nueva ruta detectada es la de Bucaramanga, que aporta aproximadamente 1.500 pasajeros semanales, 75.000 pasajeros anuales. Esto no es muy significativo (apenas un 2%) y no explica el crecimiento del tráfico en el primer trimestre de 2016.

En cuanto al tráfico internacional, como se observa en la siguiente tabla se añaden las rutas a Montreal y Atlanta, con Air Transat y Delta respectivamente, y se incrementa

sobre todo la frecuencia de los vuelos a Panamá de Copa, traduciéndose todos estos factores en unos 98.000 pasajeros anuales adicionales, equivalentes aproximadamente a un 21% de incremento con los tamaños de aeronave y factores de ocupación registrados en 2015, a los que a medio plazo podrían sumarse otros como los de Air Europa, que con tres frecuencias semanales y B-787-8 podrían aportar unos 60.000 pasajeros más a medio plazo, un 14% más.

**Tabla 35.- Rutas y frecuencias internacionales noviembre 2015 – marzo a mayo 2016**

Compañía	Destinos	Tipo de aeronave	Frecuencias semanales Nov 15	% de ocupación (salidas)	Marzo 2016	Abril 2016	Mayo 2016
Avianca	NUEVA YORK JFK	A318-A319-A320	3	69%	3	3	3
	MIAMI MIA	A318-A319-A320	7	82%	7	7	7
Spirit	FORT LAUDERDALE FLL	A319-A320	4	81%	4	4	4
JetBlue	NUEVA YORK JFK	A320	3	89%	4	4	3
	FORT LAUDERDALE FLL	A320	7	84%	7	7	4
Copa Airlines	PANAMÁ PTY	E190	19	72%	29	18	22
Delta	ATLANTA ATL	B737		80%			3
Air Transat	MONTREAL YUL	B738		80%	1		

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de SACSA y Aerocivil

Lo que se demuestra es que las nuevas rutas creadas a partir de mayo de 2015 y sobre todo a partir de noviembre se han consolidado en el primer trimestre de 2016 e incluso se ofrecen algunas nuevas rutas, si bien el tráfico parece estabilizarse tras el enorme crecimiento de finales del año 2015 (25%).

**Aplicación a las estimaciones de demanda a corto plazo**

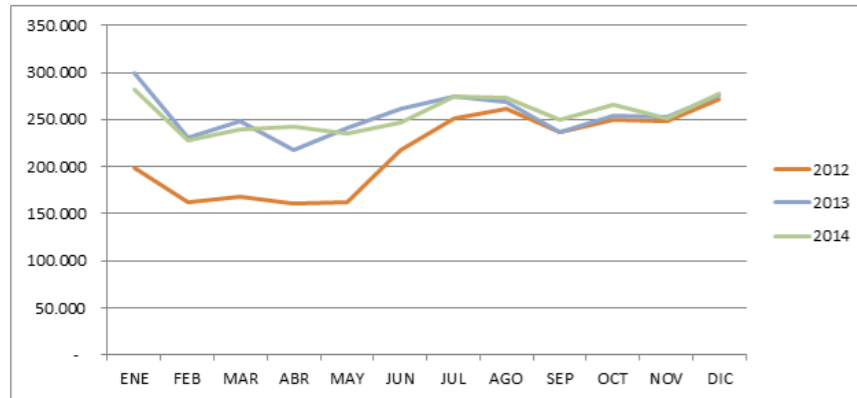
**Año 2016**

Como se ha observado, solo hay datos fiables para estimar el crecimiento de 2016, tanto basados en las rutas y frecuencias de los primeros meses del año como de los datos de SACSA correspondientes al primer trimestre del año, en el que, como se observó anteriormente, se constató un crecimiento muy importante.

Tras este tipo de crecimientos muy elevados, es habitual que se produzca una fase de estabilización en el segmento nacional; un ejemplo podría ser el crecimiento de 2012 /2013 /2014, que puede observarse en el siguiente gráfico:



Gráfico 27 Ejemplo de crecimiento explosivo y estabilización en el segmento nacional (años 2012 a 2014)

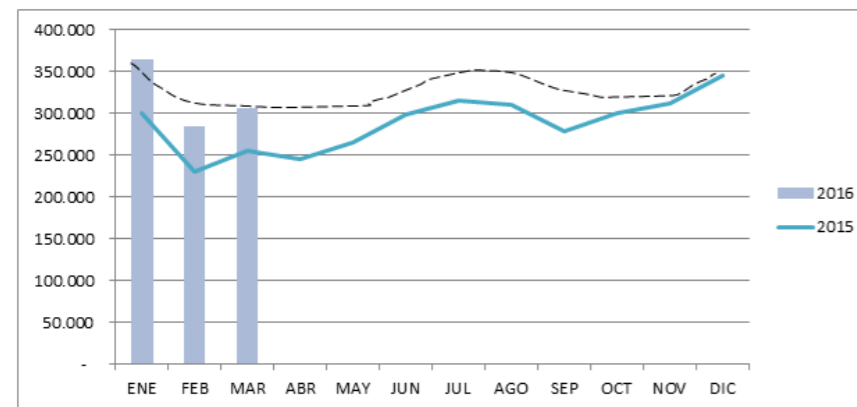


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACS

El crecimiento se produce a partir del mes de mayo de 2012, y las nuevas rutas y frecuencias se estabilizan durante todo el 2013, produciendo un crecimiento prácticamente residual pero que en la tasa interanual es importante, al “rellenar” los valles del inicio de 2012, y después durante 2014 apenas hay crecimiento.

La tasa del primer trimestre de 2012 a 2013 es del 47%, sin embargo el interanual 2012-2013 es solo del 18,16%, y la del año siguiente apenas un 0,24%. Esto demuestra que, con un perfil muy similar al de 2015 e inicio de 2016:

Gráfico 28 Crecimiento del tráfico nacional en el año 2015 e inicio de 2016



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACS

En línea discontinua se muestra el desarrollo típico del tráfico a lo largo del año, comprobándose que el comportamiento esperado probablemente augure tasas de crecimiento menores a partir de Mayo-Junio de 2016.

Se realizan las siguientes hipótesis:

- En el primer trimestre de 2015, el tráfico nacional creció en un 5,24% con respecto al mismo periodo de 2014.

- El crecimiento que comenzó en mayo de 2015 (17,06%) se estabiliza y crece aún más en 2016. Aplicando este crecimiento al primer trimestre de 2015, se obtendría un crecimiento no observado del 11,82% (17,06-5,24), que “normalizaría” el primer trimestre.
- Este crecimiento que no se produjo en 2015 es el que en 2016 se suma al crecimiento propio del año, por tanto, 21,41-11,82=9,59%

Por tanto, el crecimiento normalizado en el trimestre es del 9,59% (aproximadamente un 10%), que sería el valor aplicable al año completo.

Para el tráfico internacional, la creación de nuevas rutas pueden explicar aproximadamente un 21% de tráfico adicional, y los datos del trimestre, esta vez sin valores anómalos, concuerdan e incluso enfatizan este efecto (25,9%).

En total, las tasas deducidas para 2016 estarían alrededor del 10% para el tráfico nacional y 21 a 26% en el internacional. Lo que arrojaría una tasa interanual de aproximadamente el 12%:

Tabla 36.- Previsiones a corto plazo para 2016

	Nacional	Internacional	Total
Año 2015	3.474.222	459.414	3.933.636
Tasa interanual	10%	23%	12%
Año 2016	3.821.644	565.079	4.386.723

Fuente: Elaboración propia

#### Año 2017

Para los años siguientes no se cuenta con información ni de tráfico ni de programación de vuelos, por lo que resulta muy complicado estimar cual será el resultado, si bien se intuye por lo indicado anteriormente que el tráfico nacional puede estabilizarse y el internacional mantener un ritmo de crecimiento, si bien no necesariamente tan acentuado como el indicado.

De las consultas realizadas con compañías aéreas y SACS se desprenden las siguientes conclusiones para el tráfico internacional:

- Las frecuencias de Jet Blue tienden a incrementarse a 5 frecuencias semanales a NYC, en lugar de las 3/5 actuales según temporada. También se prevé un cambio de flota (A321 de 190 plazas en lugar de los 156 actuales del A320). La suma de ambos efectos podría alcanzar unos 26.000 pasajeros anuales manteniendo el factor de ocupación actual (89%).
- Spirit mantendría probablemente su oferta prevista para 2016.
- Avianca podría mantener sus frecuencias de las rutas Pereira-CTG-NYC y Miami, aunque se prevé una posible mejora marginal del LF (si pasara del 69% actual al 80%, más acorde con el resto del tráfico, el efecto sería de unos 5.000 pasajeros anuales).

- Delta podría establecer 1 ó 2 nuevas frecuencias y posiblemente mejorar también el LF. El efecto sería de unos 21.000 pasajeros anuales.

Como consecuencia de estos cambios, el tráfico podría crecer algo más del 9% en 2017 con respecto a 2016.

Para el segmento nacional, la hipótesis más razonable es la de estabilización de las actuales frecuencias y rutas, ya que como se observó anteriormente, históricamente el tráfico del Aeropuerto suele estabilizarse después de crecimientos elevados como el actual. Comoquiera que el porcentaje de ocupación es muy elevado (alrededor del 83% en 2015 para el total del segmento), tiene muy poco margen de crecimiento. Una de las razones que podrían justificar un incremento podría ser la disponibilidad de nuevas plazas hoteleras. Para calcular el efecto potencial sobre el tráfico, se cuenta con los siguientes datos:

- 1) Plazas nuevas disponibles = 1,3 x Habitaciones nuevas disponibles
- 2) Factor de ocupación promedio ~ 57-59% promedio de los últimos de las asociaciones hoteleras)
- 3) Estadía promedio: se movería entre 4 a 6 días según los datos de benchmarking del conjunto de destinos turísticos del Caribe. Se tomará el valor más bajo contando con que no es uno de los destinos más baratos.

Con todo esto, una habitación nueva se traduce en  $365,25 \times 1,3 \times 0,57 / 4 =$  unos 67 pax nuevos one-way, 134 para el aeropuerto, suponiendo que las 1.223 nuevas habitaciones esperadas para el 2016 se pusieran en servicio para 2017, el efecto total sería de unos 164.000 pasajeros anuales. Es difícil suponer cuántos de estos serán nacionales o internacionales, pero es fácil suponer que los internacionales usarán de forma muy mayoritaria el hotel como modo de alojamiento, por lo que se deduce que restando los aproximadamente 53.000 pasajeros internacionales previstos, el resto (unos 123.000) podrían ser nacionales, generando un crecimiento alrededor del 3%.

Tabla 37.- Previsiones a corto plazo para 2017

Año	Nacional	Tasa	Internacional	Tasa	Total	Tasa
2015	3.474.222		459.414		3.933.636	
2016	3.821.644	10,0%	565.079	20,0%	4.386.723	11,5%
2017	3.943.970	3,2%	617.823	9,3%	4.561.793	4,0%

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Definición de Escenarios

#### Escenario 1: Continuación del crecimiento atenuado del precio de combustible de aviación

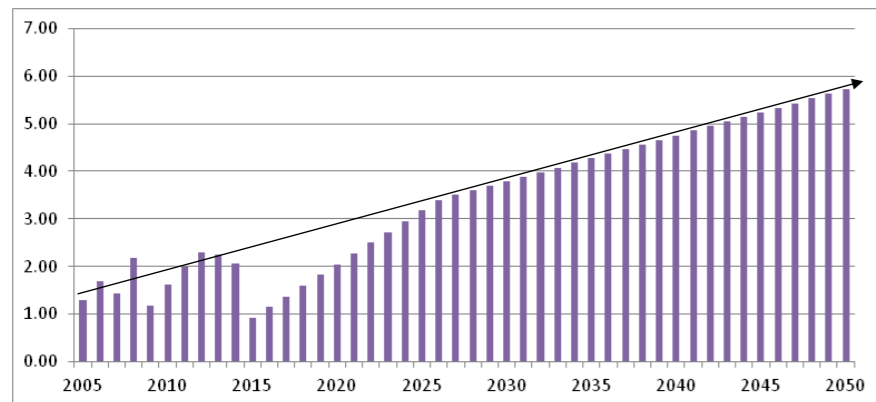
El Escenario 1 consiste en la aplicación de las regresiones indicadas anteriormente sin limitaciones y aplicando las correcciones a corto plazo indicadas con anterioridad.

El crecimiento del PIB tanto local como EEUU seguirá la tendencia del último año pronosticado oficialmente. La elasticidad del tráfico doméstico con el PIB nacional se reducirá linealmente hasta un valor en torno a 2,50 en 2030, continuando esta maduración de mercado sin llegar a alcanzar los valores del mercado británico (1,42 en 2050, frente a 1,3 de dicho mercado).

En cuanto a la elasticidad de la demanda internacional frente al PIB EEUU, también se propone una reducción aunque menos significativa, ya que el tráfico internacional debería ser menos sensible (como mercado turístico), proponiéndose una reducción mínima (la media de los últimos 10 años es de 5,01, y se propone una reducción a 4,3 hacia el último horizonte de previsión) una reducción mayor iría en detrimento del tráfico internacional, ya que el crecimiento del PIB EEUU es estable pero no muy elevado, y no se considera razonable que el tráfico internacional quede frenado en comparación con el nacional, ya que tiene oportunidades en nuevos mercados en el futuro.

En cuanto al precio del queroseno, se propone un crecimiento basado en la serie histórica completa desde 2005, tras un periodo inicial de 10 años de adaptación a dicha serie:

Gráfico 29 Evolución del precio del queroseno considerada en el primer escenario (US\$ por galón)



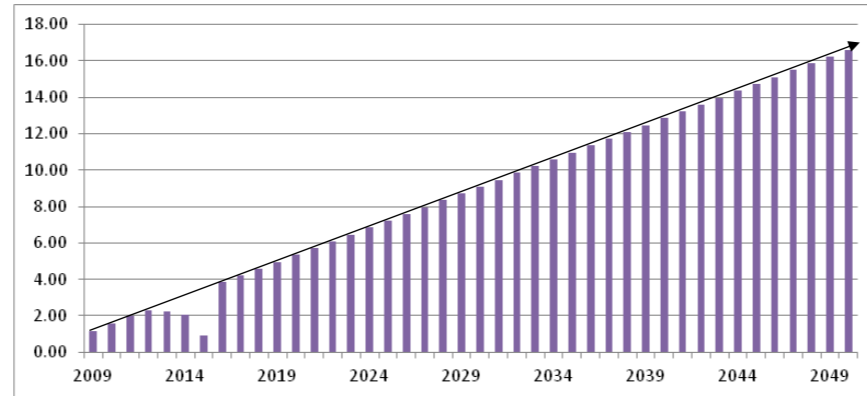
Fuente: Elaboración propia

El crecimiento global del tráfico se adapta a una curva típica de maduración del mercado, con crecimientos elevados en el inicio y atenuados con el tiempo, como corresponde generalmente al crecimiento del tráfico de pasajeros.

#### Escenario 2: normalización del precio del combustible de aviación

En el segundo escenario se plantea una hipotética subida del precio del queroseno siguiendo la tendencia anterior a la crisis actual.

Gráfico 30 Evolución del precio del queroseno considerada en el segundo escenario (US\$ por galón)



Fuente: Elaboración propia

Obsérvese que el crecimiento sigue la tendencia previa a la crisis sufrida a partir de 2012, corrigiendo los efectos explosivos que han tenido sobre el tráfico tanto los costes de vuelos como la fortaleza del dólar frente al peso colombiano. Se plantea este crecimiento como una opción más probable que el crecimiento moderado del escenario 1, ya que los precios bajos del petróleo no parece que vayan a tener continuidad a largo plazo.

Se mantienen las correlaciones ya que las regresiones son las mismas del modelo base, modificándose únicamente las previsiones de crecimiento de los parámetros base de las mismas.

El tráfico nacional debería perder porcentaje con el trascurso de los años con respecto al escenario inicial, ya que se supone que el pasajero internacional debería verse menos afectado por el incremento del coste del billete (repercusión del incremento del coste del combustible). Otros factores como la competencia de otros destinos turísticos colombianos y la mejora de las infraestructuras podrían reducir el crecimiento del tráfico doméstico.

Por ello, se ha estimado que la tasa anual de crecimiento podría verse afectada en un recorte de un 10%, que se compensará en parte con un aumento de la elasticidad del tráfico internacional (4,4 como objetivo final, frente al 4,3 del escenario 1), produciéndose un cierto trasvase de nacional a internacional, justificado también en el incremento de interés de las compañías por incrementar las rutas internacionales, mayor que el que se ha observado en las rutas domésticas.

#### Escenario 3: Posibles limitaciones por competencia exterior

Se identifican al menos tres limitaciones adicionales posibles aunque difíciles de cuantificar:

- La competencia de otros destinos turísticos como Cuba o Venezuela, que podrían abrirse, especialmente al tráfico norteamericano, con precios posiblemente muy competitivos si se llevan a cabo cambios políticos en ambos países. Potencialmente, esta competencia puede tener una gran influencia en el tráfico internacional, y un poco más moderada en el nacional, pero también importante, ya que no se puede olvidar que buena parte del tráfico proveniente de Bogotá originariamente procede de terceros países, además de que el propio turismo colombiano podría decantarse por los nuevos destinos. Frente a ellos, la fortaleza de un destino turístico consolidado y de un conjunto histórico considerado probablemente el más valioso del Caribe, debería representar una defensa importante frente a la competencia.
- La limitación del desarrollo hotelero una vez copadas las áreas de mayor interés, ya que hoteles situados en zonas donde no se ofrezca un atractivo turístico importante (cerca de playas de calidad o del centro histórico) no atraerían al turismo del mismo modo. En algunos destinos especialmente atractivos, la falta de crecimiento de capacidad hotelera se ha compensado en parte por la reducción de las rotaciones medias (paquetes combinados con otros destinos, por ejemplo), que han reducido la incidencia. En la actualidad se están generando nuevas zonas de expansión turística hacia el Norte, y no parece que la capacidad hotelera deba ser un limitante al tráfico de Cartagena en los horizontes de estudio.
- La mejora prevista en los próximos años de la infraestructura viaria con nuevas autopistas, duplicación de la calzada Barranquilla-Cartagena, mejora de la accesibilidad desde el interior (se calcula que la mejora de tiempo de la conexión con Medellín será de un 30%), etc.

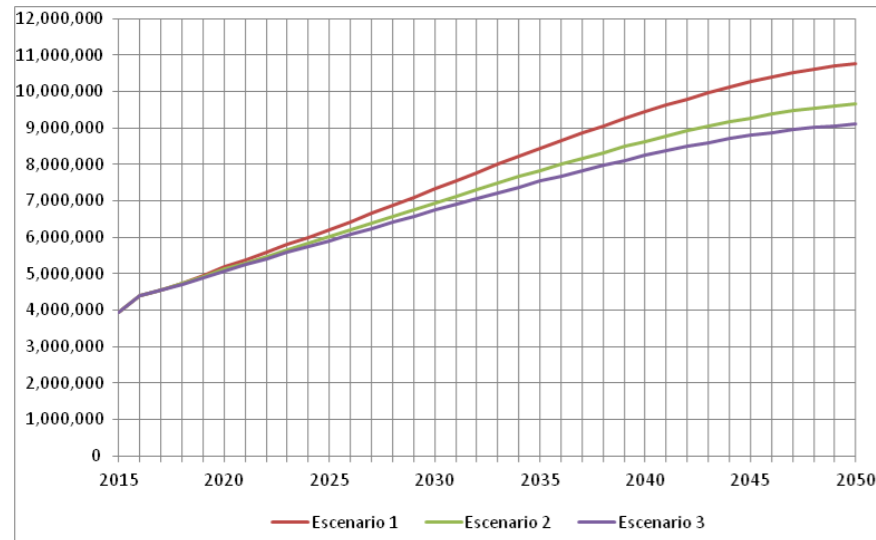
Todos estos factores son difíciles de aplicar cuantitativamente a los escenarios. El crecimiento natural de la demanda de viajes turísticos permitirá aumentar los destinos sin afectar de forma tan significativamente al tráfico de Cartagena, pero sí se puede estimar que en términos globales, el primer factor podría causar una reducción potencial del 15% del tráfico internacional y del 6% del nacional (aplicados a las tasas de crecimiento del escenario 2).



## 5.4. Previsiones de tráfico de Pasajeros

### Tráfico comercial total

Gráfico 31 Evolución previsible de la demanda de tráfico de pasajeros comerciales en los tres escenarios básicos



Fuente: Elaboración propia

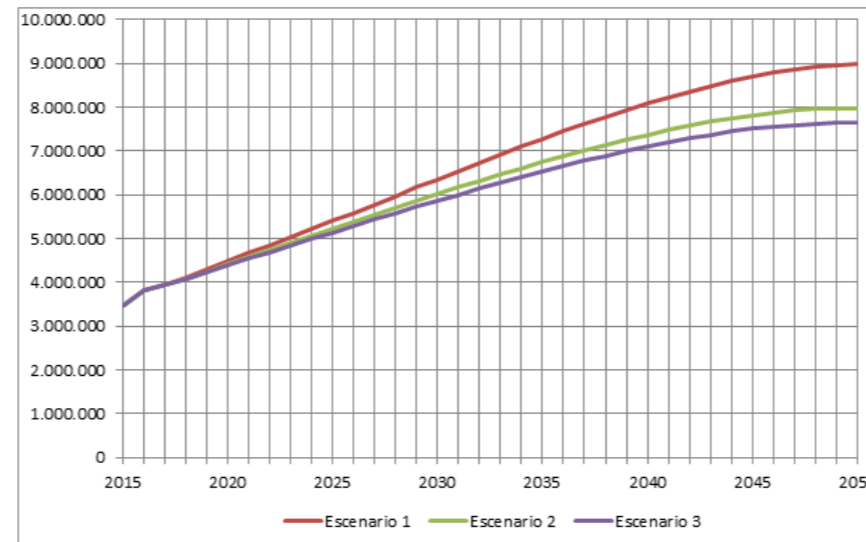
Todos los escenarios incluyen la misma previsión a corto plazo (2016, 2017), ya que esta se basa no en parámetros macroeconómicos sino en previsiones de programación de vuelos.

Como se observa, la horquilla la enmarcan los escenarios 1 y 3, situándose el segundo en una zona intermedia. Las previsiones del Plan Maestro vigente y la actualización del 2014 se quedan por debajo de todos ellos por dos motivos principales:

- La incorporación del tráfico de 2015 eleva notablemente el punto de arranque
- Las tasas calculadas con la serie hasta 2012 no pueden extrapolarse debido al notable incremento posterior, por lo que las tasas iniciales, sea cual sea el modelo de regresión utilizado, siempre darán más altas que las del modelo original.

### Tráfico nacional

Gráfico 32 Evolución previsible de la demanda de tráfico de pasajeros comerciales nacionales en los tres escenarios básicos



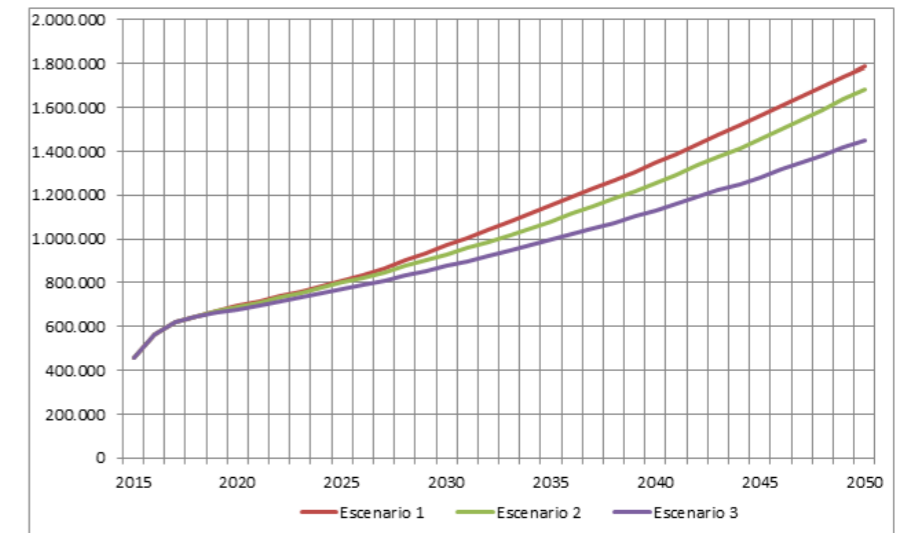
Fuente: Elaboración propia

La limitación del escenario 3 se aplica con preferencia para el tráfico internacional, es decir manteniendo el crecimiento de éste sin limitaciones, en detrimento del tráfico nacional, debido a motivos económicos obvios.

### Tráfico Internacional

El tráfico internacional evolucionaría del siguiente modo en cada uno de los escenarios básicos:

Gráfico 33 Evolución previsible de la demanda de tráfico de pasajeros comerciales internacionales en los tres escenarios básicos



Fuente: Elaboración propia

## 5.5. Previsiones de operaciones

### Tendencias futuras de mezcla de flota comercial

El Aeropuerto Rafael Núñez tiene ciertas limitaciones tanto en capacidad como en longitud de pista y geometría, que ha influido e influye en la mezcla de flota. Los desarrollos previstos pueden permitir un incremento de la flota de clave OACI E en las escalas internacionales, pero a cambio es previsible también que se sustituyan los B-787 de Avianca con destino Bogotá, que constituyen el grueso del tráfico de esta tipología actualmente, por lo que el efecto conjunto tendería a compensarse y no hay razones suficientes para plantearse una modificación sustancial de los porcentajes de clave E, que requerirían un incremento notable del espacio disponible en el Aeropuerto, longitud de pista, etc, no posible dadas las limitaciones de la ubicación.

En cuanto a la tendencia de la industria aeronáutica en cuanto a evolución de aeronaves, ya que serán estos futuros modelos los que determinen en buena parte con sus performances los requerimientos del campo de vuelos.

Las tendencias más claras en cuanto a los principales fabricantes son las siguientes:

- 737-MAX: Es la futura generación del modelo B-737, que se espera entre en servicio próximamente. Los cambios más notables son la eficiencia de las motorizaciones, en principio, no deben ser más críticos en cuanto a performances (más bien lo contrario) que los modelos actuales.
- A320/321 NEO: Los cambios esperados son también mejoras en la eficiencia y coste de operación, básicamente mejora de las performances.
- B-787: A pesar de ser un modelo muy reciente, ya está incluida en la lista de usuarios actuales desde su puesta en servicio en Avianca, si bien es previsible que con el tiempo comiencen a operar rutas internacionales en lugar de rutas nacionales. Con más de 1.100 unidades entre entregas y pedidos, el modelo de Boeing situado entre el segmento del 737 y el 747 (250 a casi 400 pasajeros en 2 clases) será sin duda uno de los modelos que más operarán en el Aeropuerto.
- A-350 (A350 XWB): El A350 es probablemente uno de los modelos que se plantean para reemplazar buena parte de los modelos de segmento que ocupaban A330 y 340, con capacidades en torno a 400 pasajeros en 2 clases, pero con performances muy mejoradas. Se ha incluido en la lista de potenciales usuarios debido a la importancia que se espera tenga en los próximos años (en la actualidad hay casi 1.000 pedidos en firme), y es un candidato a formar parte de la flota de futuros enlaces con Europa.
- A380: Aunque acumula 319 unidades entre órdenes y entregas (Fuente: Airbus.com, Ago-2016), no parece que este modelo pueda incorporarse de forma regular a la flota de vuelos a Cartagena, en general, debido a las características del tráfico.
- B-747-8: Su incorporación, como la del A380, es poco probable. Además, el modelo de clave F de Boeing está actualmente imponiéndose en el mercado de carga de gran tonelaje, con muchas más órdenes y entregas del modelo 8F que del comercial

de pasajeros, y este segmento evidentemente no parece el más adecuado dado el desarrollo del mercado de carga aérea en Cartagena y las expectativas del mismo.

- Queda como una posibilidad la apuesta o no de los fabricantes por modelos de segmento medio (clave D), ya que los actuales están siendo poco a poco sustituidos en muchas de las compañías (B-757 y A300 dejaron de fabricarse hace años, y los pedidos más recientes de B-767 se centran en las versiones cargueras), En la actualidad no parece que Airbus apueste por este segmento, y hay dudas acerca de cuál será la postura de Boeing al respecto, aunque se intuye poca inquietud por desarrollar nuevos modelos.
- En definitiva, se plantean las siguientes hipótesis en materia de evolución de flota:**
- **Eliminación del porcentaje de aeronaves D, ya muy escaso.**
  - **Ligero incremento del porcentaje de aeronaves E, pero sin superar el 2%. Se traduce en una migración de los vuelos nacionales de Avianca a vuelos internacionales, usando preferentemente modelos actuales (B787 y B777), a los que se unirían a medio o largo plazo los A350.**
  - **Mantenimiento del porcentaje de C en el orden de los actuales, con sustitución progresiva por los nuevos modelos de Boeing y Airbus.**

**El incremento de la media de pasajeros por aeronave en el segmento comercial se prevé en base a la mejora de los factores de ocupación y uso de modelos de tamaño ligeramente superior** (por ejemplo, incremento de los porcentajes de A321 o reducción de otros como el Embraer 190). Este fenómeno es típico de aeropuertos con capacidad limitada y sin posibilidad de apostar de forma significativa por modelos de clave E ó F. De este modo parece razonable el paso de los **116 pasajeros por aeronave a 125 en el 2050.**

**El segmento internacional**, todavía poco desarrollado (apenas un 13% de los vuelos nacionales), **la tendencia de los últimos años ha sido un incremento notable del parámetro pasajeros/Aeronave, que de 2005 a 2015 se ha duplicado (de 51 a 100), por lo que es previsible que siga subiendo hasta situarse por encima del porcentaje del segmento nacional, hasta situarse en unos 140 en 2050.** Para eso, se prevé una migración de los vuelos E actualmente centrados (aunque minoritarios) en el tráfico nacional, sustitución de modelos regionales de escala corta por modelos convencionales de tamaño medio (B737-A320), aunque continúen siendo de clave C, y mejora de los factores de ocupación.

La probabilidad de que el tráfico del Aeropuerto Rafael Núñez incorpore modelos de clave "F" se considera baja: los estudios de mercado de Airbus hablan de "Aviation Mega-Cities", aeropuertos donde se cuenta con elevadas poblaciones, en regiones muy desarrolladas, con grandes infraestructuras que permitan garantizar una demanda que justifique el uso de dichas aeronaves por parte de los operadores, condiciones que no se ajustan a Cartagena.

## Previsiones de Operaciones

El crecimiento del tráfico justificaría una evolución hacia una flota de mayor tamaño, que ya se ha venido observando en los últimos años, si bien esta evolución se ha visto limitada por las características del lado aire (pista, calles de rodaje, limitaciones de franjas, RESAS, procedimientos, etc). Aun así, es previsible que el tamaño medio de aeronave siga manteniendo un crecimiento a medida que se consoliden las rutas y mejoren los factores de ocupación, tal y como ya se había indicado en el Plan Maestro vigente.

La previsión se basará en un incremento de este parámetro hasta alcanzar los 125 pasajeros por aeronave en aviación comercial nacional y 140 pasajeros por aeronave en aviación comercial internacional, y aplicación de regresiones a las tendencias de aviación general y militar. Ya se ha comentado anteriormente que en las horas punta se establecerán mecanismos para reducir en lo posible la incidencia de estos tráficos, pero no se considera que el volumen total pueda verse excesivamente afectado por esta limitación.

Tabla 38.- Tablas de previsiones de operaciones en distintos segmentos y totales

OPERACIONES COMERCIALES NACIONALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	29.913	29.913	29.913
2020	38.238	37.720	37.463
2025	45.523	44.047	43.321
2030	53.012	50.144	48.909
2035	60.066	55.691	53.949
2040	66.075	60.248	58.056
2045	70.322	63.213	60.701
2050	71.843	63.764	61.161

Fuente: Elaboración propia



## OPERACIONES COMERCIALES INTERNACIONALES

Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	4.586	4.586	4.586
2020	6.546	6.522	6.416
2025	7.247	7.169	6.901
2030	8.267	7.929	7.464
2035	9.369	8.798	8.098
2040	10.484	9.772	8.797
2045	11.615	10.848	9.554
2050	12.765	12.025	10.366

Fuente: Elaboración propia

## AVIACIÓN GENERAL Y MILITAR

Año	Aviación General	Militar	Total no comercial
2015	4.686	4.786	9.473
2020	4.505	4.635	9.140
2025	4.986	5.145	10.131
2030	5.467	5.654	11.122
2035	5.948	6.164	12.112
2040	6.430	6.674	13.103
2045	6.911	7.183	14.094
2050	7.392	7.693	15.085

Fuente: Elaboración propia

## RESUMEN OPERACIONES TOTALES

Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	39.185	39.285	43.972
2020	53.923	53.382	53.019
2025	62.901	61.347	60.352
2030	72.401	69.195	67.495
2035	81.547	76.601	74.160
2040	89.661	83.123	79.955
2045	96.031	88.155	84.349
2050	99.693	90.874	86.612

Fuente: Elaboración propia

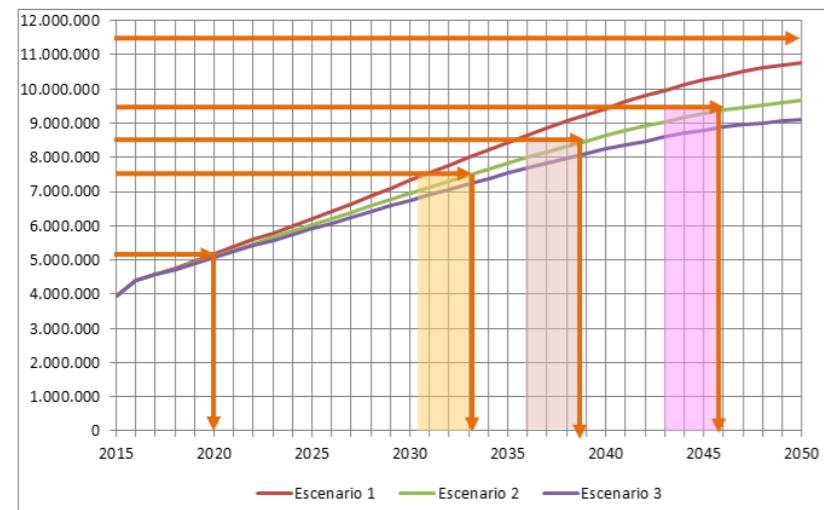
### 5.6. Previsiones de valores de diseño

La evolución de las variables de diseño, fundamentalmente PHD y AHD, en los horizontes de tráfico dependerá del desarrollo real del mismo, que puede coincidir o no con alguno de los escenarios diseñados. Por tanto, el concepto de tráfico de diseño debería aplicarse de una forma independiente, utilizándose para ello los denominados “trigger” o disparadores.

El concepto es determinar el momento en que se debe llevar a cabo la siguiente actuación, por ejemplo ampliación de determinado sistema del Edificio Terminal, y el alcance de la misma (el nivel de tráfico y calidad de servicio objetivo de dicha actuación).

Así, parece razonable que las actuaciones de desarrollo del Área Terminal de Pasajeros tuvieran una serie de escalones de tráfico preliminares en los que se debería proceder a ejecutar las siguientes ampliaciones. Habitualmente, en terminales nuevos y con tráficos de crecimiento estándar (alrededor del 4/5 % anual), los diseños se ajustan aproximadamente al doble del tráfico inicial. En este caso, con un terminal existente a reformar y un tráfico de crecimiento más elevado, es razonable establecer algún paso intermedio (reformas urgentes), una reforma sustancial y una reforma a largo plazo, que podían establecerse en los siguientes niveles de tráfico: el alcanzado en 2020 para el escenario más probable, 7,5, 8,5 y 9,5 y 11,5 millones de pasajeros anuales. Éste último disparador no se alcanza en el ámbito de las previsiones en ninguno de los escenarios, pero es útil en cualquier caso para determinar los requerimientos de una demanda más allá de las previsiones, requerimientos que en futuras actualizaciones de las previsiones podrían adelantarse en el tiempo.

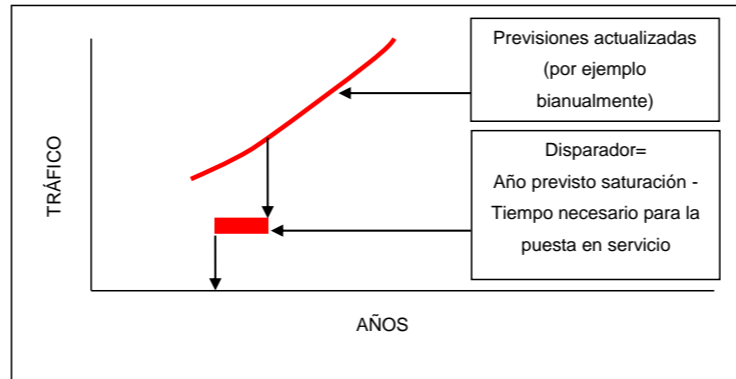
Gráfico 34 Tráficos objetivo propuestos para las ampliaciones del área terminal de pasajeros



Fuente: Elaboración propia

Estos objetivos generarán a su vez unos disparadores, asociados a la capacidad y la calidad mínimas deseables, al cumplimiento de los crecimientos y la estimación de plazo de diseño y obra de la siguiente actuación, parámetros que habrá que definir en el Diseño Funcional y proyectos generados.

Gráfico 35 Esquema del uso de disparadores de niveles de tráfico



Fuente: Elaboración propia

No obstante, se han calculado los valores de diseño aplicables en cada uno de los segmentos de tráfico y escenarios, que aparecen completos en las hojas de cálculo, y se resumen en las siguientes tablas:

Tabla 39.- Tráfico comercial total. Crecimientos medios anuales (CAGR cada 5 años)

Año	Esc.1	CAGR	Esc.2	CAGR	Esc.3	CAGR
2015	3.933.636		3.933.636		3.933.636	
2020	5.182.446	5,67%	5.119.135	5,41%	5.077.761	5,24%
2025	6.210.850	3,69%	6.027.038	3,32%	5.910.915	3,09%
2030	7.327.568	3,36%	6.943.906	2,87%	6.741.303	2,66%
2035	8.432.056	2,85%	7.831.589	2,44%	7.534.452	2,25%
2040	9.440.570	2,29%	8.635.449	1,97%	8.241.496	1,81%
2045	10.261.271	1,68%	9.278.630	1,45%	8.794.013	1,31%
2050	10.767.465	0,97%	9.653.965	0,80%	9.096.386	0,68%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40.- Tráfico comercial total. Parámetros generales de diseño

Año	Esc.1	PHD	AHD	Esc.2	PHD	AHD	Esc.3	PHD	AHD
2015	3.933.636	1.565	15	3.933.636			3.933.636		
2020	5.182.446	1.759	19	5.119.135	1.741	19	5.077.761	1.728	19
2025	6.210.850	2.060	22	6.027.038	2.007	22	5.910.915	1.973	21
2030	7.327.568	2.379	25	6.943.906	2.270	24	6.741.303	2.212	24
2035	8.432.056	2.688	28	7.831.589	2.521	26	7.534.452	2.437	26
2040	9.440.570	2.966	31	8.635.449	2.745	28	8.241.496	2.635	27
2045	10.261.271	3.190	32	9.278.630	2.922	30	8.794.013	2.789	28
2050	10.767.465	3.326	33	9.653.965	3.025	30	9.096.386	2.872	29

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41.- Tráfico comercial Nacional. Parámetros generales de diseño

Año	Escenario 1	PHDss	AHDss	PHDI	AHDI
2015	3.474.222	776	8	758	8
2020	4.489.470	968	10	945	10
2025	5.402.373	1.138	12	1.111	11
2030	6.358.291	1.311	14	1.280	13
2035	7.280.323	1.474	15	1.440	14
2040	8.092.154	1.615	17	1.577	15
2045	8.701.271	1.717	18	1.678	16
2050	8.980.324	1.762	18	1.721	16

Fuente: Elaboración propia



Tabla 42.- Tráfico comercial Internacional. Parámetros generales de diseño

Año	Escenario 2	PHDss	AHDss	PHDII	AHDII
2015	3.474.222	776	8	758	8
2020	4.428.646	956	10	934	10
2025	5.227.282	1.105	11	1.079	11
2030	6.014.239	1.248	13	1.219	12
2035	6.750.025	1.380	14	1.348	13
2040	7.378.601	1.489	15	1.455	14
2045	7.821.655	1.564	16	1.528	15
2050	7.970.511	1586	16	1.549	15

Fuente: Elaboración propia

Año	Escenario 1	PHDss	AHDss	PHDII	AHDII
2015	459.414	376	2	352	2
2020	692.976	454	3	443	3
2025	808.477	492	3	480	3
2030	969.277	541	4	527	3
2035	1.151.733	591	4	577	4
2040	1.348.416	642	4	626	4
2045	1.559.999	692	5	675	4
2050	1.787.142	743	5	725	4

Fuente: Elaboración propia

Año	Escenario 3	PHDss	AHDss	PHDII	AHDII
2015	459.414	376	2	352	2
2020	679.253	449	3	438	3
2025	769.805	480	3	468	3
2030	875.124	513	3	500	3
2035	995.547	548	4	535	3
2040	1.131.441	586	4	571	4
2045	1.283.205	626	4	610	4
2050	1.451.268	667	4	650	4

Fuente: Elaboración propia

Año	Escenario 3	PHDss	AHDss	PHDII	AHDII
2015	3.474.222	776	8	758	8
2020	4.398.509	951	10	929	10
2025	5.141.110	1.090	11	1.064	11
2030	5.866.179	1.222	13	1.194	12
2035	6.538.905	1.343	14	1.312	13
2040	7.110.056	1.444	15	1.410	14
2045	7.510.808	1.512	16	1.477	14
2050	7.645.118	1.533	16	1.497	14

Fuente: Elaboración propia

Año	Escenario 2	PHDss	AHDss	PHDII	AHDII
2015	459.414	376	2	352	2
2020	690.489	453	3	442	3
2025	799.756	489	3	477	3
2030	929.666	529	4	516	3
2035	1.081.563	572	4	558	3
2040	1.256.848	619	4	603	4
2045	1.456.975	668	4	652	4
2050	1.683.454	720	5	702	4

Fuente: Elaboración propia

### 5.7. Análisis del día tipo

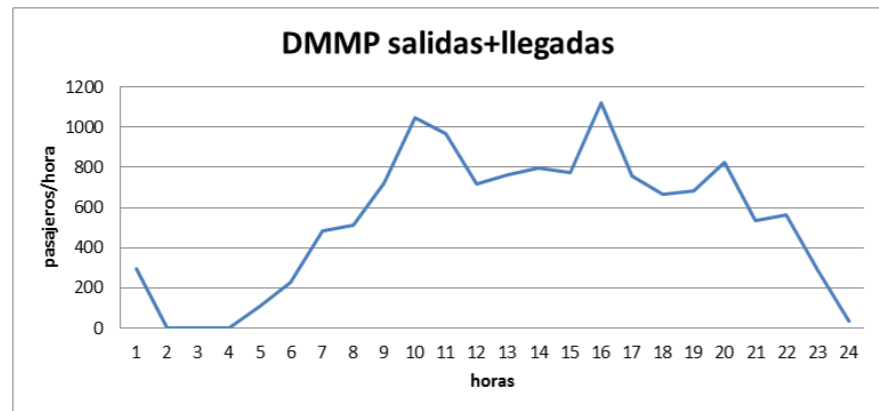
FAA define, entre otros parámetros de diseño, el denominado DMMP (Día Medio del Mes pico), cuyas puntas suelen coincidir aproximadamente con los valores de diseño PHD/AHD de distintos segmentos.

En este caso, el mes punta del año 2015 fue diciembre, con casi 400.000 pasajeros, es decir, el 10% de los anuales.

Los Días Medios del Mes punta de 2015 se desglosan a continuación:

#### Pasajeros

Gráfico 36 DMMP pasajeros totales (Diciembre 2015)

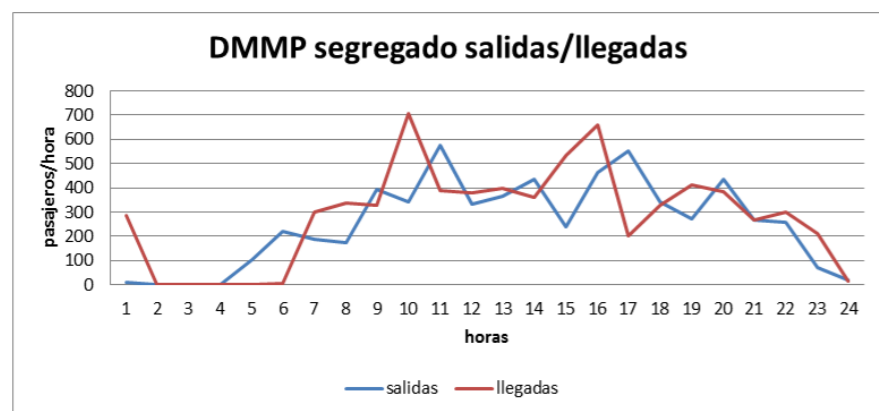


Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

El valor máximo se encuentra sobre los 1.150 pasajeros hora, valor un 15% inferior al calculado como de diseño para salidas+llegadas.

Separando salidas y llegadas, los perfiles también muestran valores máximos algo inferiores a los PHD de salidas y llegadas calculados en 2015 (unos 700 frente a 821):

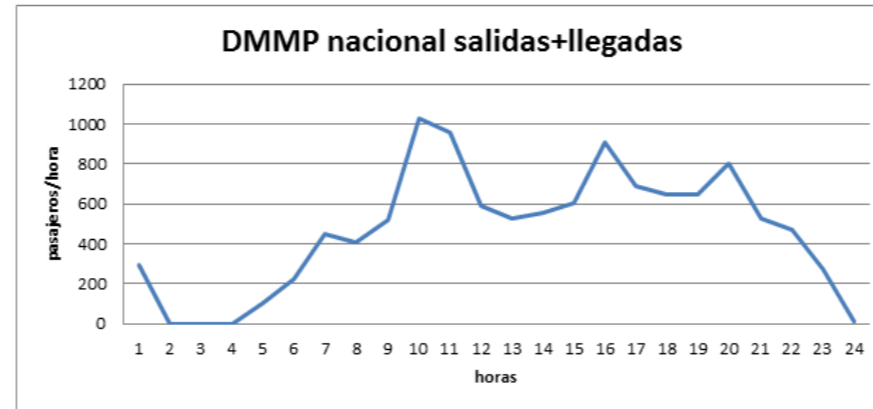
Gráfico 37 DMMP segregado salidas y llegadas (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

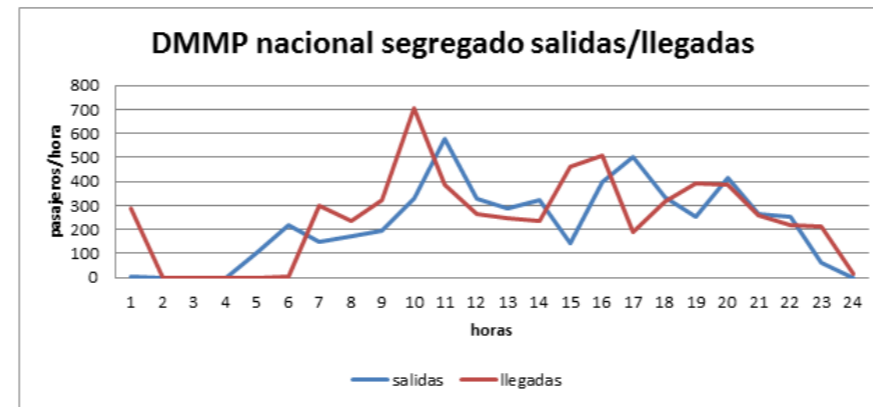
Por segmentos, los perfiles arrojan los siguientes valores:

Gráfico 38 DMMP salidas más llegadas nacionales (Diciembre 2015)



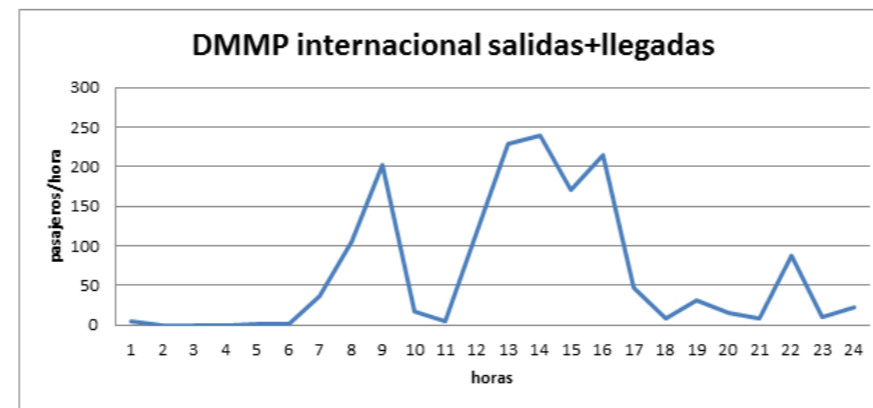
Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 39 DMMP segregado salidas y llegadas nacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 40 DMMP salidas más llegadas internacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

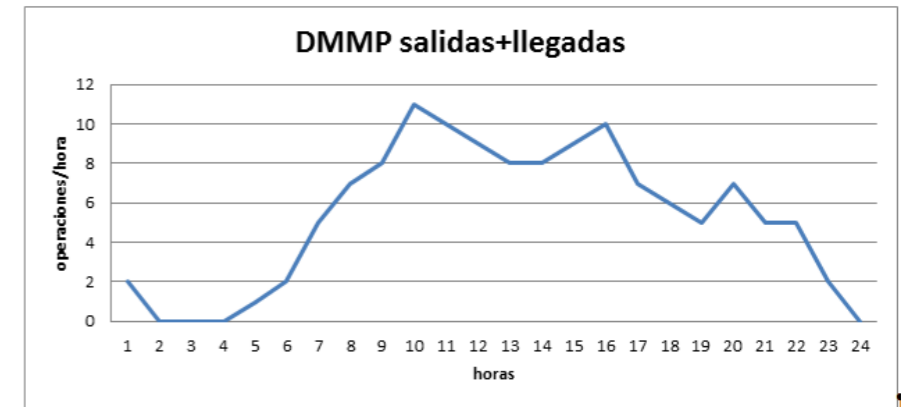
Gráfico 41 DMMP segregado salidas y llegadas internacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

#### Operaciones

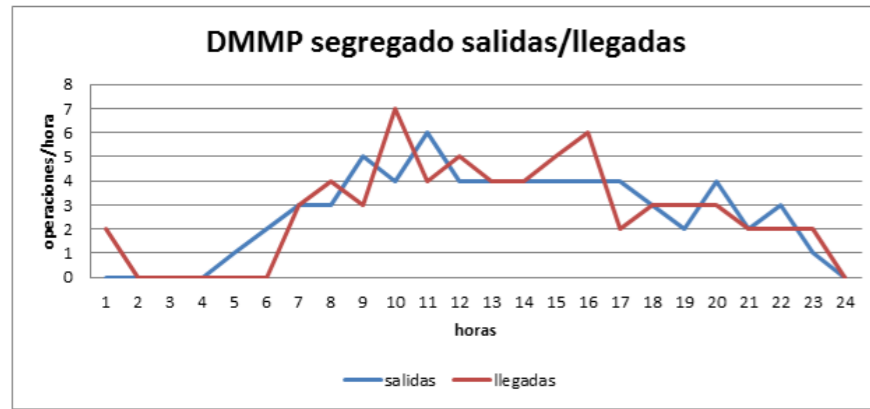
Gráfico 42 DMMP operaciones salidas más llegadas totales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

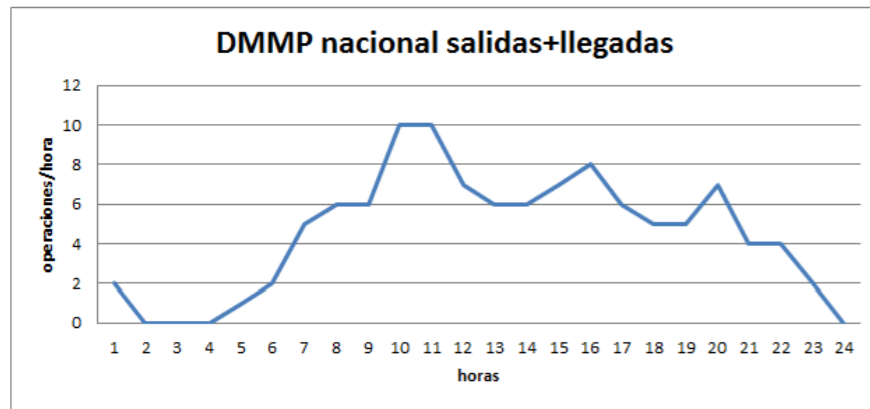


Gráfico 43 DMMP segregado operaciones salidas y llegadas totales (Diciembre 2015)



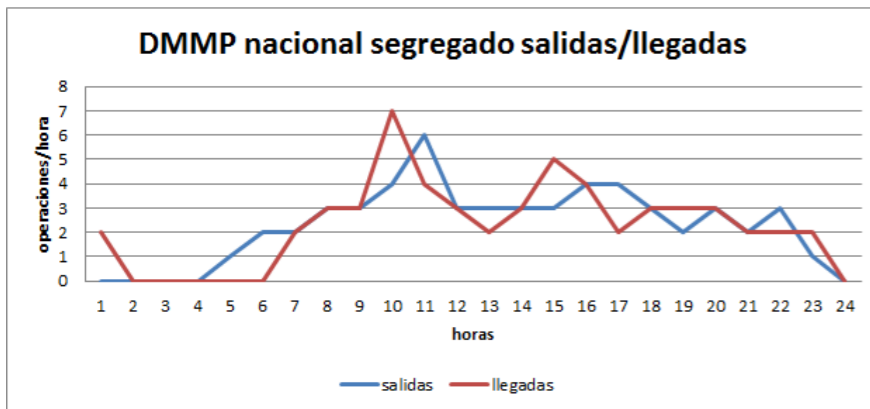
Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 44 DMMP operaciones de salida más llegadas nacionales (Diciembre 2015)



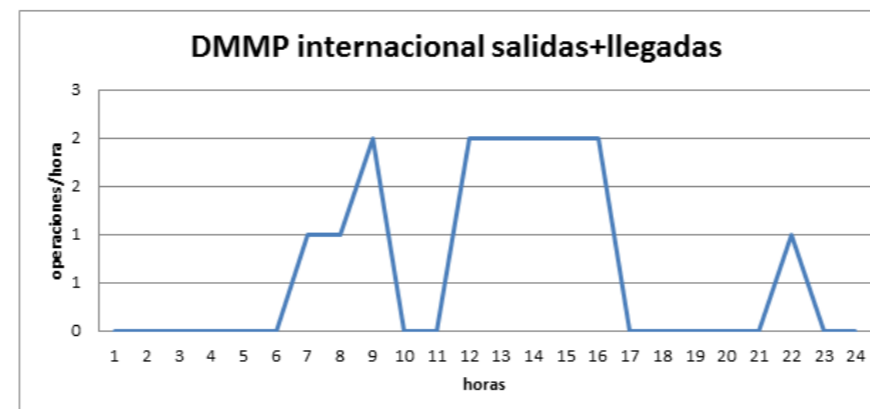
Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 45 DMMP segregado operaciones salidas y llegadas nacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 46 DMMP operaciones salidas más llegadas internacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Gráfico 47 DMMP operaciones salidas más llegadas internacionales (Diciembre 2015)



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

Resumen día tipo

Tabla 43.- Tráfico comercial total. Crecimientos medios anuales (CAGR cada 5 años)

Segmento	Esc.1	CAGR
Nacional	11.249	109
Internacional	1.579	15
Total	12.873	123

Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

### 5.8. Evolución previsible del día tipo

Como se observó en las previsiones, a medida que el tráfico crece se reduce la diferencia porcentual entre las puntas y el tráfico total, algo que se observó en los valores de diseño (particularmente el parámetro PHD/pax año), y un efecto similar se produce en periodos intermedios como el día tipo o DMMP, cuyas puntas son menos acusadas y cuyos valles tienden a rellenarse, efecto del mismo fenómeno de reparto estadístico que comúnmente se da en los Aeropuertos con tráfico creciente.

El valor de diseño PHD en 2015 fue de 1.346 pasajeros/hora, mientras el obtenido en el DMMP era algo inferior (1.123) debido a que el Aeropuerto es poco estacional y el tráfico aún no se puede considerar estadísticamente elevado.

La evolución del máximo tráfico del DMMP será previsiblemente similar a la de los valores de diseño, mientras los valores totales evolucionarán previsiblemente como el tráfico anual mientras se mantenga la estacionalidad actual (tráfico del mes punta/tráfico anual).

De este modo, se obtendrían los siguientes valores para los tráficos de pasajeros nacional, internacional y total:

Tabla 44.- Evolución del DMMP en el Aeropuerto Rafael Núñez

TOTALES / DMMP (ESC.2)						
VALOR	Actual	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	1.346	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
Pax año	3.933.636	5.119.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax DMMP	12.873	16.753	24.544	27.817	31.089	37.634

Fuente: Elaboración propia

NACIONALES / DMMP (ESC.2)						
VALOR	Actual	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	1.278	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
Pax año	3.474.222	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax DMMP	11.249	14.339	20.980	23.565	25.742	25.807

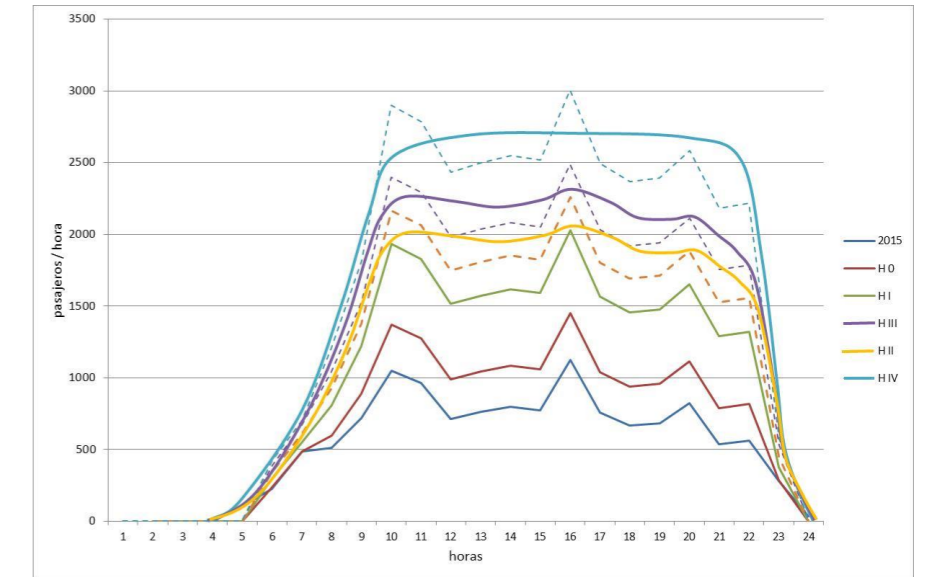
Fuente: Elaboración propia

INTERNACIONALES / DMMP (ESC.2)						
VALOR	Actual	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	607	746	915	1.005	1.138	1.743
Pax año	459.414	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
Pax DMMP	1.579	2.373	3.507	4.200	5.326	12.131

Fuente: Elaboración propia

La evolución del perfil de día tipo tiende a incrementar el tráfico en los valles (la relación pico/valle en la zona central del DMMP, por ejemplo entre la punta del DMMP y el tráfico a las 11 horas, pasa de 1,6 a 1,2), manteniéndose las limitaciones horarias sobre el tráfico nocturno (la normativa de impacto acústico en los últimos años evoluciona a una mayor protección al entorno aeroportuario, por lo que es posible que no es previsible que se permita una gran operación nocturna en un Aeropuerto tan urbano como es el de Cartagena). En los últimos horizontes se tiende a sustituir el perfil por una demanda sostenida al 80% de la capacidad declarada (AHD) multiplicada por el factor de ocupación de las puntas del día tipo.

Gráfico 48 Evolución del DMMP en los horizontes de tráfico



Fuente: Elaboración propia con datos de SACSA

## DEMANDA ESPERADA PASAJEROS

PASAJEROS NACIONALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	3.474.222	3.474.222	3.474.222
2016	3.821.644	3.821.644	3.821.644
2017	3.943.970	3.943.970	3.943.970
2018	4.096.853	4.078.584	4.070.507
2019	4.287.621	4.248.745	4.230.142
2020	4.489.470	4.428.646	4.398.509
2021	4.670.228	4.587.855	4.547.146
2022	4.852.133	4.747.529	4.695.908
2023	5.034.958	4.907.470	4.844.618
2024	5.218.460	5.067.465	4.993.087
2025	5.402.373	5.227.282	5.141.110
2026	5.586.407	5.386.670	5.288.465
2027	5.780.539	5.545.362	5.434.915
2028	5.974.144	5.703.065	5.580.204
2029	6.166.858	5.859.470	5.724.057
2030	6.358.291	6.014.239	5.866.179
2031	6.548.020	6.167.014	6.006.252
2032	6.735.592	6.317.409	6.143.937
2033	6.920.521	6.465.009	6.278.872
2034	7.102.285	6.609.373	6.410.666
2035	7.280.323	6.750.025	6.538.905
2036	7.454.038	6.886.460	6.663.142
2037	7.622.787	7.018.134	6.782.902
2038	7.785.886	7.144.468	6.897.676
2039	7.942.602	7.264.844	7.006.921
2040	8.092.154	7.378.601	7.110.056
2041	8.233.707	7.485.032	7.206.460
2042	8.366.374	7.583.385	7.295.471
2043	8.489.207	7.672.855	7.376.379
2044	8.601.197	7.752.584	7.448.428
2045	8.701.271	7.821.655	7.510.808
2046	8.788.287	7.879.091	7.562.653
2047	8.861.031	7.923.849	7.603.035
2048	8.918.213	7.954.812	7.630.962
2049	8.958.462	7.970.791	7.645.370
2050	8.980.324	7.970.511	7.645.118

Fuente: Elaboración propia

PASAJEROS INTERNACIONALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	459.414	459.414	459.414
2016	565.079	565.079	565.079
2017	617.823	617.823	617.823
2018	647.252	648.094	643.553
2019	671.874	671.717	663.492
2020	692.976	690.489	679.253
2021	715.079	710.753	696.197
2022	737.675	731.802	713.722
2023	760.769	753.645	731.830
2024	784.369	776.293	750.524
2025	808.477	799.756	769.805
2026	833.101	824.044	789.677
2027	866.351	849.169	810.143
2028	900.127	875.140	831.204
2029	934.434	901.969	852.863
2030	969.277	929.666	875.124
2031	1.004.663	958.243	897.989
2032	1.040.596	987.710	921.461
2033	1.077.082	1.018.078	945.543
2034	1.114.126	1.049.359	970.237
2035	1.151.733	1.081.563	995.547
2036	1.189.910	1.114.703	1.021.476
2037	1.228.661	1.148.790	1.048.026
2038	1.267.993	1.183.836	1.075.202
2039	1.307.909	1.219.851	1.103.006
2040	1.348.416	1.256.848	1.131.441
2041	1.389.520	1.294.838	1.160.511
2042	1.431.224	1.333.834	1.190.219
2043	1.473.536	1.373.848	1.220.568
2044	1.516.459	1.414.891	1.251.562
2045	1.559.999	1.456.975	1.283.205
2046	1.604.162	1.500.114	1.315.499
2047	1.648.953	1.544.319	1.348.449
2048	1.694.376	1.589.602	1.382.058
2049	1.740.437	1.635.976	1.416.330
2050	1.787.142	1.683.454	1.451.268

Fuente: Elaboración propia

PASAJEROS TOTALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	3.933.636	3.933.636	3.933.636
2016	4.386.723	4.386.723	4.386.723
2017	4.561.793	4.561.793	4.561.793
2018	4.744.105	4.726.678	4.714.060
2019	4.959.495	4.920.462	4.893.634
2020	5.182.446	5.119.135	5.077.761
2021	5.385.307	5.298.608	5.243.344
2022	5.589.807	5.479.331	5.409.630
2023	5.795.728	5.661.115	5.576.448
2024	6.002.829	5.843.758	5.743.611
2025	6.210.850	6.027.038	5.910.915
2026	6.419.509	6.210.715	6.078.142
2027	6.646.890	6.394.531	6.245.058
2028	6.874.270	6.578.206	6.411.408
2029	7.101.292	6.761.439	6.576.920
2030	7.327.568	6.943.906	6.741.303
2031	7.552.683	7.125.257	6.904.241
2032	7.776.188	7.305.118	7.065.398
2033	7.997.603	7.483.087	7.224.414
2034	8.216.410	7.658.731	7.380.903
2035	8.432.056	7.831.589	7.534.452
2036	8.643.948	8.001.163	7.684.618
2037	8.851.448	8.166.924	7.830.928
2038	9.053.878	8.328.304	7.972.878
2039	9.250.511	8.484.695	8.109.926
2040	9.440.570	8.635.449	8.241.496
2041	9.623.227	8.779.871	8.366.971
2042	9.797.599	8.917.219	8.485.689
2043	9.962.743	9.046.703	8.596.947
2044	10.117.656	9.167.474	8.699.991
2045	10.261.271	9.278.630	8.794.013
2046	10.392.450	9.379.205	8.878.152
2047	10.509.984	9.468.167	8.951.484
2048	10.612.589	9.544.414	9.013.020
2049	10.698.900	9.606.767	9.061.700
2050	10.767.465	9.653.965	9.096.386

Fuente: Elaboración propia



## DEMANDA ESPERADA OPERACIONES

OPERACIONES COMERCIALES NACIONALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	29.913	29.913	29.913
2016	32.833	32.833	32.833
2017	33.810	33.810	33.810
2018	35.045	34.889	34.819
2019	36.597	36.266	36.107
2020	38.238	37.720	37.463
2021	39.692	38.992	38.646
2022	41.149	40.262	39.824
2023	42.608	41.529	40.998
2024	44.067	42.792	42.164
2025	45.523	44.047	43.321
2026	46.973	45.294	44.468
2027	48.502	46.529	45.602
2028	50.021	47.751	46.722
2029	51.525	48.957	47.825
2030	53.012	50.144	48.909
2031	54.479	51.309	49.972
2032	55.922	52.450	51.010
2033	57.337	53.563	52.021
2034	58.720	54.645	53.002
2035	60.066	55.691	53.949
2036	61.371	56.698	54.860
2037	62.630	57.662	55.730
2038	63.838	58.579	56.555
2039	64.988	59.442	57.332
2040	66.075	60.248	58.056
2041	67.092	60.991	58.721
2042	68.033	61.666	59.324
2043	68.890	62.265	59.859
2044	69.656	62.783	60.320
2045	70.322	63.213	60.701
2046	70.880	63.547	60.995
2047	71.321	63.778	61.196
2048	71.636	63.897	61.296
2049	71.813	63.896	61.287
2050	71.843	63.764	61.161

Fuente: Elaboración propia

OPERACIONES COMERCIALES INTERNACIONALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	4.586	4.586	4.586
2016	5.577	5.577	5.577
2017	6.030	6.030	6.030
2018	6.248	6.256	6.212
2019	6.415	6.414	6.335
2020	6.546	6.522	6.416
2021	6.683	6.642	6.506
2022	6.821	6.767	6.600
2023	6.962	6.896	6.697
2024	7.104	7.031	6.797
2025	7.247	7.169	6.901
2026	7.393	7.312	7.007
2027	7.611	7.460	7.117
2028	7.829	7.612	7.230
2029	8.048	7.768	7.346
2030	8.267	7.929	7.464
2031	8.487	8.094	7.586
2032	8.706	8.264	7.710
2033	8.927	8.438	7.837
2034	9.148	8.616	7.966
2035	9.369	8.798	8.098
2036	9.591	8.984	8.233
2037	9.813	9.175	8.370
2038	10.036	9.370	8.510
2039	10.259	9.569	8.652
2040	10.484	9.772	8.797
2041	10.708	9.979	8.944
2042	10.934	10.190	9.093
2043	11.160	10.405	9.244
2044	11.387	10.624	9.398
2045	11.615	10.848	9.554
2046	11.843	11.075	9.712
2047	12.073	11.307	9.872
2048	12.303	11.542	10.035
2049	12.534	11.781	10.200
2050	12.765	12.025	10.366

Fuente: Elaboración propia

AVIACIÓN GENERAL Y MILITAR			
Año	Aviación General	Militar	Total no comercial
2015	4.686	4.786	9.473
2016	4.120	4.227	8.347
2017	4.216	4.329	8.545
2018	4.313	4.431	8.744
2019	4.409	4.533	8.942
2020	4.505	4.635	9.140
2021	4.601	4.737	9.338
2022	4.697	4.839	9.536
2023	4.794	4.941	9.734
2024	4.890	5.043	9.933
2025	4.986	5.145	10.131
2026	5.082	5.246	10.329
2027	5.179	5.348	10.527
2028	5.275	5.450	10.725
2029	5.371	5.552	10.923
2030	5.467	5.654	11.122
2031	5.564	5.756	11.320
2032	5.660	5.858	11.518
2033	5.756	5.960	11.716
2034	5.852	6.062	11.914
2035	5.948	6.164	12.112
2036	6.045	6.266	12.311
2037	6.141	6.368	12.509
2038	6.237	6.470	12.707
2039	6.333	6.572	12.905
2040	6.430	6.674	13.103
2041	6.526	6.776	13.301
2042	6.622	6.877	13.499
2043	6.718	6.979	13.698
2044	6.814	7.081	13.896
2045	6.911	7.183	14.094
2046	7.007	7.285	14.292
2047	7.103	7.387	14.490
2048	7.199	7.489	14.688
2049	7.296	7.591	14.887
2050	7.392	7.693	15.085

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN OPERACIONES TOTALES			
Año	Esc.1	Esc.2	Esc.3
2015	43.972	43.972	43.972
2016	46.757	46.757	46.757
2017	48.386	48.386	48.386
2018	50.036	49.888	49.775
2019	51.955	51.621	51.384
2020	53.923	53.382	53.019
2021	55.713	54.972	54.490
2022	57.507	56.565	55.960
2023	59.304	58.160	57.429
2024	61.103	59.755	58.893
2025	62.901	61.347	60.352
2026	64.695	62.935	61.804
2027	66.640	64.516	63.246
2028	68.575	66.088	64.677
2029	70.496	67.649	66.094
2030	72.401	69.195	67.495
2031	74.286	70.724	68.877
2032	76.147	72.232	70.238
2033	77.980	73.717	71.574
2034	79.782	75.175	72.882
2035	81.547	76.601	74.160
2036	83.273	77.993	75.403
2037	84.952	79.346	76.609
2038	86.580	80.655	77.772
2039	88.152	81.916	78.889
2040	89.661	83.123	79.955
2041	91.102	84.271	80.966
2042	92.466	85.355	81.917
2043	93.748	86.368	82.801
2044	94.938	87.303	83.614
2045	96.031	88.155	84.349
2046	97.016	88.915	84.999
2047	97.884	89.575	85.559
2048	98.627	90.128	86.019
2049	99.233	90.564	86.373
2050	99.693	90.874	86.612

Fuente: Elaboración propia

## VALORES DE DISEÑO / DMMP

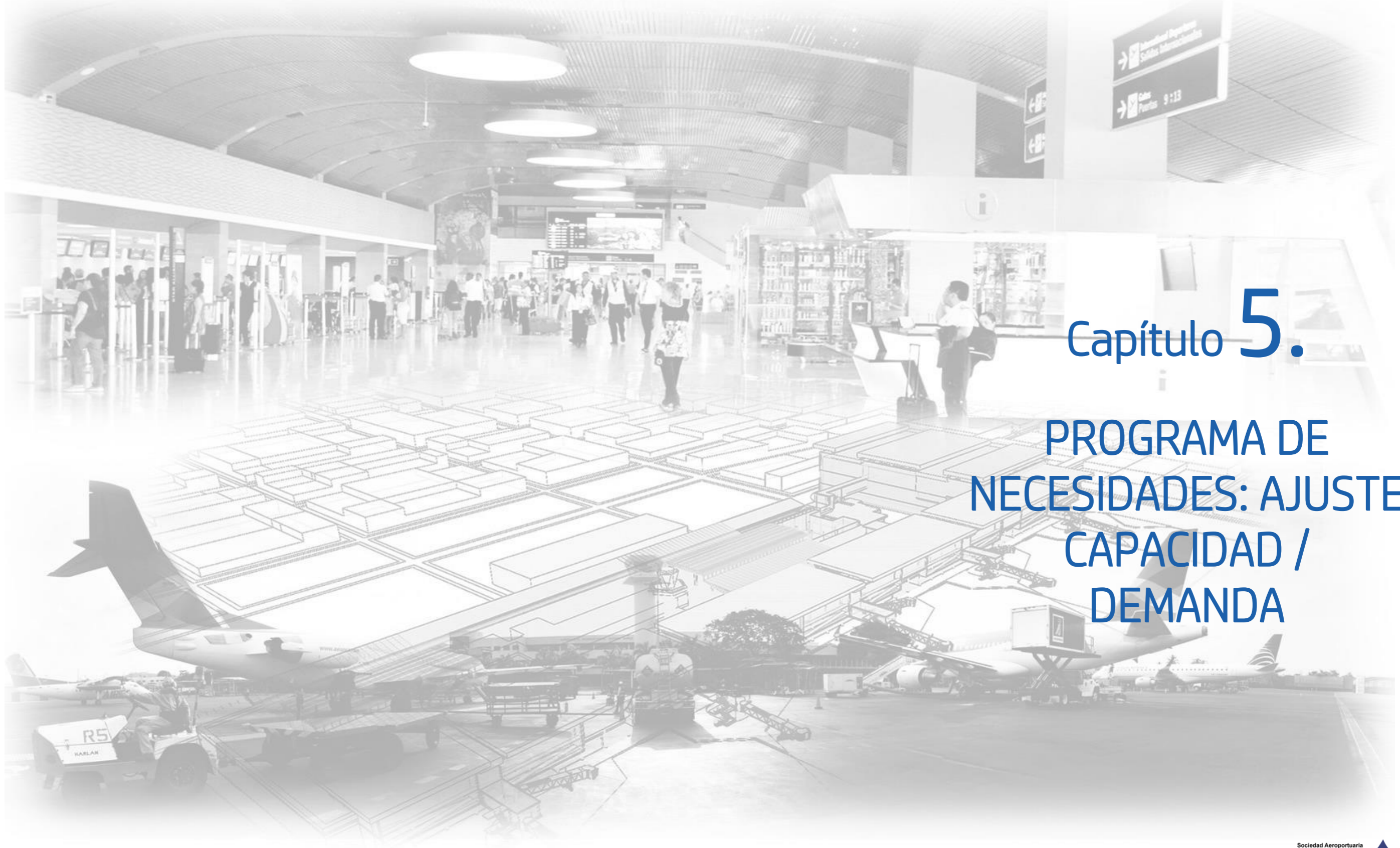
PREVISIONES DE TRÁFICO (ESC.2) / VALORES HORA PICO DE DISEÑO					
VALOR	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
Pax. Totales	5.111.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax. Nacionales	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax. Internacionales	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
PHPD Totales	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
PHPD Totales Salidas	1.044	1.457	1.625	1.790	2.162
PHPD Totales Llegadas	1.020	1.229	1.358	1.464	2.111
PHPD Nacionales Salidas	956	1.332	1.473	1.585	1.586
PHPD Nacionales Llegadas	934	1.124	1.231	1.297	1.549
PHPD Nacionales Totales	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
PHPD Internacionales Salidas	453	556	610	691	1.059
PHPD Internacionales Llegadas	442	542	595	674	1.032
PHPD Internacionales Totales	746	915	1.005	1.138	1.743
AHD Totales	19	24	26	29	33
AHD Totales Salidas	11	14	16	17	20
AHD Totales Llegadas	10	13	14	15	18
AHD Nacionales	17	22	25	26	29
AHD Nacionales Salidas	10	13	15	15	18
AHD Nacionales Llegadas	10	14	15	16	16
AHD Internacionales	5	6	7	8	11
AHD Internacionales Salidas	3	4	4	5	7
AHD Internacionales Llegadas	3	3	3	4	7

Fuente: Elaboración propia

TOTALES / DMMP (ESC.2)					
VALOR	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
Pax año	5.119.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax DMMP	16.753	24.544	27.817	31.089	37.634
NACIONALES / DMMP (ESC.2)					
VALOR	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
Pax año	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax DMMP	14.339	20.980	23.565	25.742	25.807
INTERNACIONALES / DMMP (ESC.2)					
VALOR	5,1 MPax	7,5 MPax	8,5 MPax	9,5 MPax	11,5 MPax
PHD	746	915	1.005	1.138	1.743
Pax año	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
Pax DMMP	2.373	3.507	4.200	5.326	12.131

Fuente: Elaboración propia





# Capítulo 5.

## PROGRAMA DE NECESIDADES: AJUSTE CAPACIDAD / DEMANDA



CONTENIDO

PROGRAMA DE NECESIDADES: AJUSTE CAPACIDAD / DEMANDA

- ..... 3
- 1. GENERALIDADES..... 3
- 2. ZONA AERONÁUTICA ..... 3
  - 2.1. Campo de vuelos..... 3
  - 2.2. Plataforma de estacionamiento comercial..... 3
  - 2.3. Plataforma de estacionamiento para otras clases de tráfico . 6
  - 2.4. Zona de estacionamiento handling ..... 7
- 3. EDIFICIO TERMINAL ..... 8
  - 3.1. Previsiones de tráfico y valores hora punta considerados en el cálculo de necesidades ..... 8
  - 3.2. IATA: nivel de servicio LoS ..... 8
  - 3.3. Procesos y parámetros de diseño. .... 9
  - 3.4. Programa de necesidades ..... 11
  - 3.5. Ajuste capacidad/demanda ..... 12
- 4. PARQUEADEROS ..... 16
- 5. ACCESOS ..... 17
- 6. INSTALACIONES DE APOYO ..... 18
  - 6.1. Plataforma de pruebas del SEI..... 18
  - 6.2. Zona de mantenimiento de vehículos y equipo handling ..... 18
  - 6.3. Zona de carga ..... 18
  - 6.4. Zona de combustibles..... 18
  - 6.5. Gasolinera lado aire ..... 19
  - 6.6. Hangares de aviación privada ..... 19
- 7. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS..... 20
  - 7.1. Sistema Eléctrico ..... 20

- 7.2. Demanda de agua previsto para consumo humano .....26
- 7.3. Almacenamiento de agua previsto para el servicio de agua contra incendios.....27
- 7.4. Demanda de climatización .....28



## PROGRAMA DE NECESIDADES: AJUSTE CAPACIDAD / DEMANDA

### 1. GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es estimar las necesidades mínimas futuras del aeropuerto para satisfacer los niveles de demanda previstos con el adecuado nivel de servicio.

Para el estudio de necesidades de los distintos subsistemas del aeropuerto se han utilizado los métodos de cálculo reconocidos a nivel internacional en la planificación de aeropuertos.

La metodología empleada para el cálculo de la capacidad de capacidad del campo de vuelos es el desarrollado por el ACRP (Airport Collaborative Research Program) de la FAA para la determinación de la capacidad (ACRP REPORT 079 "Evaluating Airfield Capacity").

El método utilizado para el cálculo de plataforma está basado en el modelo definido en el texto de R. Horonjeff "Planificación y diseño de aeropuertos". Este modelo tiene en cuenta que no todas las aeronaves pueden utilizar todas las posiciones disponibles. Sin embargo, una posición de estacionamiento de una aeronave de mayor tamaño puede ser utilizada por aeronaves de tamaño inferior.

En cuanto al cálculo de los distintos subsistemas del Edificio Terminal se ha utilizado la metodología recomendada por IATA en el documento "Airport Development Reference Manual", 10th Edition.

Los parámetros utilizados corresponden al nivel C de servicio establecido por IATA, que permiten ofrecer un buen nivel de servicio al usuario, con flujos de pasajeros estables, retrasos aceptables en periodos cortos de tiempo y un nivel adecuado de confort y comodidad.

Los cálculos de las necesidades de superficie y equipamientos del Edificio Terminal se realizan para los valores de tráfico de diseño obtenidos en el Capítulo 4 de este Plan Maestro.

Para el cálculo de parqueaderos se hace uso de un día tipo del aeropuerto. Se define el día tipo como un día de operación habitual del aeropuerto con un volumen de tráfico representativo, excluyendo las puntas de tráfico ocasionales, que recoge el funcionamiento usual de la infraestructura así como los distintos tipos de tráfico que operan en las instalaciones del aeropuerto.

Las necesidades del Plan Maestro se deben completar recogiendo demandas específicas, que aun siendo de carácter cualitativo, deben considerarse dentro de la propuesta final al objeto de garantizar la operatividad del aeropuerto y el nivel de calidad deseado.

### 2. ZONA AERONÁUTICA

Para la determinación de las necesidades de la Zona Aeronáutica del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las infraestructuras aeroportuarias del área de movimiento deberán ir adaptándose para satisfacer la demanda planteada en los distintos horizontes de estudio.
- Estas infraestructuras deberán cumplir con el marco normativo en vigor:
- Requisitos OACI: Anexo 14, Volumen I "Diseño y operaciones de aeródromos" y Manual de Diseño de Aeródromos (Doc. 9157-AN/901).
- Requisitos Reglamentos Aeronáuticos Colombianos (RAC): Parte Décimo Cuarta.- Aeródromos, Aeropuertos y Helipuertos.
- Otras necesidades asociadas a la operativa del aeropuerto, que no responden a ninguno de los dos criterios anteriores.
- Otras necesidades asociadas a la operativa del aeropuerto, que no responden a ninguno de los dos criterios anteriores.

#### 2.1. Campo de vuelos

Las actuales instalaciones del área de maniobras deberán ir adecuándose para adaptarse a la demanda calculada en los distintos horizontes de diseño. De esta manera se procede a determinar el horizonte de saturación del conjunto operativo actual pista-calles de rodaje y las necesidades que irán surgiendo en el futuro, para así emprender las actuaciones adecuadas en el momento correcto.

La demanda de operaciones de tráfico comercial prevista para los horizontes de diseño es la recogida en la Tabla 1, extraída de los cálculos realizados en el Capítulo 4 del presente documento.

Tabla 1.- Demanda prevista operaciones

HORIZONTE	MPAX	PREVISIONES DE DEMANDA TRÁFICO				
		OPERACIONES COMERCIALES	OPERACIONES TOTALES	AHD	AHD ss	AHD II
0	5,1	44.242	53.382	19	11	10
I	7,5	62.001	73.717	24	14	13
II	8,5	68.543	81.646	26	16	14
III	9,5	75.085	89.575	29	17	15
IV	11,5	88.379	106.481	33	20	18

Fuente: Elaboración propia

Las simulaciones llevadas a cabo, mediante el método indicado anteriormente, proporcionan los siguientes resultados de capacidad del campo de vuelos de la situación actual:

- Una capacidad en llegadas puras de 13AHP en condiciones VMC y 15AHP en condiciones IMC con media de 14AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 24AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 13AHP en llegadas y 7AHP en salidas, dando una capacidad máxima conjunta de 20AHP.

El detalle de los cálculos se encuentra incluido en el Anexo II "Cálculos capacidad campo de vuelos"

Respecto a la longitud de pista necesaria, se comprueba en el Anexo I, "Estudio de longitud de pista", que la longitud de pista disponible actualmente para despegues y aterrizajes es suficiente, de acuerdo con la flota de aeronaves y los destinos operados desde el aeropuerto.

#### 2.2. Plataforma de estacionamiento comercial

La actual Plataforma Principal deberá ir adecuándose para adaptarse a la demanda calculada en los distintos horizontes de diseño (véase la Tabla 1).

Para llevar a cabo el análisis de los puestos necesarios en la plataforma, se maneja el concepto de capacidad de plataforma y se tienen en cuenta una serie de factores que influyen en la misma. La capacidad estática de una plataforma, es decir, el número de posiciones de estacionamiento, viene condicionada por la superficie disponible. Sin embargo, el parámetro más relevante para este subsistema aeroportuario es la capacidad de rotación, definida como el número de aviones que pueden utilizar un puesto de estacionamiento por hora o por día.

Los puestos de estacionamiento de una plataforma corresponden a determinadas categorías de aeronaves, en función del tamaño, existiendo un cierto grado de flexibilidad en el tipo de avión que puede ocupar cada puesto.

La demanda de puestos de estacionamiento está determinada por la programación de vuelos regulares, el tipo de servicios ofertados y las aeronaves usuarias, pero también viene condicionada en la práctica por los vuelos no programados y por los retrasos en los vuelos. Por tanto, la composición de la flota de aeronaves que utiliza el aeropuerto o los tipos de estacionamiento que demandan las aerolíneas son factores que determinan la capacidad de plataforma.

El método empleado para el cálculo de la capacidad teórica máxima de la Plataforma Principal es el modelo definido en el texto de R. Horonjeff "Planificación y diseño de aeropuertos". Este modelo tiene en cuenta que no todas las aeronaves pueden utilizar todas las posiciones disponibles. Sin embargo, una posición de estacionamiento de una aeronave de mayor tamaño puede ser utilizada por aeronaves de tamaño inferior.

Estos valores se obtienen a partir de los datos del tráfico comercial de aeronaves registrado en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez durante el año 2015. A partir de estos datos, siguiendo el método se obtiene la capacidad de plataforma en aeronaves hora en llegadas. Posteriormente, a partir del análisis de tráfico realizado, se obtiene la

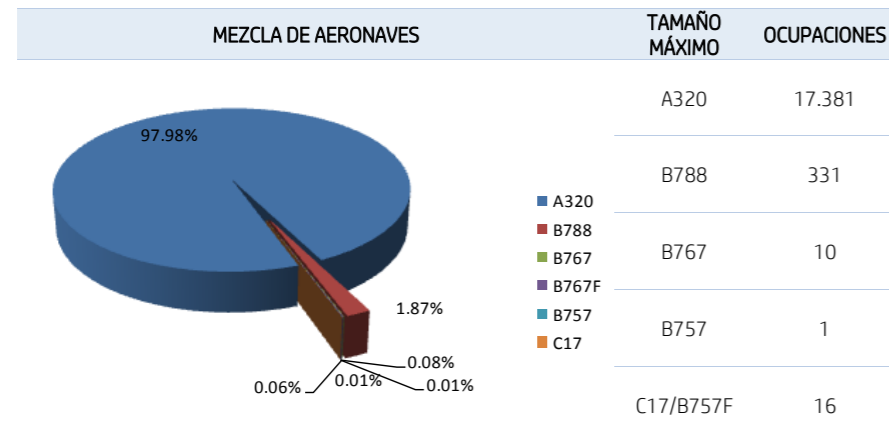


relación porcentual de diseño de aeronaves hora en llegadas respecto al total de aeronaves hora, determinándose la capacidad de plataforma en operaciones/hora.

La tipología de la flota de aeronaves comerciales usuarias del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez no se prevé que cambie sustancialmente en el futuro, siendo válida a futuro la obtenida en el Capítulo 4 de este documento.

En lo que respecta al reparto por tipos de aeronaves, de los datos proporcionados por SACSA se obtienen los siguientes datos:

Tabla 2.- Distribución del tráfico por tipos de aeronaves en el Aeropuerto de Cartagena, año 2015



Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

La división por tipos de aeronaves se realizará en base al criterio anterior, si bien los tiempos medios de ocupación se distinguirán según puestos:

Tabla 3.- Distribución del tráfico por tipo de aeronave en puestos de la plataforma comercial

TIPO AERONAVE	PORCENTAJE DE OCUPACIONES	TIEMPO MEDIO DE OCUPACIÓN (HORAS)
A320 (A320 PREF/A320)	97,98% (77,90% / 20,08%)	0,814 / 1,64
B757	0%	0
B767	0,06%	2,0
B788	1,87%	2,11
C-17/B767F	0,08%	7,61

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

No se distinguirá el B757 ya que el tráfico es residual, y es un modelo con tendencia a desaparecer.

Los A320 tienen distintas ocupaciones dependiendo del puesto: cuando se realiza una operación normal, en puestos 1 a 5, la ocupación es de 0,814 horas, mientras que los aviones que van a otros puestos tienen ocupaciones medias mayores (1,64). Esta

diferenciación se introduce en el modelo distinguiendo puestos "A320 PREF", para los primeros, y "A320" simplemente para los demás.

Es previsible que se incremente con el tiempo el porcentaje de vuelos tipo E, como consecuencia de la consolidación de las rutas, como ya está pasando con los B787-8 de Avianca, que operan rutas nacionales en su mayoría.

Actualmente la plataforma cuenta con 11 puestos de estacionamiento distribuidos de la siguiente manera:

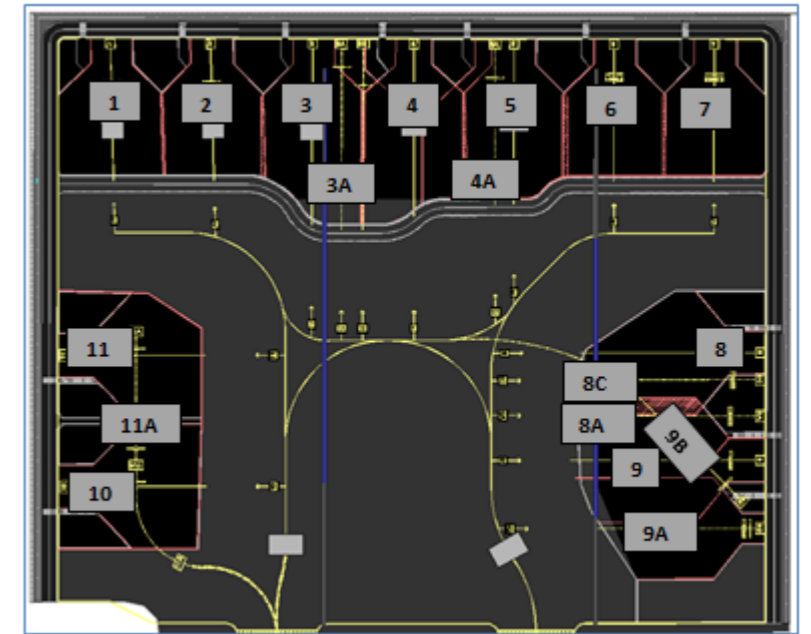
- 7 puestos para aeronaves de letra de clave C, que son aeronaves del grupo V (éstos puestos son los designados del 1 al 7).
- 4 puestos para aeronaves de letra de clave D (designados como puestos 8, 9, 10 y 11).
- Adicionalmente, dispone de otros puestos de estacionamiento que son incompatibles con el uso habitual de los indicados anteriormente. Tal es el caso de los puestos 3A, 4A, 8A, 8C y 11A para aeronaves de letra de clave D, el puesto 9A para aeronaves de letra de clave C y el puesto 9B para aeronaves de letra de clave F.

Tabla 4.- Distribución del tráfico por tipo de aeronave en puestos de la plataforma comercial

PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
1	C (A320)	
2	C (A320)	
3	C (A320)	
4	C (A320)	
5	C (A320)	
6	C (A320)	
7	C (A320)	
8	D (B757)	
9	D (B757)	
10	D (B757)	
11	D (B757)	
3A	D (B788)	3 Y 4
4A	D (B767)	4 Y 5
8A	D (B757)	8 Y 9
8C	D (B757)	8 Y 9
9A	C (A320)	9
9B	D/F	8 Y 9
11A	C/D	10 Y 11

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A.)

Ilustración 1 Configuración plataforma comercial actual



Fuente: Elaboración propia

Analizando el tráfico registrado en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez a lo largo de los años 2004-2015, se observa que la operativa habitual en plataforma es que estén estacionadas en su mayoría aeronaves de letra clave C. Por ello, se considera esta configuración en el método de cálculo, obteniéndose una capacidad de **plataforma de 19 operaciones/hora**, si bien con la ayuda de la plataforma ECHO para albergar las aeronaves que tengan estancias más largas, se podría incrementar hasta 20 AHD. Por lo tanto, el número de puestos de estacionamiento existentes son suficientes para cubrir la demanda calculada en 2015 (AHD = 17).

Este valor de capacidad se confirma si se analizan las operaciones de aeronaves y la composición de la flota en el día tipo para el año 2015 definido.

Introduciendo la composición de la flota usuaria en el modelo de Horonjeff para la configuración habitual de los puestos de estacionamiento, se obtiene una capacidad de 19 operaciones/hora.

La formulación del cálculo responde a los siguientes parámetros:

- $i$  = grupo de aeronaves por tamaño
- $G_i$  = número de posiciones disponibles
- $g_i$  = fracción del total de posiciones que pueden acomodar aeronaves de clase  $i$
- $t_i$  = fracción total de tiempo de estación, que requiere un avión clase  $i$
- $T_i$  = tiempo de ocupación previsto para las aeronaves de la clase  $i$

- $M_i$  = Proporción de aeronaves de la clase  $i$  en el conjunto de las aeronaves que solicitan el servicio.
- $F$  = número de llegadas horarias admisibles suponiendo que todos pueden usar los estacionamientos
- $C_t$  = capacidad considerando los tamaños relativos de estacionamientos y aeronaves
- $C$  = Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción ( $U$ )
- $N$  = número de clases de aeronaves consideradas.

**Tabla 5.- Capacidad de plataforma. Configuración actual plataforma comercial (prevalencia uso aeronaves clave C)**

GRUPO	TIPO OACI	$G_i$	$g_i$	$M_i$	$T_i$ (min)	$T_i$ (h)	$M_i \cdot T_i$	$t_i$	$X = \sum g_i / \sum t_i$
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	0	0,00	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	
4	A320	6	0,55	0,20	98,4	1,64	0,33	0,34	1,62
5	A320PREF	5	0,45	0,80	48,6	0,81	0,35	0,66	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>0,98</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de vuelos D, E y carga se fuerza 0, sustituyéndolos por aeronaves C, obteniéndose valores de:

- $F = \sum G_i / \sum (M_i \cdot T_i) = 11,27$
- $C_t = F \cdot X(\min) = 11,27$

Considerando un factor entre la punta de llegadas y la total de 0,6 (correspondiente a las 9 llegadas comerciales máximas y 15 operaciones máximas comerciales de 2015):

- $C$  = Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción ( $U$ )

$$C = C_t \cdot 0,6 = 18,8 \approx 19 \text{ AHd}$$

A continuación se aplica este mismo método para calcular el número de posiciones de estacionamiento de aeronaves comerciales que se requieren para satisfacer la demanda calculada en los distintos horizontes de estudio HI, HII y HIII.

### Horizonte I

Para este horizonte de estudio la Plataforma Principal estaría saturada, ya que la demanda prevista es de **24 aeronaves hora diseño**. Por tanto, será necesario llevar a cabo las actuaciones de ampliación, en el presente periodo de concesión, antes de año 2020. Dotando a la plataforma de la capacidad de albergar **24 operaciones hora (7,5 Millones de pasajeros)**.

Para permitir afrontar la demanda prevista, se estima disponer de 11 puestos para aeronaves clave CHARLIE y 2 puestos para aeronaves clave ECHO en la plataforma comercial, que sumaría un total de **15 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, conseguidos mediante la combinación de puestos de estacionamiento para diferentes claves de aeronaves, de tal forma que los resultados que arroja el método Horonjeff serían los siguientes:

**Tabla 6.- Capacidad de plataforma. Configuración Horizonte I (prevalencia uso aeronaves clave C y E)**

GRUPO	TIPO OACI	$G_i$	$g_i$	$M_i$	$T_i$ (min)	$T_i$ (h)	$M_i \cdot T_i$	$t_i$	$X = \sum g_i / \sum t_i$
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	A340-600	2	0,15	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	3,62
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	3,62
4	A320	6	0,46	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,66
5	A320PREF	5	0,38	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>13</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

- $F = \sum G_i / \sum (M_i \cdot T_i) = 12,96$
- $C_t = F \cdot X(\min) = 12,96$
- $C$  = Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción ( $U$ )

$$C = C_t / 0,6 = 21,60 \approx 22 \text{ AHd}$$

La capacidad en esta configuración sería de 22 AHd, los alcanzados con la configuración más habitual. Sin embargo, esta solución puede llegar a las 23-24 AHd, si se admite la ubicación en la plataforma secundaria, de un puesto de reserva para aeronaves clave CHARLIE, obteniéndose una capacidad de 24,83 AHd  $\approx$  **24 AHd**, capacidad necesaria para este horizonte.

### Horizonte II

En este horizonte de estudio, en el cual se estima una previsión de **8,5 Millones de pasajeros anuales**, y una demanda de **26 aeronaves hora diseño**, no se hace necesario acometer actuaciones de ampliación de la misma, ya que contará con el apoyo de la plataforma secundaria, la cual dispondrá de 2 estacionamientos para aeronaves clave CHARLIE y uno para aeronaves clave DELTA, como se puede observar en el punto 2.3, pudiendo elevar la capacidad a 28 AHd, permitiendo alcanzar los 8,5 Millones de pasajeros.

### Horizonte III

Para este tercer horizonte de estudio, la Plataforma Principal estaría de nuevo saturada, ya que la demanda prevista es de **29 aeronaves hora diseño**. Debiéndose proveer de nuevo actuaciones de ampliación.

Para permitir afrontar la demanda prevista, se debe disponer de 14 puestos para aeronaves clave CHARLIE y 2 puestos para aeronaves clave ECHO en la plataforma comercial, que sumaría un total de **18 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, conseguidos mediante la combinación de puestos de estacionamiento para diferentes claves de aeronaves, de tal forma que los resultados que arroja el método Horonjeff serían los siguientes:

**Tabla 7.- Capacidad de plataforma. Configuración Horizonte III (prevalencia uso aeronaves clave C y E)**

GRUPO	TIPO OACI	$G_i$	$g_i$	$M_i$	$T_i$ (min)	$T_i$ (h)	$M_i \cdot T_i$	$t_i$	$X = \sum g_i / \sum t_i$
1	A340-600	2	0,13	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	
2	B767	0	0,15	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	2,94
3	B757	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,94
4	A320	4	0,25	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,01
5	A320PREF	10	0,63	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

- $F = \sum G_i / \sum (M_i \cdot T_i) = 15,95$
- $C_t = F \cdot X(\min) = 15,95$
- $C$  = Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción ( $U$ )

$$C = C_t / 0,6 = 26,59 \approx 27 \text{ AHd}$$

Con el apoyo de la plataforma de secundaria, disponiendo de 2 estacionamientos para aeronaves clave CHARLIE y uno para aeronaves clave DELTA, permitiría elevar la capacidad a **29 AHd**, permitiendo alcanzar los **9,5 Millones de pasajeros anuales**.

### Horizonte IV

Para este cuarto horizonte de estudio, la Plataforma Principal volvería a estar de nuevo saturada, ya que la demanda prevista es de **33 aeronaves hora diseño**. Debiéndose prever de nuevo actuaciones de ampliación.

Para permitir afrontar la demanda prevista, se debe disponer de 16 puestos para aeronaves clave CHARLIE y 2 puestos para aeronaves clave ECHO en la plataforma comercial, que sumaría un total de **20 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, conseguidos mediante la combinación de puestos de estacionamiento para diferentes claves de aeronaves, de tal forma que los resultados que arroja el método Horonjeff serían los siguientes:

Tabla 8.- Capacidad de plataforma. Configuración Horizonte IV (prevalencia uso aeronaves clave C y E)

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	A340-600	2	0,11	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	
2	B767	0	0,15	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	2,61
3	B757	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,61
4	A320	6	0,33	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,20
5	A320PREF	10	0,56	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	

Fuente: Elaboración propia

- $F = \sum Gi / \sum (Mi * Ti) = 17,95$
- $Ct = F * X(\min) = 17,95$
- C= Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción (U)

$$C = Ct / 0,6 = 29,91 \approx 30 \text{ AHd}$$

Esta plataforma tendría una capacidad sobrante que le permitiría alcanzar hasta **11,5 Millones de pasajeros anuales**, siempre que las aeronaves cargueras de tamaño grande se desviarán a la plataforma secundaria y con apoyo puntual también para 2 puestos tipo CHARLIE en plataforma secundaria, elevando de esta forma la capacidad hasta los **33 AHd**. La plataforma secundaria sería ampliada, disponiendo de un estacionamiento para aeronaves clave CHARLIE y dos para aeronaves clave DELTA.

Las ampliaciones propuestas para la Plataforma Principal se detallan en el Capítulo 6 “Desarrollo previsible” del presente documento, donde se desarrollan posibles alternativas para llevar a cabo las citadas ampliaciones.

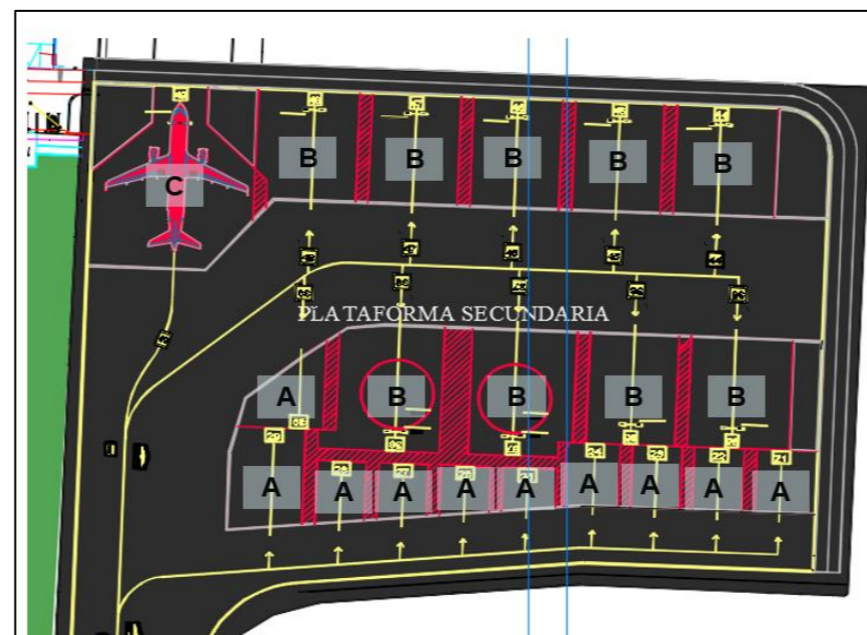
### 2.3. Plataforma de estacionamiento para otras clases de tráfico

En la actualidad la Plataforma Secundaria, también denominada Plataforma ECHO, se destina al estacionamiento de aeronaves no comerciales (aviación privada, deportiva, militar, etc.), es decir, la denominada como “Otras Clases de Tráfico (OCT)”. Se ha de tener en cuenta que las necesidades previamente calculadas para la Plataforma Principal comprenden únicamente las operaciones comerciales de tráfico de pasajeros.

Actualmente la plataforma cuenta con 20 puestos de estacionamiento distribuidos de la siguiente manera:

- 10 puestos para aeronaves de letra de clave A.
- 9 puestos para aeronaves de letra de clave B.
- 1 puestos para aeronaves de letra de clave C.

Ilustración 2 Configuración plataforma secundaria actual



Fuente: Elaboración propia

Para esta plataforma secundaria se hace un análisis de los días de máximo tráfico en dicha plataforma en el año 2015, como pueden ser Puente de San José, Puente de la independencia, Fin de año, Día de la raza y días picos como puede ser el 25 de Julio.

Mediante la aplicación del modelo, se calculan cuántas posiciones de estacionamiento de aeronaves OCT se requieren para satisfacer la demanda calculada en los distintos horizontes de estudio. Considerando el Tráfico Militar (MIL) y de Otras Clases de Tráfico sin Militar (OCT sin MIL). Los resultados obtenidos son los que se adjuntan en las siguientes tablas:

Tabla 9.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en Horizonte 0

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HO					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	4	1	1	8
OCT	4	6	1	0	11

Fuente: Elaboración propia

En este horizonte la operación militar se mantiene en las instalaciones actuales situadas al sur de la plataforma comercial, por lo que la configuración actual de la plataforma cumple con la demanda prevista.

Tabla 10.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en Horizonte I

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HI					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	4	1	1	8
OCT	4	6	1	0	11

Fuente: Elaboración propia

En este horizonte la operación militar se sigue manteniendo en las instalaciones actuales situadas al sur de la plataforma comercial, por lo que la configuración actual de la plataforma cumple con la demanda prevista.

Tabla 11.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en horizonte II

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HII					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	5	1	1	9
OCT	4	7	1	0	12

Fuente: Elaboración propia

En este horizonte la operación militar se traslada a la plataforma secundaria.

En horizonte III no se prevén actuaciones en la plataforma secundaria, al no estimarse necesarias, según la demanda prevista en dicho horizonte.

Tabla 12.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en horizonte IV

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HIV					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	6	1	1	10
OCT	4	8	1	0	13

Fuente: Elaboración propia



## 2.4. Zona de estacionamiento handling

La zona de estacionamiento de equipos handling se subdivide en varias áreas:

### ESA: Área de espera de equipos (Equipment Staging Area)

Se trata de un área utilizada para que los vehículos y equipos de asistencia en tierra esperen hasta que la aeronave se haya detenido para comenzar los procesos de handling. La ESA se asocia a cada puesto de estacionamiento y debe ser suficiente para permitir la ubicación de todos los equipos y vehículos que deben iniciar la operación inmediatamente después de que se hayan colocado los calzos en la aeronave.

### EPA: Área de estacionamiento de equipos (Equipment Parking Area)

Área cerrada utilizada para el estacionamiento de equipos de asistencia a la aeronave. La EPA tiene acceso directo a las vías de servicio de plataforma, con el fin de evitar desplazamientos largos de los equipos y el personal. La EPA se divide en diversas zonas:

- Próxima: superficie situada muy próxima a los stands, dedicada a vehículos de difícil movilidad y alta frecuencia de uso.
- Remota: área más alejada de los stands, dedicada a vehículos de fácil movilidad y menor uso.

Existen multitud de equipos necesarios para dar el servicio de asistencia en tierra a la aeronave. Dichos equipos se ubican en diferentes áreas en los instantes previos al estacionamiento de la aeronave. En la ESA se ubican principalmente los equipos destinados al desembarque de pasajeros y tripulación, descarga de equipajes y mercancías y los equipos de suministro de energía eléctrica y aire acondicionado. El resto de equipos suele estar ubicado en las EPAs, tanto próximas como remotas.

Para la estimación de las necesidades, se utilizará como base del análisis valores registrados y contrastados en aeropuertos para la operación aeroportuaria dados por la tabla de a continuación.

Tabla 13.- Valores requeridos de áreas por tipo de puesto y tipo de área

	ESA (m²)	EPA1	EPA2	EPA (total)
B	54	204	103	307
C1	233	209	191	400
C2	369	367	191	558
D1	250	206	244	450
D2	454	206	244	450
E	410	333	330	663

Fuente: Elaboración propia.

La división de requerimientos se establece en función del tipo de aeronave en escala (TIPO DE PUESTO DE ESTACIONAMIENTO) y el uso de las áreas (TIPO DE ÁREA REQUERIDA):

TIPO DE PUESTO DE ESTACIONAMIENTO:

- B: Aeronaves letra de clave B.
- C1: Aeronaves letra de clave C sin contenedores.
- C2: Aeronaves letra de clave C con contenedores.
- D1: Aeronaves letra de clave D sin contenedores.
- D2: Aeronaves letra de clave D con contenedores.
- E: Aeronaves letra de clave E.

TIPO DE ÁREA REQUERIDA:

- ESA: Área de espera de equipos junto a un ERA (área de aparcamiento de un avión) para realizar el handling al avión que va a aparcar en la ERA.
- EPA: Área de estacionamiento de equipos cuando no están realizando un handling ni se están preparando para realizarlo.
- EPA|PRÓXIMA: Superficie EPA situada en plataforma muy próxima a los stands o EPA1. Para estacionar los equipos de difícil movilidad y/o alta frecuencia de utilización.
- EPA|REMOTA: Superficie EPA que puede estar algo más alejada de los estacionamientos para estacionar equipos de fácil movilidad o EPA2.
- EPA|TOTAL: Suma de las superficies dadas por EPA|PRÓXIMA y EPA|REMOTA.

La tabla mencionada resume las superficies que pueden considerarse representativas a efectos de planificación de necesidades de superficies GSE.

Teniendo presente lo anterior, la metodología de obtención de necesidades se basará en lo siguiente:

- En base a los escenarios de estudio se determinan las demandas en valores AHD (Aeronave Hora de Diseño).
- Se estima que para las tareas de escala en plataforma los equipos de asistencia permanecen atendiendo a cada aeronave por un periodo medio de 45min (3/4 de hora o el 75% de la hora de diseño) y que las necesidades corresponden a aeronaves tipo C (siendo estas las predominantes del tipo de operación en Cartagena de Indias)

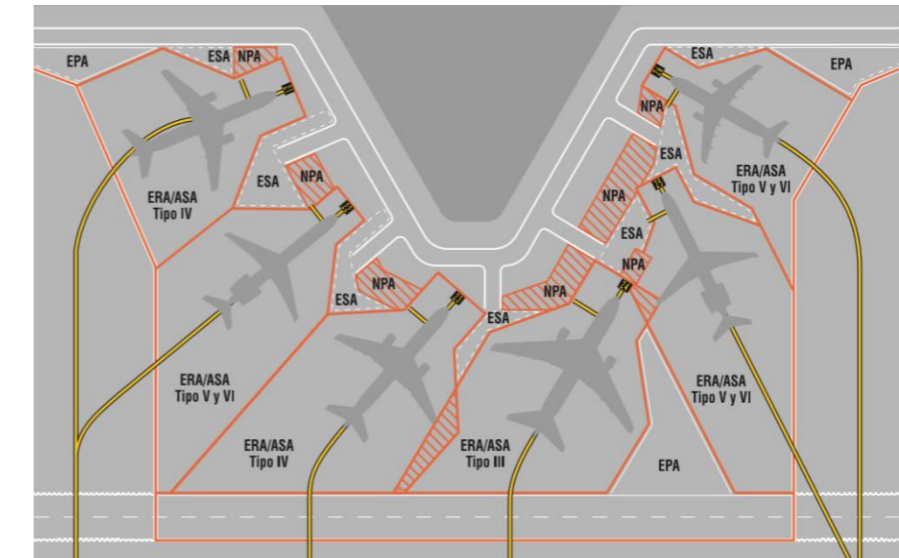
De esta forma, teniendo en cuenta el número máximo de aeronaves atendidas simultáneamente por cada uno de los agentes handling en sus horas de máxima actividad, se obtienen las siguientes necesidades de espacios en plataforma.

Tabla 14.- Valores de áreas handling

ÁREA (m2)	NECESIDADES SUPERFICIE EQUIPOS HANDLING				
	HO (5,1MPAX)	HI (7,5MPAX)	HII (8,5MPAX)	HIII (9,5MPAX)	HIV (11,5MPAX)
GSE	7.704	8.638	9.564	10.489	11.106
EPAs	2.604	3.038	3.364	3.689	3.906
EPA total	4.800	5.600	6.200	6.800	7.200
EPA próxima	2.508	2.926	3.240	3.553	3.762
EPA remota	2.292	2.674	2.961	3.247	3.438

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 3 Áreas equipos handling



Fuente: Manual normativo de Señalización en Área de Movimiento de AENA

### 3. EDIFICIO TERMINAL

El objetivo de este apartado es determinar las necesidades de espacio y elementos de proceso que el Edificio Terminal del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez presenta para los siguientes escenarios considerados:

- Horizonte 0: 5,1 MPax/año aprox.
- Horizonte I: 7,5 MPax/año.
- Horizonte II: 8,5 MPax/año
- Horizonte III: 9,5 MPax/año.
- Horizonte IV: 11,5 MPax/año.

Los resultados de detalle se contemplan en el Anexo V: Cálculo de Necesidades del Edificio Terminal y se han realizado con la metodología, indicaciones y recomendaciones dispuestas en el "Airport Development Reference Manual (ADRM), 10ª Edición, de la IATA" y reflejadas en este documento.

El dimensionamiento se ha realizado tanto para la demanda de Tráfico Doméstico como Internacional para las siguientes dependencias y/o elementos de proceso:

- Tráfico Doméstico:
  - Hall de Salidas.
  - Facturación.
  - Control de Seguridad Salidas.
  - Salas de Embarque.
  - Sala de Recogida de Equipajes.
  - Hall de Llegadas.
- Tráfico Internacional
  - Hall de Salidas.
  - Facturación.
  - Control de Emigración (Pasaportes) Salidas.
  - Control de Seguridad Salidas.
  - Salas de Embarque.
  - Control de Inmigración (Pasaportes) Llegadas.
  - Sala de Recogida de Equipajes.
  - Control de Aduanas.
  - Hall de Llegadas.

### 3.1. Previsiones de tráfico y valores hora punta considerados en el cálculo de necesidades

Se incluye a continuación un resumen de los valores hora punta para cada uno de los Escenarios considerados:

Tabla 15.- Horizontes- Valores Hora Pico de Diseño

VALOR	PREVISIONES DE TRÁFICO / VALORES HORA PICO DE DISEÑO				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Pax. Totales	5.111.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax. Nacionales	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax. Internacionales	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
PHPD Totales	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
PHPD Totales Salidas	1.044	1.457	1.625	1.790	2.162
PHPD Totales Llegadas	1.020	1.229	1.358	1.464	2.111
PHPD Nacionales Salidas	956	1.332	1.473	1.585	1.586
PHPD Nacionales Llegadas	934	1.124	1.231	1.297	1.549
PHPD Nacionales Totales	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
PHPD Internacionales Salidas	453	556	610	691	1.059
PHPD Internacionales Llegadas	442	542	595	674	1.032
PHPD Internacionales Totales	746	915	1.005	1.138	1.743
AHD Totales	19	24	26	29	33
AHD Totales Salidas	11	14	16	17	20
AHD Totales Llegadas	10	13	14	15	18
AHD Nacionales	17	22	25	26	29
AHD Nacionales Salidas	10	13	15	15	18
AHD Nacionales Llegadas	10	14	15	16	16
AHD Internacionales	5	6	7	8	11
AHD Internacionales Salidas	3	4	4	5	7
AHD Internacionales Llegadas	3	3	3	4	7

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. IATA: nivel de servicio LoS

Las necesidades de espacio y elementos de proceso en los espacios públicos determinan la capacidad de proceso de un Edificio Terminal de Pasajeros, los cuales vienen determinados por las previsiones de tráfico y sus valores pico en la hora de diseño.

Para el cálculo del programa de espacios y elementos de proceso es necesario, en primer lugar, establecer el Nivel de Servicio ("Level of Service-LOS") a proveer en el Terminal. Cuanto más alto es el Nivel de Servicio se requiere, mayor es el espacio necesario por cada pasajero o acompañante. Disponer de menores espacios que lo necesarios durante la hora de diseño tiene impactos negativos en la experiencia de los pasajeros e impresión del Aeropuerto.

El Nivel de Servicio (LOS) determina la calidad de servicio suministrado al pasajero en términos de circulaciones, flujos y retrasos en la formación de colas y tiempos de proceso.

El Nivel de Servicio establecido corresponde a un "LOS C". Este concepto utilizaba un sistema de clasificación desde A a F, donde el LOS A corresponde un nivel excelente, LOS B es un nivel alto de servicio, LOS C es el objetivo mínimo de diseño para valores pico de diseño y representa un **buen nivel de servicio a un precio razonable**, LOS D es un nivel de servicio adecuado, LOS E representa un nivel de servicio inadecuado, y el LOS F indica un nivel de servicio inaceptable y en que el sistema colapsa.

El Nivel de Servicio C (Level of Service – LOS C) es el exigido como referencia en estos estudios de ajustes de Capacidad-Demanda para el Edificio Terminal del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena. Tal y como se define por IATA se corresponde con un nivel óptimo de servicios. En la Edición 10th de IATA ADRM, esta clasificación se ha sustituido por tres categorías: Sobredimensionado "Over-designed" Óptimo; y Subdimensionado "Suboptimum". Se incluye a continuación los parámetros asociados al Nivel de Servicio incluidos en el ADRM 10th Edition.

Tabla 16.- Parámetros asociados a los Niveles de Servicio (LOS) para Edificios Terminales de Pasajeros. IATA

Passenger Terminal Processor	SPACE STANDARDS FOR WAITING AREAS (m <sup>2</sup> /pax)				WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)				WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)				PROPORTION OF SEATED OCCUPANTS (%)				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Public Departure Hall	>2.3	2.3	<2.3														
Check-in																	
Self-Service Boarding Pass / Tagging	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3	0	0-2	>2	0	0-2	>3								
Bag Drop Desk (queue width 1.4 - 1.6 m)	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3	0	0-5	>5	0	0-3	>3								
Check-in Desk (queue width 1.4 - 1.6 m)	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3	<10	10-20	>20	<3	3-5	>5								
Security Checkpoint (queue width 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1	<5	5-10	>10	0	0-3	>3								
Emigration (Passport Control) (queue width 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1	<5	5-10	>10	0	0-3	>3								
Boarding Gate Lounge													>70%	50%-70% <sup>1)</sup>	<50%		
Seating Standing	>1.7	1.6 - 1.7	<1.6														
Immigration (Passport Control) (queue width 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1	<10	10	>10	<5	5	>5								
Transfers																	
Baggage Claim Area																	
Narrow Body	>1.7	1.6 - 1.7	<1.6	<5	0-15	>15	0	0-15	>15								
Wide Body	>1.7	1.5 - 1.7	<1.5	<5	0-25	>25											
Public Arrival Hall	>1.7	1.2 - 1.7	<1.2									>20%	15%-20% <sup>1)</sup>	<15%			
GIP Lounges		4.0															

Fuente: ADRM 10th Edition. IATA

### 3.3. Procesos y parámetros de diseño.

#### Procesos de Pasajeros

Los gráficos siguientes muestran de forma resumida los procesos de pasajeros de salidas y llegadas, tanto para los pasajeros Internacionales como Nacionales o Domésticos.

Gráfico 1 Pasajeros Internacionales. Proceso de Salidas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 Pasajeros Internacionales. Proceso de Llegadas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Pasajeros Nacionales. Proceso de Salidas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 Pasajeros Nacionales. Proceso de Llegadas



Fuente: Elaboración propia

#### Distribución de Flujos

La distribución de flujos dentro del Edificio Terminal se refleja de forma esquemática en las siguientes figuras. Los valores de diseño para cada uno de los horizontes previstos se encuentran recogidos en la tabla siguiente:

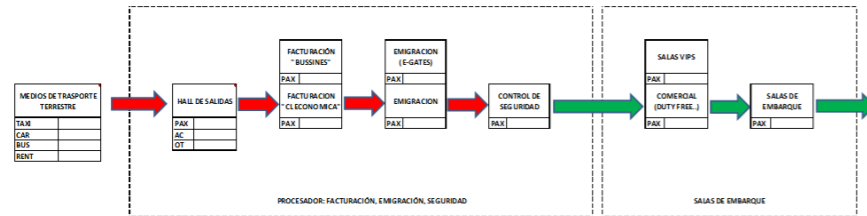
Tabla 17.- Valores de Diseño de Pasajeros por categoría y por Horizontes de Diseño

VALOR	PREVISIONES DE TRÁFICO / VALORES HORA PICO DE DISEÑO				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Pax. Totales	5.111.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax. Nacionales	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax. Internacionales	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
PHPD Totales	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
PHPD Totales Salidas	1.044	1.457	1.625	1.790	2.162
PHPD Totales Llegadas	1.020	1.229	1.358	1.464	2.111
PHPD Nacionales Salidas	956	1.332	1.473	1.585	1.586
PHPD Nacionales Llegadas	934	1.124	1.231	1.297	1.549
PHPD Nacionales Totales	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
PHPD Internacionales Salidas	453	556	610	691	1.059
PHPD Internacionales Llegadas	442	542	595	674	1.032
PHPD Internacionales Totales	746	915	1.005	1.138	1.743

Fuente: Elaboración propia

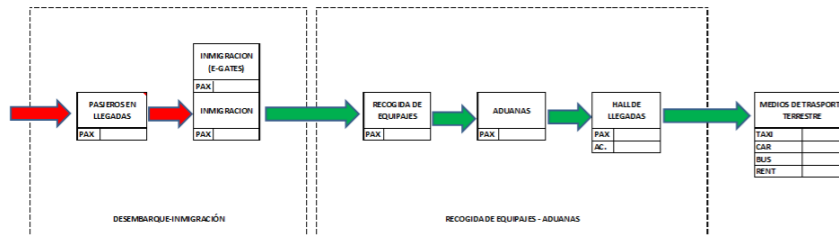


Gráfico 5 Esquema Conceptual de Distribución de Flujos. Pasajeros Internacionales. Salidas



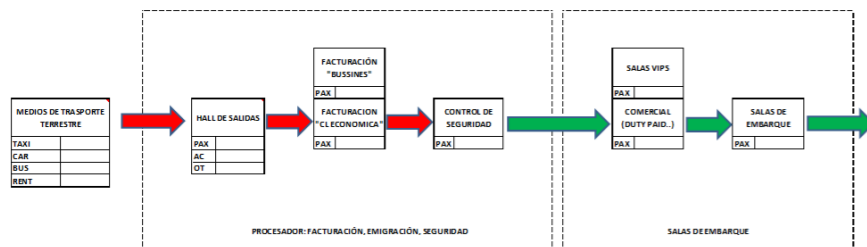
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 Esquema Conceptual de Distribución de Flujos. Pasajeros Internacionales. Llegadas



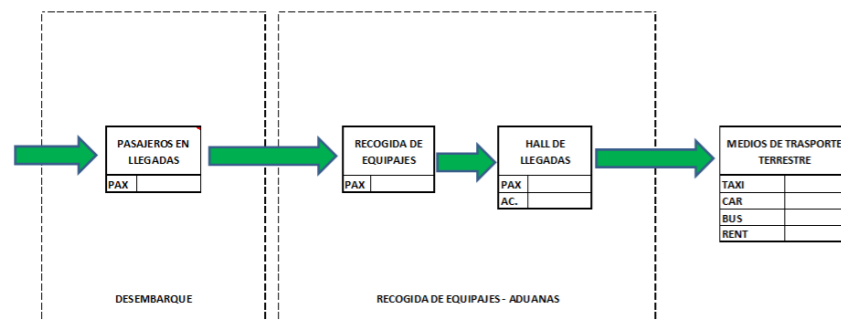
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7 Esquema Conceptual de Distribución de Flujos. Pasajeros Nacionales. Salidas



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8 Esquema Conceptual de Distribución de Flujos. Pasajeros Nacionales. Llegadas



Fuente: Elaboración propia

Parámetros de Diseño

Se incluye a continuación un resumen de los Parámetros de diseño utilizados en los cálculos del programa de necesidades, así como la identificación de la fuente de los mismos.

Tabla 18.- Parámetros de Diseño

PARAMETROS DE DISEÑO					
DEPENDENCIA/ELEMENTO	UNIDAD	VALOR		FUENTE	
		INTERNAC.	NACIONAL		
<b>I HALL DE SALIDAS</b>					
I.1	Nº de Acompañantes por pasajero (AC)	AC/Pax	0,66	0,66	Encuesta Local
I.2	Tiempo de permanencia Pasajero	minutos	25	20	Encuesta Local
I.3	Tiempo de permanencia Acompañante	minutos	25	20	Encuesta Local
I.4	Factor pico en 30 minutos (en % PHP)	%	66	66	PARA TODOS LOS PROCESOS
<b>II MOSTRADORES DE FACTURACIÓN</b>					
II.1	Capacidad de proceso	Pax/hr	20	20	
II.2	Tiempo medio de Proceso:				
II.3	Primera Clase y Bussines	seg	150	150	Encuesta Local
II.4	Clase Económica	seg	210	150	Encuesta Local
II.5	Máximo tiempo en Cola (Clase Económica)	minutos	10	10	IATA
II.6	Máximo tiempo en Cola (Clase Bussines)	minutos	5	5	IATA
II.7	Máximo tiempo en Cola (Clase Bussines)	minutos	3	5	IATA
II.8	Porcentaje Facturación First-Class	%	5	5	
II.9	Porcentaje Facturación Bussines Class	%	10	10	
II.10	Porcentaje Facturación Tradicional	%	80	70	
II.11	% OOG	%	5	5	
<b>III CONTROL DE PASAPORTES (EMIGRACIÓN)</b>					
III.1	Capacidad de proceso/puesto	Pax/hr	80		
III.2	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	72		
III.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10		IATA
<b>IV CONTROL DE SEGURIDAD</b>					
IV.1	Capacidad de proceso Máquinas de Rayos X	Pax/hr	150	150	
IV.2	Tiempo medio de Proceso	seg	20	20	
IV.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10	10	IATA
<b>V SALAS DE EMBARQUE</b>					
V.1	Porcentaje de pasajeros sentados	%	50-70	50-70	IATA
V.2	Superficie por pasajero sentado	m2	1,5-1,7	1,5-1,7	IATA
V.3	Superficie por pasajero de pie	m2	10	10	IATA
<b>VI CONTROL DE PASAPORTES (INMIGRACIÓN)</b>					
VI.1	Capacidad de proceso/puesto	Pax/hr	80		
VI.2	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	80		
VI.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10		IATA
<b>VII HALL DE RECOGIDA DE EQUIPAJES</b>					
VII.1	Número de pasajeros Wide Body	Pax	280	280	
VII.2	Número de pasajeros Wide Body	Pax	180	180	
VII.3	Tiempo de ocupación hipodromo WB	minutos	45	45	IATA
VII.4	Tiempo de ocupación hipodromo NB	minutos	20	20	IATA
VII.5	Proporción de pasajeros que llegan en WB	%	30/50	0	
VII.6	Proporción de pasajeros que llegan en NB	%	70/50	100	
VII.7	Proporción de pasajeros con equipaje	%	90	90	
VII.8	Porcentaje de recirculación	%	50	50	
<b>VIII CONTROL DE ADUANAS</b>					
VIII.1	Capacidad de proceso Máquinas de Rayos X	Pax/hr	300		
VIII.2	Tiempo medio de Proceso por unidad primaria	seg	10		
VIII.3	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	20		
VIII.4	Máximo tiempo en Cola. Unidad primaria	minutos	5		IATA
VIII.5	Máximo tiempo en Cola. Unidad primaria	minutos	3		IATA
<b>IX HALL DE LLEGADAS</b>					
IX.1	Nº de Acompañantes por pasajero (AC)	AC/Pax	1	1	Encuesta Local
IX.2	Tiempo de permanencia Pasajero	minutos	5	5	
IX.3	Tiempo de permanencia Acompañante	minutos	20	20	
IX.4	Porcentaje de Acom. Sentados	%	20	20	IATA

Fuente: IATA. Aeropuerto Rafael Núñez

### 3.4. Programa de necesidades

El programa de necesidades y dimensionamiento de espacios se encuentran desarrollados en detalle en el Anexo V y resumidos en la Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21 incluidas a continuación.

Los cálculos de dimensionamiento se han realizado tomando como referencia:

- Valores Hora Punta reflejados en apartado anterior para cada uno de los Horizontes (Tabla 17).
- Tiempos de Proceso y resto de parámetros necesarios para el dimensionamiento observados en la operación actual de Aeropuerto y en valores recomendados por IATA y reflejados en la Tabla 18.
- Nivel de Servicio C (Level Of Service C-LOS C), ADRM IATA Edición nº 10 (Tabla 16).

Tabla 19.- Resumen de Necesidades, por Horizonte, de Superficie por Dependencia (IATA ADRM 10)

DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero					Capacidad Actual (m2) VALOR CONSENSUADO 2015	
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
Hall de salidas (público) NAC	1.217	1.695	1.875	2.017	2.108	<b>3.000</b>	
Hall de salidas (público) INT	634	885	970	1.099	1.687		
Hall de salidas (público) NAC+INT COMBINADO	<b>1.329</b>	<b>1.854</b>	<b>2.068</b>	<b>2.278</b>	<b>2.752</b>		
Check-in (colas) NAC	625	769	827	917	917		
Check-in (colas) INT	336	457	496	544	821		
Check-in (colas) TOTALES INT+NAC	<b>961</b>	<b>1.226</b>	<b>1.323</b>	<b>1.461</b>	<b>1.738</b>		
<b>SUPERFICIES PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS</b> TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING	<b>2.290</b>	<b>3.080</b>	<b>3.391</b>	<b>3.739</b>	<b>4.490</b>		
Seguridad (equipos + colas) NAC	253	343	400	420	420		<b>243</b>
Seguridad (equipos + colas) INT	156	172	186	232	324		<b>216</b>
Emigración INT (Pasaportes Salidas)	146	169	189	218	318		<b>345</b>
Salas de embarque NAC	1.426	1.987	2.197	2.364	2.365		<b>2.051<sup>(*)</sup></b>
Salas de embarque INT	676	829	910	1.031	1.955		<b>1.010</b>
Salas de embarque NAC+INT (TOTALES)	<b>2.102</b>	<b>2.816</b>	<b>3.107</b>	<b>3.395</b>	<b>4.320</b>		<b>3.061</b>
Inmigración (equipos + colas) INT	115	140	230	245	313		<b>556</b>
Recogida de equipajes NAC (hipód. recog. y circulac.)	977	1.466	1.466	1.466	1.466		<b>1.172</b>
Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.188	1.188	1.188	1.188	1.887		<b>1.112</b>
Aduana	132	165	165	198	231		<b>192</b>
Hall de llegadas (público) NAC	506	609	667	703	839		<b>610</b>
Hall de llegadas (público) INT	239	294	322	365	559		<b>616</b>

<sup>(\*)</sup> Incluye Sala VIP (503 m<sup>2</sup>)  
Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10

Tabla 20.- Resumen de Necesidades de Elementos de Proceso (IATA-ADRM-10.)

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesado					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015	
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
<b>EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS</b>	Mostradores de Check-in NAC	26	30	38	43	<b>60</b>	
	Mostradores de Check-in INT	19	24	26	28		42
	Mostradores de Check-in TOTALES	45	54	64	71		85
	Posiciones emigración (salidas)	6	7	9	9	13	<b>9 + 1 (e_gate)</b>
	Filtros seguridad NAC	3	4	5	5	5	<b>3</b>
	Filtros seguridad INT	2	2	3	3	4	<b>2</b>
	Posiciones inmigración (llegadas)	10	13	14	16	24	<b>11 + 1 (e_gate)</b>
	Carruseles recogida de equipajes NAC	2	3	3	3	3	<b>3<sup>(*)</sup></b>
	Carruseles recogida de equipajes INT	2	2	2	2	3	<b>3<sup>(*)</sup></b>
	Aduanas Unidades Convencionales	2	2	2	3	3	
	Aduanas Unidades Convencionales RX	4	5	5	6	7	<b>2</b>

<sup>(\*)</sup> Longitud Insuficiente  
Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10

Tabla 21.- Resumen de Necesidades de Puertas de Embarque

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesado					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015	
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
<b>EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS</b>	Puertas de Embarque	11	15	15	18	20	<b>15</b>
	Puertas de Embarque con pasarela <sup>(*)</sup>	6	8	9	10	12	-

<sup>(\*)</sup> Valor que garantiza el tratamiento de al menos un 90% del tráfico.  
Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10

### 3.5. Ajuste capacidad/demanda

#### Determinación de la capacidad del Terminal Existente.

##### Estado Actual

El estado actual del Edificio Terminal se encuentra descrito con detalle en el Capítulo 3. Situación Actual del Aeropuerto.

Se incluye a continuación el resumen de las superficies consensuadas con la Administración así como unas figuras en planta de los tres niveles del Edificio Terminal.

Tabla 22.- Edificio Terminal Existente. Resumen de Áreas Disponibles (según criterio IATA).

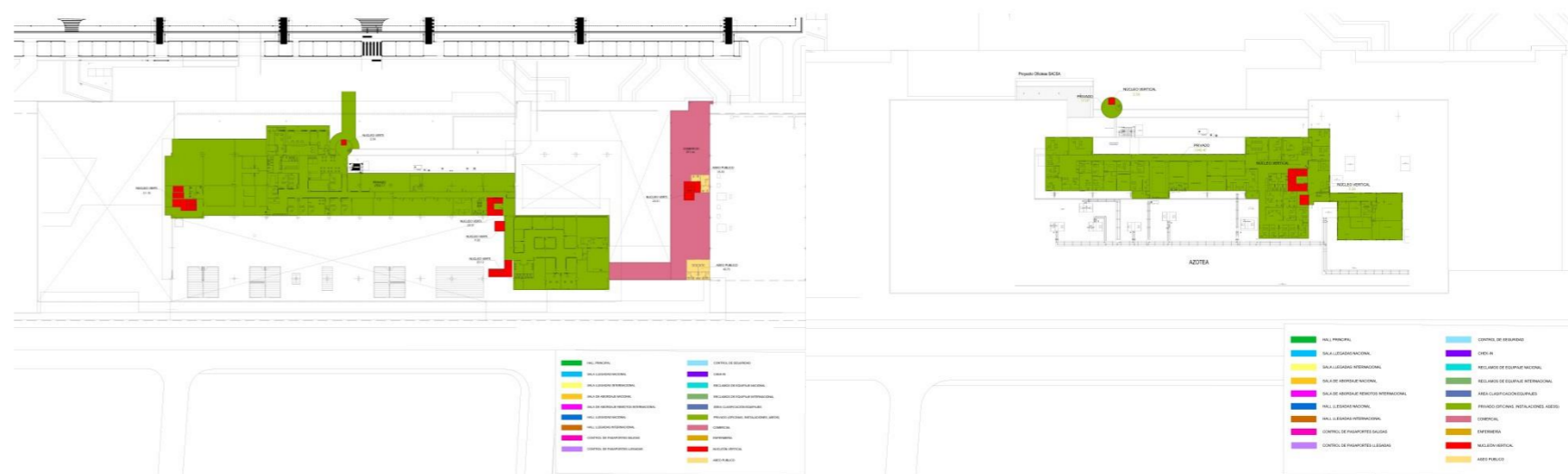
Áreas Actuales Disponibles (según criterio IATA)	m <sup>2</sup>
Abordaje Internacional	845
Abordaje Nacional	1.928
Área Clasificación Equipajes	1.805
Aseo Público	543
Check-in	974
Cintas de reclamo	373
Comercial	2.095
Control de Pasaportes Llegadas	549
Control de Pasaportes Salidas	391
Control de Seguridad	1.076
Enfermería	210
Hall Llegadas Internacional	578
Hall Llegadas Nacional	624
Hall Principal	2.333
Núcleo vertical	192
Privado	6.107
Reclamo de equipajes internacional	342
Reclamo de equipajes nacional	312
Sala Llegadas Internacional (sin bandas)	611
Sala Llegadas Nacional (sin bandas)	858
Subestación	342
Zonas de Paso	2.322
<b>Total</b>	<b>25.410</b>

Fuente: SACSA (Sociedad Aeroportuaria de la costa S.A)

Ilustración 4 Edificio Terminal (Nivel 1, Nivel 2 y Nivel 3)



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Capacidad del Edificio Terminal Existente

Tomando en consideración:

- El estado actual del Edificio Terminal Existente, y cuyo resumen de Áreas consensuadas se encuentran reflejadas en la Tabla 22.
- Valores Hora Punta reflejados en apartados anteriores (Tabla 17).
- Tiempos de Proceso y resto de parámetros necesarios para el dimensionamiento observados en la operación actual de Aeropuerto y en valores recomendados por IATA y reflejados en la Tabla 18.
- Nivel de Servicio C (Level Of Service C-LOS C), ADRM IATA Edición nº 10 (Tabla 16).

Se han realizado los cálculos correspondientes concluyendo que:

- El Terminal Actual, en general, dispone de Capacidad Suficiente para albergar el tráfico previsto para el Horizonte 0: 5,1 MPAX/año (2020).
- Sólo es necesario realizar pequeñas actuaciones en las Zonas de Filtros tanto Nacional como Internacional (aumento de unidades de inspección y áreas asociadas).

La Tabla 23 refleja un análisis comparativo de capacidad actual y necesaria para 2020 (Horizonte 0):

Tabla 23.- Edificio Terminal Existente. Análisis de Capacidad. (IATA-ADRM10).

DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero H 0	Capacidad Actual (m2) VALOR CONSENSUADO 2015	
	5,1MPax		
SUPERFICIES PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Hall de salidas (público) NAC	1.217	
	Hall de salidas (público) INT	634	
	Hall de salidas (público) NAC+INT COMBINADO	1.329	
	Check-in (colas) NAC	625	3.000
	Check-in (colas) INT	336	
	Check-in (colas) TOTALES INT+NAC	961	
	TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING	2.290	
	Seguridad (equipos + colas) NAC	253	243
	Seguridad (equipos + colas) INT	156	216
	Emigración INT (Pasaportes Salidas)	146	345
	Salas de embarque NAC	1.426	2.051 <sup>(*)</sup>
	Salas de embarque INT	676	1.010
	Salas de embarque NAC+INT (TOTALES)	2.102	3.061
	Inmigración (equipos + colas) INT	115	556
	Recogida de equipajes NAC (hipód. recog. y circulac.)	977	1.172
	Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.188	1.112
	Aduana	132	192
	Hall de llegadas (público) NAC	506	610
Hall de llegadas (público) INT	239	616	

<sup>(\*)</sup> Incluye Sala VIP (503 m<sup>2</sup>)

Fuente: Elaboración propia. SACS. IATA ADRM 10

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos H 0	Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015	
	5,1MPax		
EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Mostradores de Check-in NAC	26	
	Mostradores de Check-in INT	19	60
	Mostradores de Check-in TOTALES	45	
	Posiciones emigración (salidas)	6	9 + 1 (e_gate)
	Filtros seguridad NAC	3	3
	Filtros seguridad INT	2	2
	Posiciones inmigración (llegadas)	10	11 + 1 (e_gate)
	Carruseles recogida de equipajes NAC	2	3
	Carruseles recogida de equipajes INT	2	3
	Aduanas Unidades Convencionales	2	
	Aduanas Unidades Convencionales RX	4	2

Fuente: Elaboración propia. SACS. IATA ADRM 10

Tabla 24.- Edificio Terminal Existente. Análisis de Capacidad Puertas de Embarque

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos H 0	Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015
	5,1MPax	
EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Puertas de Embarque	15
	Puertas de Embarque con pasarela <sup>(*)</sup>	6

<sup>(\*)</sup> Valor que garantiza el tratamiento de al menos un 90% del tráfico.

Fuente: Elaboración propia. SACS.

Necesidades Futuras. Ajuste Capacidad Demanda.

Se muestra a continuación un análisis visual (valores en rojo) de las necesidades mínimas a cubrir antes de cada horizonte para un cumplimiento estricto de LOS "C" de IATA.

Adicionalmente se incluye el requerimiento de puertas de embarque necesarias para satisfacer la demanda prevista por cada horizonte de estudio. Para el caso de puertas de embarque asistidas se incluye el valor para garantiza el tratamiento de al menos un 90% del tráfico previsto.

Tabla 25.- Cuadro Resumen de Necesidades. Análisis Capacidad Demanda.

DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero					Déficit					Capacidad Actual (m2) VALOR CONSENSUADO 2015	
	H0 5,1MPax	H I 7,5MPax	HII 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	H0 5,1MPax	H I 7,5MPax	HII 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
SUPERFICIES PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Hall de salidas (público) NAC	1.217	1.695	1.875	2.017	2.108						
	Hall de salidas (público) INT	634	885	970	1.099	1.687						
	Hall de salidas (público) NAC+INT COMBINADO	1.329	1.854	2.068	2.278	2.752						
	Check-in (colas) NAC	625	769	827	917	917						3.000
	Check-in (colas) INT	336	457	496	544	821						
	Check-in (colas) TOTALES INT+NAC	961	1.226	1.323	1.461	1.738						
	TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING	2.290	3.080	3.391	3.739	4.490	710	-80	-391	-739	-1.490	
	Seguridad (equipos + colas) NAC	253	343	400	420	420	-10	-157	-177	-177	-177	243
	Seguridad (equipos + colas) INT	156	172	186	232	324	60	44	30	-16	-108	216
	Emigración INT (Pasaportes Salidas)	146	169	189	218	318	199	176	156	127	27	345
	Salas de embarque NAC	1.426	1.987	2.197	2.364	2.365	625	64	-146	-313	-314	2.051 <sup>(*)</sup>
	Salas de embarque INT	676	829	910	1.031	1.955	334	181	100	-21	-945	1.010
	Salas de embarque NAC+INT (TOTALES)	2.102	2.816	3.107	3.395	4.320	959	245	-46	-334	-1.259	3.061
	Inmigración (equipos + colas) INT	115	140	230	245	313	441	416	326	311	243	556
	Recogida de equipajes NAC (hipód. recog. y circulac.)	977	1.466	1.466	1.466	1.466	195	-294	-294	-294	-294	1.172
	Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.188	1.188	1.188	1.188	1.887	-76	-76	-76	-76	-775	1.112
	Aduana	132	165	165	198	231	60	27	27	-6	-39	192
	Hall de llegadas (público) NAC	506	609	667	703	839	104	1	-57	-93	-229	610
	Hall de llegadas (público) INT	239	294	322	365	559	377	322	284	251	57	616

<sup>(\*)</sup> Incluye Sala VIP (503 m<sup>2</sup>)

Fuente: Elaboración propia. SACSA. IATA ADRM 10

Tabla 26.- Cuadro Resumen de Necesidades de equipamientos. Análisis Capacidad Demanda.

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesado					Déficit					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	
Mostradores de Check-in NAC	26	30	38	43	43						
Mostradores de Check-in INT	19	24	26	28	42						60
Mostradores de Check-in TOTALES	45	54	64	71	85	15	6	-4	-11	-25	
Posiciones emigración (salidas)	6	7	9	9	13	3	2	0	0	-4	9 + 1 (e_gate)
Filtros seguridad NAC	3	4	5	5	5	0	-1	-2	-2	-2	3
Filtros seguridad INT	2	2	3	3	4	0	0	-1	-1	-2	2
Posiciones inmigración (llegadas)	10	13	14	16	24	1	-2	-3	-5	-13	11 + 1 (e_gate)
Hipódromos recogida de equipajes NAC	2	3	3	3	3	1	0	0	0	0	3 <sup>(*)</sup>
Hipódromos recogida de equipajes INT	2	2	2	2	3	1	1	1	1	0	3 <sup>(*)</sup>
Aduanas Unidades Convencionales	2	2	2	3	3	-2	-2	-2	-3	-3	
Aduanas Unidades Convencionales RX	4	5	5	6	7	-2	-3	-3	-4	-5	2

<sup>(\*)</sup> Longitud Insuficiente

Fuente: Elaboración propia. SACSA. IATA ADRM 10

Tabla 27.- Número total de posiciones de estacionamiento en contacto necesarias en la plataforma comercial

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesado					Déficit					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015	
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Puertas de Embarque	11	15	17	18	20	4	0	-2	-3	-5	15
	Puertas de Embarque con pasarela <sup>(*)</sup>	6	8	9	10	12						-

<sup>(\*)</sup> Valor que garantiza el tratamiento de al menos un 90% del tráfico.

Fuente: Elaboración propia. SACSA.



#### 4. PARQUEADEROS

Para la estimación de necesidades de parqueaderos en los distintos horizontes de estudio del Plan Maestro, se calculan en primer lugar las necesidades de la situación actual en base a las observaciones realizadas y los datos de demanda disponibles.

En primer lugar se ha de conocer el modo de acceso de los pasajeros y sus acompañantes al aeropuerto. Actualmente, los modos de acceso están repartidos entre el vehículo privado, el taxi y las busetas. De este modo, los cálculos y estimaciones se van a realizar sobre el día tipo en salidas para el año 2012, que se corresponde con el 14 de octubre. Se ha considerado el día tipo en salidas ya que registra el mayor volumen de pasajeros accediendo al aeropuerto en un día, siendo por lo tanto máximo el volumen de vehículos accediendo al parqueadero. Se puede considerar este día como un día crítico en la operativa del parqueadero.

A continuación, se expone la metodología empleada para el cálculo de necesidades y dimensionamiento del área.

Tras el estudio de campo llevado a cabo, se ha observado que la gran mayoría de los pasajeros acceden al aeropuerto en taxi, mientras que una minoría accede al mismo en vehículo privado y busetas. En base a estas observaciones, se han tomado los repartos (cuotas) expuestos en la Tabla 28.

Tabla 28.- Reparto de los modos de acceso por los pasajeros

Modo de acceso	Cuota (%)
Automóvil	15%
Taxi	65%
Busetas	20%

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Será para el 15% de los pasajeros acceden al aeropuerto en vehículo privado, para quienes haya que dimensionar el número de posiciones del parqueadero público. Para el dimensionamiento de la zona de busetas se ha tenido en cuenta la cuota de 20% indicada en la tabla anterior.

Los pasajeros que acceden en vehículo privado se clasifican en tres grupos:

- Pasajero conductor. En este caso el pasajero accede al aeropuerto en su propio vehículo y lo estaciona en el parqueadero durante los días que esté ausente.
- Pasajero transportado por acompañante. En este caso el pasajero es transportado como acompañante en el vehículo privado, aparcando el vehículo en el parqueadero y abandonándolo tras la salida del pasajero en su vuelo.
- Pasajero transportado por acompañante y sin acceder al parqueadero. El pasajero accede como acompañante, pero el conductor sólo hace una parada sin estacionar el vehículo en el parqueadero.

Para la evaluación del parqueadero de busetas se han tenido en cuenta la diversidad de vehículos de este tipo clasificándolas en busetas de 15, 25 y 50 ocupantes. Del trabajo de campo llevado a cabo en el parqueadero de busetas se han extraído los siguientes datos que se utilizan en el cálculo.

Tabla 29.- Datos de busetas

Tipo de buseta	Cuota sobre el total de busetas	Tiempo de estancia medio en el parqueadero (min)
15 Pax	52%	45
25 Pax	38%	65
50 Pax	10%	55

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Posteriormente, se establecen los tiempos de acceso, es decir, con qué antelación a la salida del vuelo se presentan los vehículos en el aeropuerto, y cuándo abandonan el área de aparcamiento, tanto para los pasajeros en salidas como en llegadas. Los tiempos estimados de llegada, estancia y salida son los que se reflejan en la Tabla 30.

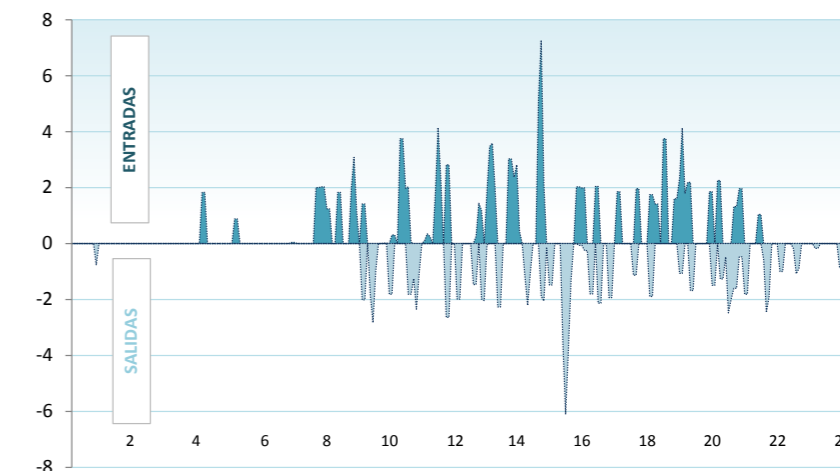
Tabla 30.- Tiempos de acceso en función del tipo de pasajero

Tipo de pasajero	Tiempo de acceso	Tiempo (min)
Pasajero en salidas	Tiempo previo al vuelo	120
Pasajero en llegadas	Tiempo tras el vuelo	30
Acompañantes en salidas	Tiempo previo al vuelo	120
	Tiempo de estancia	90
Acompañantes en llegadas	Tiempo previo al vuelo	30
	Tiempo de estancia	45

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Finalmente, con las hipótesis y consideraciones expuestas, se obtiene el flujo de entrada y salida de vehículos al parqueadero del aeropuerto. En el siguiente gráfico se representa dicho flujo.

Gráfico 9 Flujo de entrada y salida de vehículos

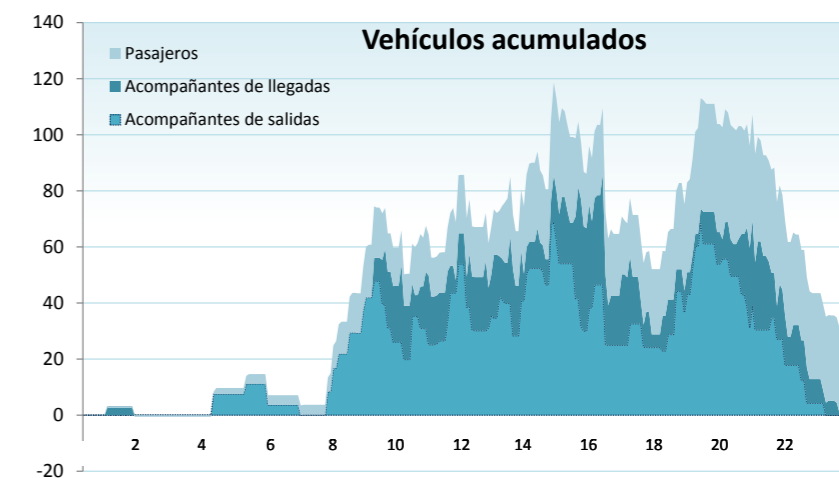


Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Como se puede observar en el gráfico anterior, las entradas al parking se efectúan antes que las salidas tanto en las primeras horas del día como en las horas centrales. Las salidas del mismo se efectúan en las horas centrales y en las últimas horas de funcionamiento del aeropuerto.

Del flujo de entradas y salidas, se observa que a lo largo del día tipo estudiado se produce una concentración de vehículos en el parqueadero, de tal manera que acceden más vehículos de los que efectúan una salida. A continuación se muestra la acumulación de vehículos privados en el parqueadero del aeropuerto.

Gráfico 10 Acumulación de vehículos en el aparcamiento en el día tipo



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

A partir de la gráfica anterior se establece que el volumen máximo de vehículos en un momento determinado del día es de 119 automóviles. Actualmente (2016), hay disponibles 232 plazas para vehículos, por lo que no existe un déficit de las mismas.

En cuanto al parqueadero de busetas se obtiene que el máximo número de busetas estacionadas es de 18 busetas de los distintos tipos indicados. Al igual que sucede con las plazas para vehículos privados, el parqueadero disponible en la actualidad es suficiente ya que dispone de 32 plazas.

A continuación, teniendo en cuenta el volumen de pasajeros de 2012 y el volumen de plazas necesarios para ese año, se ha estimado el volumen de plazas necesarias para cada uno de los horizontes de estudio. En este caso, se ha mantenido constante la relación pasajeros/plazas. En la Tabla 31 se presenta el volumen de plazas del parqueadero necesarias para cada uno de los horizontes del Plan Maestro.

Tabla 31.- Plazas necesarias en los Horizontes de Estudio

Horizonte	Pasajeros Totales	Parqueadero vehículos		Parqueadero busetas	
		Plazas Necesarias	Déficit	Plazas Necesarias	Déficit
H0	5.111.135	211	-	32	-
H I	7.500.000	309	-77	47	-15
H II	8.500.000	351	-119	53	-21
H III	9.500.000	392	-160	59	-27
H IV	11.500.000	475	-243	72	-40

Fuente: Elaboración propia.

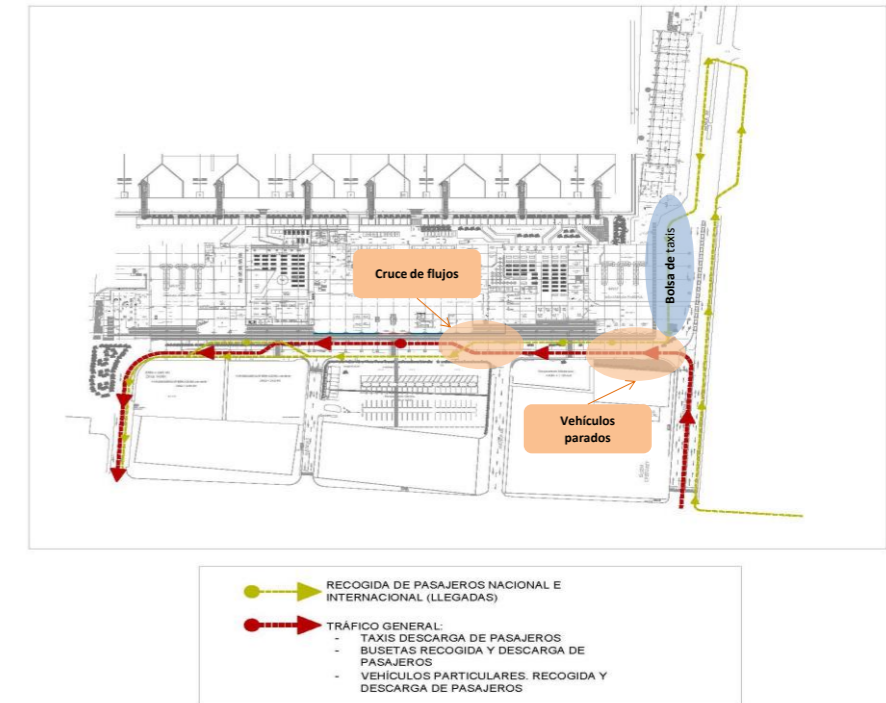
### 5. ACCESOS

En el presente apartado se expondrán las deficiencias detectas en cuanto a los viales de acceso al aeropuerto. Tras el estudio de campo realizado, se han detectado una serie de ineficiencias o problemas, que se detallan a continuación:

- Bolsa de taxis: se ha detectado que los taxistas no emplean adecuadamente la bolsa de taxis, utilizando en mayor medida la acera situada en frente de la zona de acceso de llegadas nacionales (zona sur). Esta circunstancia lleva a que los taxis tengan dedicados dos carriles de forma exclusiva para su actividad.
- Cruce de flujos: se produce un cruce de flujos entre los vehículos privados y taxis que quieren estacionar frente al Terminal o en el parqueadero y la salida de taxis. Este hecho provoca retenciones y aglomeraciones de tráfico entre las avenidas 3ª y 4ª.
- Parada de vehículos privados: Los vehículos privados que acceden por la avenida 3ª estacionan (para la bajada de viajeros) en la parte inicial de calle 70 A, debido a los siguientes factores:
- Colapso del vial, debido a la dedicación exclusiva de 2 carriles-taxi. Los vehículos que entran por la avenida 3ª perciben gran aglomeración de taxis dando la impresión de saturación del vial
- Colapso del vial como consecuencia del cruce de flujos que se produce en la calle 70 A.
- Estas dos circunstancias motivan que los vehículos privados paren en el cruce entre la avenida 3ª y la calle 70 A, para acceder posteriormente al Terminal en lugar de parar en el resto del vial que habitualmente está libre. Esto conlleva que se produzcan retenciones de tráfico en el acceso de la avenida 3ª y sobresaturación de la parte inicial de la calle 70 A.

Finalmente, en la siguiente ilustración se muestra el esquema de accesos así como los puntos donde se producen retenciones y aglomeraciones de tráfico como consecuencia de lo expuesto anteriormente.

Ilustración 5 Ineficiencias detectadas en los accesos



Fuente: Elaboración propia.

## 6. INSTALACIONES DE APOYO

### 6.1. Plataforma de pruebas del SEI

Actualmente la plataforma de pruebas utilizada por el Servicio de Extinción de Incendios está ubicada al sur de la plataforma ECHO. La utilización de esta zona de pruebas es residual debido a la distancia que la separa del SEI y a que los vehículos han de cruzar la pista para poder realizar dichas pruebas.

Ilustración 6 Ubicación actual de la plataforma de pruebas del SEI



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Se plantea la necesidad de habilitar una zona de pruebas del SEI de tal forma que las pruebas se puedan realizar sin necesidad de afectar a la operativa del aeropuerto (sin cruce de pista).

### 6.2. Zona de mantenimiento de vehículos y equipo handling

Tal y como se ha documentado en el Capítulo 3 – Situación Actual del Aeropuerto, las zonas de mantenimiento de vehículos y equipos handling están ubicadas en distintos puntos del aeropuerto provocando ineficiencias en el uso de los espacios disponibles.

Adicionalmente se ha detectado falta de espacios para el correcto funcionamiento de esta zona ya sea por no disponer de suficiente espacio de maniobras, por el escaso espacio de estacionamiento de vehículos o por falta de superficie disponible en los talleres de mantenimiento.

### 6.3. Zona de carga

A continuación se estima la superficie de zona de carga que necesitaría el aeropuerto para afrontar la demanda prevista para los distintos horizontes de estudio.

Para ello se sigue el criterio de utilizar un ratio que relaciona la superficie necesaria de zona de carga con el volumen anual de mercancía transportada.

El ratio habitualmente utilizado en zonas de carga poco automatizadas, como es el caso de las bodegas de carga existentes en el aeropuerto, es de 5 toneladas anuales por metro cuadrado de zona de carga. Se considera que habrá una ligera pero progresiva modernización y automatización de procesos que aumentarán este ratio en el futuro hasta las 6 toneladas anuales por metro cuadrado.

El resultado de los cálculos de necesidades de la zona de carga se expone a continuación, así como la diferencia entre las necesidades calculadas y la superficie actual disponible (2.685 m<sup>2</sup> de primera línea de carga, que incluye 1.367 m<sup>2</sup> de edificio con bodegas para el tratamiento de mercancías):

Ya en la actualidad existen problemas puntuales de capacidad por lo que, con el aumento esperado del número de aeronaves que operarán en el aeropuerto en los próximos horizontes de desarrollo, será necesario reservar nuevos espacios para depósitos e instalaciones de combustibles.

Tabla 32.- Necesidades de la zona de carga

Horizonte	MPax	Mercancía Comercial Total	Necesidades 1ª Línea (m <sup>2</sup> )	Déficit 1ª Línea (m <sup>2</sup> )	Necesidades Edificio 1ª Línea (m <sup>2</sup> )	Déficit Edificio (m <sup>2</sup> )
H0	5,1	13.868.418	2.522	-	1.297	-
HI	7,5	20.350.301	3.700	-1.015	1.903	-536
HII	8,5	23.063.674	3844	-1.159	2.109	-742
HIII	9,5	25.777.048	4.296	-1.611	2.316	-949
HIV	11,5	31.203.795	5.201	-2.516	2.600	-1.233

Fuente: Elaboración propia.

### 6.4. Zona de combustibles

La zona de combustibles también será insuficiente si se tiene en cuenta el crecimiento esperado hasta el último horizonte de desarrollo, Horizonte IV.

Ya en la actualidad existen problemas puntuales de capacidad por lo que, con el aumento esperado del número de aeronaves que operarán en el aeropuerto en los próximos horizontes de desarrollo, será necesario reservar nuevos espacios para depósitos e instalaciones de combustibles.

El ámbito del Plan Maestro se centra específicamente en determinar las necesidades de consumo de combustible previstas en los distintos horizontes. Los sistemas de almacenamiento y la frecuencia de repostaje forman parte de la práctica de cada una de las empresas concesionadas y estará de acuerdo a las condiciones exigidas por los correspondientes contratos de concesión.

En segundo lugar, la aviación comercial supone el 95% del consumo de combustible en el aeropuerto (JET-A1), mientras que la aviación general y militar implica el 5% del consumo de dicho combustible. Asimismo el consumo de JET-A1 supone el 99,3% del consumo total de combustible del Aeropuerto, mientras que el 0,7% es AV-GAS destinado a parte de aviación general y militar. A partir de las previsiones de tráfico para la aviación general y militar, estos valores se considerarán constantes, para los distintos horizontes del Plan Maestro.

Tabla 33.- Ratios de consumo por tipo de aviación tipo de combustible

CONSUMO por tipo de AVIACIÓN		CONSUMO por tipo de COMBUSTIBLE	
AVIACIÓN COMERCIAL	95%	JET-A1	99,3%
AVIACIÓN GENERAL Y MILITAR	5%	AV-GAS	0,70%

Fuente: Elaboración propia.

Por último, es difícil encontrar una pauta correlacionada que asocie el consumo de combustible en un aeropuerto con el número de operaciones de salidas, ya que este servicio está asociado, en primer lugar, de manera directa con distintas políticas de repostaje de cada compañía y en segundo lugar con la tipología de aeronaves que operen en el aeropuerto en cuestión. Por tanto los modos de operación en materia de repostaje de combustibles actuales del Aeropuerto y las previsiones de tráfico son los que van a determinar las necesidades futuras en los horizontes de operación para este servicio.

En la actualidad, a partir de los datos recogidos en el apartado de Inventario actual del Aeropuerto se dispone de los siguientes datos JET-A1 para la aviación comercial para los años comprendidos entre 2014 y 2016:



Tabla 34.-Histórico de consumo de combustible en años 2014, 2015 y 2016

Mes	GALONES	Mes	GALONES	Mes	GALONES
ENERO-14	1.747.098	ENERO-15	1.649.714	ENERO-16	1.835.971
FEBRERO-14	1.492.331	FEBRERO-15	1.547.165	FEBRERO-16	1.855.993
MARZO-14	1.591.405	MARZO-15	1.810.732	MARZO-16	1.988.894
ABRIL-14	1.462.283	ABRIL-15	1.675.373	ABRIL-16	1.809.489
MAYO-14	1.497.278	MAYO-15	1.837.449	MAYO-16	1.853.704
JUNIO-14	1.456.604	JUNIO-15	1.909.333	JUNIO-16	1.916.329
JULIO-14	1.442.897	JULIO-15	1.975.214	JULIO-16	2.191.489
AGOSTO-14	1.570.415	AGOSTO-15	1.902.851	AGOSTO-16	2.063.437
SEPTIEMBRE-14	1.292.053	SEPTIEMBRE-15	1.569.391	SEPTIEMBRE-16	1.701.836
OCTUBRE-14	1.393.395	OCTUBRE-15	1.682.177	OCTUBRE-16	1.824.140
NOVIEMBRE-14	1.419.637	NOVIEMBRE-15	1.563.269	NOVIEMBRE-16	1.695.197
DICIEMBRE-14	1.523.475	DICIEMBRE-15	1.666.520	DICIEMBRE-16	1.807.162
<b>Totales</b>	<b>17.888.871</b>	<b>Totales</b>	<b>20.789.188</b>	<b>Totales</b>	<b>22.543.642</b>

Fuente: SACSA

El consumo mensual recibido para 2016 contaba con valores hasta el mes de Julio. Los meses de Agosto a Diciembre de 2016 se han estimado con la misma tendencia que estos meses del año 2015.

Las operaciones anuales en salida para los años 2015 y 2016 son de 21.986 y 23.379 respectivamente. A partir de estos datos se obtiene un valor de consumo de 3.579 y 3.650 litros/operación respectivamente.

Para las estimaciones de consumo de combustible en los distintos horizontes se tomará el ratio del año 2016 como valor previsible. El número de operaciones totales esperado para los distintos horizontes se indica en la siguiente tabla.

Tabla 35.-Estimación de operaciones entre horizontes

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE OPERACIONES ENTRE HORIZONTES					
HORIZONTES	H 0 (5,1MPax)	H I (7,5MPax)	H II (8,5MPax)	H III (9,5MPax)	H IV (11,5MPax)
OPERACIONES TOTALES COMERCIALES NACIONALES	37.720	53.563	59.442	63.778	76.534
OPERACIONES TOTALES COMERCIALES INTERNACIONALES	6.522	8.438	9.569	11.307	13.568
OPERACIONES TOTALES AVIACIÓN GENERAL	4.505	5.756	6.333	7.103	8.524
OPERACIONES TOTALES AVIACIÓN MILITAR	4.635	5.960	6.572	7.387	8.864
NÚMERO DE OPERACIONES TOTALES PREVISTAS	53.382	73.717	81.916	89.575	107.490
NÚMERO DE OPERACIONES PREVISTAS EN SALIDA	26.691	36.859	40.958	44.788	53.745
CONSUMO ESTIMADO JET-A1 litros/OP salida	3.650	3.650	3.650	3.650	3.650

Fuente: Elaboración propia.

Bajo estas hipótesis, las necesidades de consumo esperado en los distintos horizontes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 36.-Estimación de consumo en cada horizonte y tipo de aviación

ESTIMACIÓN DE CONSUMO EN CADA HORIZONTE Y TIPO DE AVIACIÓN					
HORIZONTES	H 0 (5,1MPax)	H I (7,5MPax)	H II (8,5MPax)	H III (9,5MPax)	H IV (11,5MPax)
JET-A1 COMERCIAL (l/año)	80.746.762	113.158.988	125.953.048	137.038.800	164.446.560
JET-A1 GENERAL Y MILITAR (l/año)	16.681.556	21.383.054	23.553.116	26.445.924	31.735.109
JET-A1 TOTAL (l/año)	97.428.318	134.542.042	149.506.164	163.484.724	196.181.669
JET-A1 TOTAL (Gal/año)	25.737.851	35.542.264	39.495.369	43.188.115	51.825.739
AV-GAS TOTAL (Gal/año)	180.165	248.796	276.468	302.317	362.780

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos proporcionados por SACSA

Las necesidades de almacenamiento y, por lo tanto, las necesidades de suministro desde el exterior por parte de la(s) compañía(s) operadora(s) forman parte de la política de funcionamiento de cada compañía y de los contratos de concesión. No obstante, se debería asegurar que el almacenamiento de combustible es suficiente para 3 días de operación. Bajo esta hipótesis, el almacenamiento mínimo necesario en cada uno de los horizontes será:

Tabla 37.-Estimación de almacenamiento en cada horizonte para cada tipo de combustible

EVOLUCIÓN DEL ALMACENAMIENTO NECESARIO					
HORIZONTES	H 0 (5,1MPax)	H I (7,5MPax)	H II (8,5MPax)	H III (9,5MPax)	H IV (11,5MPax)
JET-A1 (Gal)	211.544	292.128	324.619	354.971	425.965
AV-GAS (Gal)	1.481	2.045	2.272	2.485	2.982

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por SACSA

### 6.5. Gasolinera lado aire

A futuro habrá un incremento de vehículos de asistencia en tierra en la plataforma de estacionamiento de aeronaves derivado de los siguientes factores:

- Mayor número de vehículos de handling en plataforma debido al mayor número de puestos de estacionamiento de aeronaves.
- Nuevas busetas de transporte de pasajeros, dado que habrá puestos de estacionamiento de aeronaves en remoto.

El incremento del número de vehículos hace necesario disponer de una gasolinera en el Lado Aire del aeropuerto que evite la necesidad de que los vehículos de plataforma abandonen el recinto aeroportuario para su repostaje. La falta de gasolinera en el lado aire provocaría ineficiencias en la operación de plataforma, gastos adicionales a los operadores de handling y saturación del acceso de seguridad de vehículos al aeropuerto.

### 6.6. Hangares de aviación privada

Se han detectado peticiones por parte de particulares de alquiler de hangares y/o disponibilidad de estos para estacionamiento de avionetas y jets privados. En la actualidad no se pueden atender estas demandas de infraestructura, con la consiguiente pérdida de tráfico de aviación general.

La situación está agravada por el hecho de que uno de los hangares es utilizado para el estacionamiento de equipos de handling, que no tienen una zona de estacionamiento definida.

Adicionalmente la compañía Aerosupport ha realizado una petición de mayor espacio para la creación de un FBO en el aeropuerto. En la actualidad esta compañía está realizando este tipo de negocio en uno de los hangares existentes en la zona norte de la plataforma comercial.

## 7. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

### 7.1. Sistema Eléctrico

Este apartado contiene y desarrolla la estimación de los consumos eléctricos previstos en los desarrollos de infraestructuras aeroportuarias contempladas en el Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Colombia).

El análisis de los consumos eléctricos se ha desarrollado, básicamente, en los pasos siguientes:

- Recopilación de los últimos consumos del Aeropuerto y mapa de las actuaciones o infraestructuras existentes a los que corresponden los mismos.
- Estudio de las estimaciones de demanda relativas a las actuaciones contempladas en el Plan Maestro para los distintos escenarios. (Nuevo Edificio Terminal, Aparcamiento y Accesos, Campo de vuelos, etc.).
- Cálculos y aplicación de parámetros los suficientemente contrastados (W/m<sup>2</sup>, W/m, W/unidad, etc.) para las actuaciones contempladas.
- Factores de simultaneidad y minoración de consumos eléctricos: Se analizan y definen los factores que se ha tenido en cuenta para el cálculo de potencias máximas a partir de las potencias instaladas.
- Elección del “día de diseño” para la estimación de estos consumos.
- Simultaneidad y perfiles de consumo a lo largo del día en función del tipo (Climatización, Alumbrado, Asistencia a Aeronaves, Central de Energía, etc...): Se desarrollan los perfiles de consumos típicos para el día de diseño de los tipos de consumo y se determina el máximo consumo eléctrico simultáneo esperado.

#### Consumo eléctrico máximo previsto en los diferentes horizontes

Las tablas siguientes resumen las potencias máximas simultáneas para los principales consumidores (Terminal, Aparcamiento, y Accesos y Urbanización, Campo de Vuelos, zona de servicio, etc.) para cada uno de los horizontes considerados, cuyo detalle se proporciona en las tablas adjuntas:

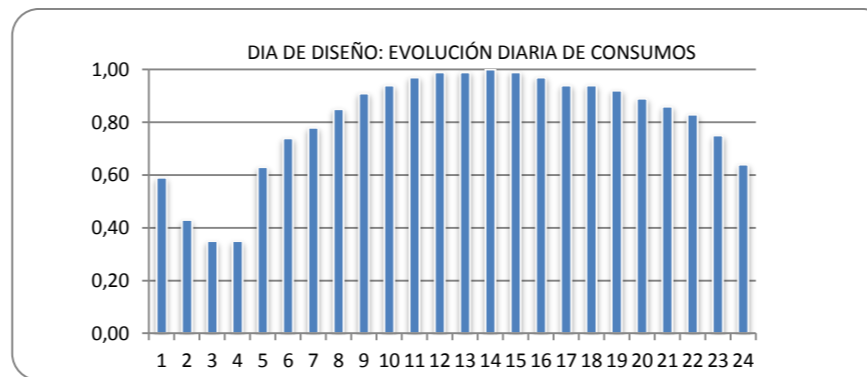
Tabla 38.- Consumo eléctrico asociado a horizontes

HORIZONTES	Pot. Instal. kW	Pot. Max. Sim. kW	Pot. Max. Emerg. kW	Pot. Max. Resp. kW
H 0 (5,1MPax)	-	-	-	-
H I (7,5MPax)	3.890	2.260	2.260	111
H II (8,5MPax)	7.503	3.138	3.138	290
H III (9,5MPax)	7.503	3.400	3.400	314
H IV (11,5MPax)	7.503	3.923	3.923	362

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente gráfica se identifica el perfil diario de comportamiento previsto en el consumo del aeropuerto. El aeropuerto concentra una mayor necesidad en las horas centrales de día, disminuyendo considerablemente en las primeras horas de la madrugada. Para este perfil de comportamiento se ha tomado como base los datos históricos de consumo actuales.

Gráfico 11. Estimación de consumos eléctricos. Día de Diseño: Evolución Diaria de Consumos.



Fuente: Elaboración propia.

En base a este perfil de comportamiento en el día de diseño se obtienen las siguientes distribuciones mensuales para cada uno de los horizontes considerados.

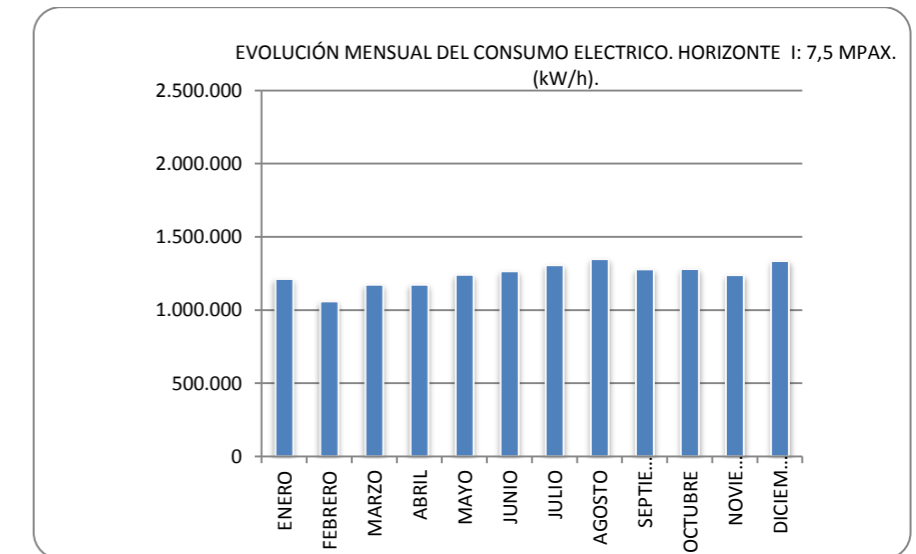
### Horizonte I (7,5 MPax/año)

Tabla 39.- Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte I: 7,5MPax (kW/h).

CONSUMOS TOTALES AÑO DE DISEÑO HORIZONTE I: 7,5 MPax (kW/h)			
MES	DIAS	CONSUMO DIA TIPO	CONSUMO MES
ENERO	31	39.156	1.213.833
FEBRERO	28	37.851	1.059.819
MARZO	31	37.851	1.173.372
ABRIL	30	39.156	1.174.677
MAYO	31	40.026	1.240.807
JUNIO	30	42.201	1.266.040
JULIO	31	42.201	1.308.242
AGOSTO	31	43.507	1.348.703
SEPTIEMBRE	30	42.636	1.279.092
OCTUBRE	31	41.331	1.281.268
NOVIEMBRE	30	41.331	1.239.937
DICIEMBRE	31	43.071	1.335.216
<b>TOTALES kW/hora</b>			<b>14.921.005</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 12. Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte I: 7,5MPax (kW/h).



Fuente: Elaboración propia.

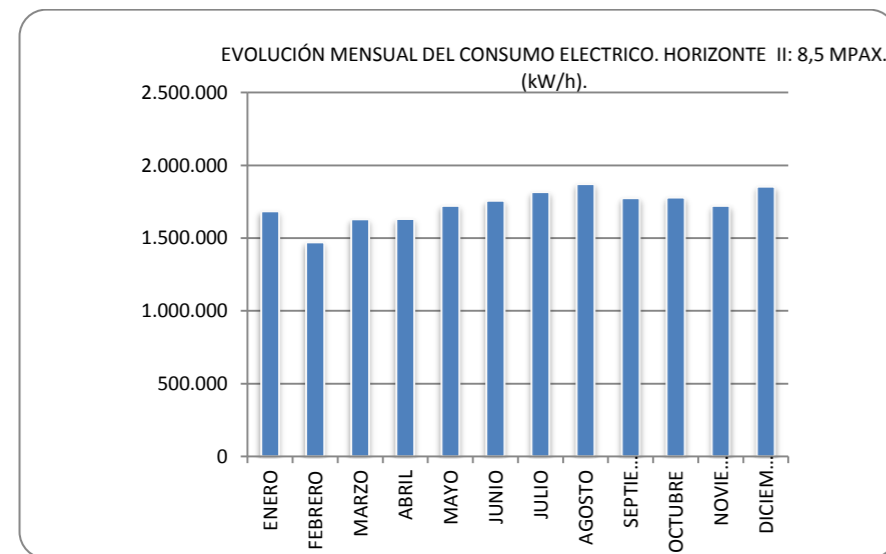
Horizonte II (8,5 MPax/año)

Tabla 40.- Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte II: 8,5MPax (kW/h).

CONSUMOS TOTALES AÑO DE DISEÑO HORIZONTE II: 8,5 MPax (kW/h)			
MES	DIAS	CONSUMO DIA TIPO	CONSUMO MES
ENERO	31	54.368	1.685.402
FEBRERO	28	52.556	1.471.556
MARZO	31	52.556	1.629.222
ABRIL	30	54.368	1.631.034
MAYO	31	55.576	1.722.856
JUNIO	30	58.596	1.757.893
JULIO	31	58.596	1.816.489
AGOSTO	31	60.409	1.872.669
SEPTIEMBRE	30	59.201	1.776.015
OCTUBRE	31	57.388	1.779.036
NOVIEMBRE	30	57.388	1.721.647
DICIEMBRE	31	59.805	1.853.943
<b>TOTALES kW/hora</b>			<b>20.717.762</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 13. Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte II: 8,5MPax (kW/h).



Fuente: Elaboración propia.

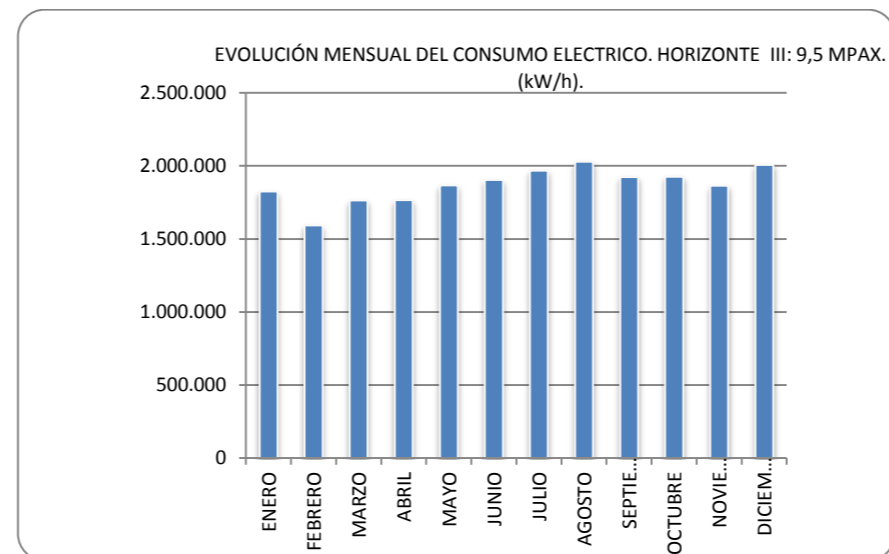
Horizonte III (9,5 MPax/año)

Tabla 41.- Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte III: 9,5MPax (kW/h).

CONSUMOS TOTALES AÑO DE DISEÑO HORIZONTE III: 9,5 MPax (kW/h)			
MES	DIAS	CONSUMO DIA TIPO	CONSUMO MES
ENERO	31	58.898	1.825.852
FEBRERO	28	56.935	1.594.185
MARZO	31	56.935	1.764.991
ABRIL	30	58.898	1.766.954
MAYO	31	60.207	1.866.427
JUNIO	30	63.479	1.904.384
JULIO	31	63.479	1.967.863
AGOSTO	31	65.443	2.028.725
SEPTIEMBRE	30	64.134	1.924.017
OCTUBRE	31	62.171	1.927.289
NOVIEMBRE	30	62.171	1.865.118
DICIEMBRE	31	64.788	2.008.438
<b>TOTALES kW/hora</b>			<b>22.444.243</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 14. Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte III: 9,5MPax (kW/h).



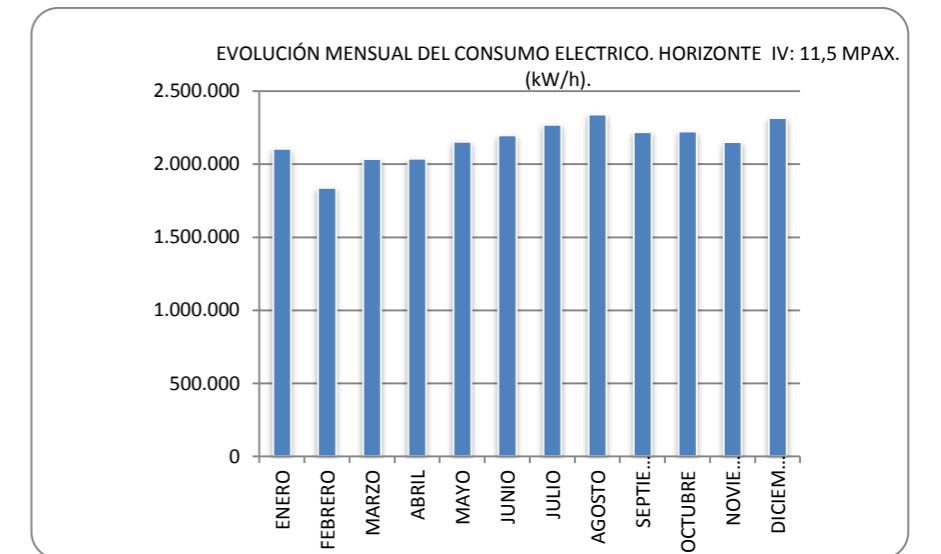
Fuente: Elaboración propia.

Horizonte IV (11,5 MPax/año)

Tabla 42.- Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte IV: 11,5MPax (kW/h).

CONSUMOS TOTALES AÑO DE DISEÑO HORIZONTE IV: 11,5 MPax (kW/h)			
MES	DIAS	CONSUMO DIA TIPO	CONSUMO MES
ENERO	31	67.960	2.106.753
FEBRERO	28	65.694	1.839.444
MARZO	31	65.694	2.036.528
ABRIL	30	67.960	2.038.793
MAYO	31	69.470	2.153.570
JUNIO	30	73.246	2.197.366
JULIO	31	73.246	2.270.611
AGOSTO	31	75.511	2.340.837
SEPTIEMBRE	30	74.001	2.220.019
OCTUBRE	31	71.735	2.223.795
NOVIEMBRE	30	71.735	2.152.059
DICIEMBRE	31	74.756	2.317.428
<b>TOTALES kW/hora</b>			<b>25.897.203</b>

Gráfico 15. Distribución mensual de consumos eléctricos. Máximos consumos anuales. Horizonte IV: 11,5MPax (kW/h).



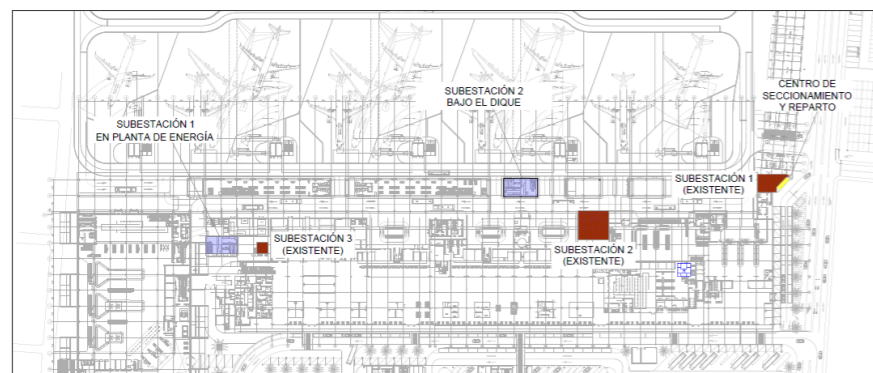
Fuente: Elaboración propia.



**Análisis Capacidad-Demanda.**

En la actualidad, la terminal de pasajeros tiene en funcionamiento tres subestaciones eléctricas repartidas a lo largo del edificio (marcadas en color marrón en la siguiente ilustración). La ampliación contempla de dos subestaciones eléctricas adicionales (ubicadas es azul en las siguiente ilustración).

Ilustración 7. Ubicación subestaciones Nuevas y Existentes



- 1) Subestación 1. Esta nueva subestación se construirá en la nueva planta de energía. Se compondrá de un conjunto de celdas de media tensión 15kV, dos transformadores (1 en reserva) de 2500kVA, un grupo de generación de respaldo de 2500kVA, dos equipos de alimentación ininterrumpida (1 en reserva) de 100kVA, tablero principal a 440V, tableros secundarios a 208V, transformadores secundarios asociados a los tableros 208V. Para la corrección del factor de potencia se instalará una batería de condensadores de 600kVAR.
- 2) Subestación 2. Esta nueva subestación se construirá en el centro del nuevo dique de embarque/desembarque. Se compondrá de un conjunto de celdas de media tensión 15kV, dos transformadores (1 en reserva) de 2500kVA, un grupo de generación de respaldo de 2500kVA, dos equipos de alimentación ininterrumpida (1 en reserva) de 150kVA, tablero principal a 440V, tableros secundarios a 208V, transformadores secundarios asociados a los tableros 208V. Para la corrección del factor de potencia se instalará una batería de condensadores de 600kVAR.

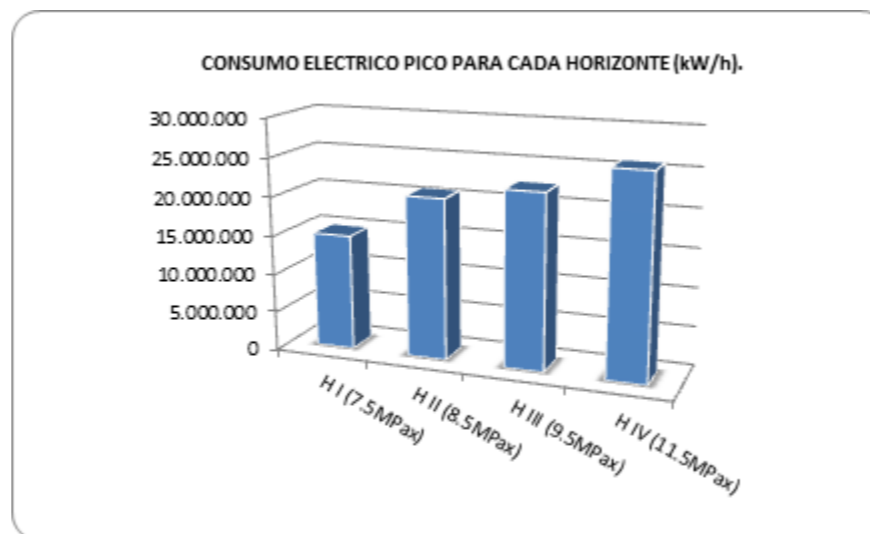
Analizando las necesidades máximas para cada uno de los escenarios, resumidas en la tabla adjunta:

Tabla 43.- Consumo eléctrico anual asociado a horizontes

HORIZONTES	ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA kW/H
H I (7,5MPax)	14.921.005
H II (8,5MPax)	20.717.762
H III (9,5MPax)	22.444.243
H IV (11,5MPax)	25.897.203

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 16. Consumo anual eléctrico asociado a horizontes



Fuente: Elaboración propia.

**Estimación de consumos eléctricos para último horizonte IV**

La subestación 1 estará ubicada en el nivel 1 de la planta de energía. Esta dará suministro principalmente a todo el edificio internacional, nuevo parqueadero, urbanización (iluminación) y los sistemas que comparten la planta de energía. Estos son:

- Planta de frío para el servicio de climatización compuesta por dos torres de refrigeración, 3 chillers (2+1), sistema de bombeo de agua de condensación, bombeo primario, bombeo secundario y el resto de equipos auxiliares.
- Sistema de bombeo de agua potable y bombeo de agua para fluxores.
- Sistema de bombeo del servicio de extinción contra incendios.
- Bombeo para el vaciado de los tanques de agua ubicados en el sótano de la planta de energía.

La subestación 2 estará ubicada en el nivel 1 del dique de embarque. Suministrará energía eléctrica a todo el dique, a las 9 posiciones de embarque previstas junto con los equipos de asistencia a aeronaves, al nuevo GSE, al nuevo edificio de control de accesos ubicado al sur de la terminal y a las áreas existentes en nacional e internacional que son objeto de remodelación en el ámbito de este proyecto.

Para todos los equipos y sistemas previstos en la ampliación se realizó la siguiente estimación de potencia. Los coeficientes de simultaneidad indicados se han obtenido bajo la consideración de día caluroso, alta radiación solar, ocupación alta y un nivel de iluminación artificial medio/bajo.

**Factores de reducción de carga considerados**

Se define a continuación el concepto de los diversos factores de simultaneidad que se utilizan:

- FS: factor de simultaneidad. Normalmente, la operación simultanea de todas las cargas de un sistema, nunca ocurre, apareciendo siempre determinado un grado de diversidad, que se expresa para cada grupo de cargas, mediante el factor de simultaneidad. El mismo se define como el cociente entre la Demanda Máxima, y la suma de las potencias nominales del grupo de cargas considerado.
- FM: factor de minoración. En condiciones de operación normal, la potencia consumida por una carga es algunas veces menor que la indicada como su potencia nominal, y para su cálculo se define el factor de minoración (o utilización) como el cociente entre la potencia efectivamente demandada por la carga, y la potencia nominal de la misma.

No obstante su aparente sencillez, su determinación fiable no resulta fácil debido a los problemas siguientes:

La relación entre potencia instalada y potencia máxima difiere considerablemente entre los usos principales: alumbrado, climatización, equipamiento de transporte, etc. Así en alumbrado, la potencia instalada y la potencia máxima prácticamente coinciden (un factor de servicio típico de 1,0 con simultaneidad total de consumos), mientras que en climatización el uso de múltiples motores y máquinas comerciales, así como cierto grado de redundancia en las máquinas, hace que la diferencia entre ambos pueda ser muy importante (un factor típico de servicio de 0,75 con simultaneidad total de consumos).

Además habrá que tener en cuenta la simultaneidad real de usos del alumbrado, climatización, etc. en los diversos locales de la edificación o instalación, así como también la relación entre potencia máxima real de operación a plena carga de todos los equipos de un sistema y la potencia máxima real de operación del sistema (ascensores, cintas, etc.)

Habitualmente se trata de maximizar la potencia en cada tipo de uso (climatización, ascensores, etc.) con factores típicos de servicios de 0,8, pero no se tiene en cuenta que la simultaneidad entre los diversos y múltiples usos hace que la potencia máxima requerida en una instalación tenga, por el contrario, un factor de servicio bastante menor del orden de 0,65 posiblemente.

Teniendo en cuenta toda la información anterior, se propone los factores de simultaneidad y minoración indicados en las siguientes tablas.

**SUBESTACIÓN 1 EN CENTRAL DE ENERGÍA**

A continuación se listan todos los equipos, servicios y suministros contemplados en la subestación 1.

### Iluminación del edificio internacional

Se establece la carga eléctrica correspondiente al alumbrado necesario para iluminar las estancias interiores de la terminal con el fin de cumplir con los requisitos lumínicos marcados en RETILAP y las recomendaciones de IESNA. El tipo de lámpara contemplada es la perteneciente a tecnología LED.

Tabla 44.- Estimación potencia eléctrica para la iluminación del edificio internacional

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>ILUMINACIÓN. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
ILUMINACIÓN ZONAS PÚBLICAS	65,64	0,30	1,00	19,69	<b>28,13</b>
ILUMINACIÓN CUARTOS TÉCNICOS	28,13	0,30	1,00	8,44	

Fuente: Elaboración propia.

### Tomas de fuerza del edificio internacional

Se establece la potencia eléctrica prevista para tomas de fuerza del servicio normal, emergencia y respaldo.

Tabla 45.- Estimación potencia eléctrica para el conjunto de tomas eléctricas

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>TOMAS DE FUERZA. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
GLOBAL	211,37	0,20	1,00	42,27	<b>42,27</b>
<b>TOMAS DE FUERZA. REGULADAS</b>					
GLOBAL	105,23	0,20	1,00	21,05	<b>21,05</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Locales comerciales

Se establece la potencia eléctrica para los diferentes usos como locales comerciales previstos en la terminal de pasajeros. Se contemplaron los siguientes ratios por superficie:

- Duty Free → 60 VA/m<sup>2</sup>
- VYP → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Restaurante S<100m<sup>2</sup> → 25 VA/m<sup>2</sup>+40kVA
- Restaurante S>100m<sup>2</sup> → 25 VA/m<sup>2</sup>+60kVA

- Bodega → 30 VA/m<sup>2</sup>
- Oficina → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Comercial → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Banco → 50 VA/m<sup>2</sup>

Tabla 46.- Estimación potencia eléctrica para los locales comerciales

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>LOCALES COMERCIALES. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
DUTY FREE	98,52	0,70	0,90	62,07	<b>126,40</b>
COMERCIO	5,66	0,70	0,90	3,56	
RESTAURANTE	84,39	0,80	0,90	60,76	

Fuente: Elaboración propia.

### Equipos en planta de energía

En la siguiente tabla se lista el conjunto de equipos contemplados en la planta de energía. Estos corresponden a los equipos de bombeo de RCI, agua potable, agua fluxores y equipos de producción y bombeo de agua fría para climatización.

Tabla 47.- Estimación potencia eléctrica para los equipos en planta de energía

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>EQUIPOS EN PLANTA DE ENERGÍA</b>					
GLOBAL BOMBEO AGUA CONSUMO HUMANO	15,79	0,90	1,00	14,21	<b>1.311,44</b>
BOMBEO SISTEMA VACIADO TANQUES	5,26	1,00	1,00	5,26	
BOMBEO DE AGUAS FECALES	10,53	1,00	1,00	10,53	
BOMBEO SISTEMA PROT. CONTRA INCENDIOS	90,00	0,00	1,00	0,00	
GLOBAL ENFRIADORAS DE AGUA FRÍA	1.263,16	0,66	1,00	833,68	
GLOBAL TORRES DE REFRIGERACIÓN	136,84	1,00	1,00	136,84	
GLOBAL EQUIPO TRATAMIENTO TORRES	10,53	1,00	1,00	10,53	
GLOBAL BOMBEO CONDENSACIÓN	116,84	0,66	1,00	77,12	
GLOBAL BOMBEO AGUA FRÍA PRIMARIO	69,47	0,66	1,00	45,85	
GLOBAL BOMBEO AGUA FRÍA SECUNDARIO	173,68	0,66	1,00	114,63	
GLOBAL BOMBEO AGUA FRÍA INST. EXISTENTE	94,74	0,20	1,00	18,95	

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>EQUIPOS EN PLANTA DE ENERGÍA</b>					
SISTEMA EXPANSIÓN AGUA FRÍA	2,11	1,00	1,00	2,11	<b>18,95</b>
SISTEMA EXPANSIÓN AGUA CONDENSACIÓN	2,11	1,00	1,00	2,11	
GLOBAL VENTILACIÓN SALAS TÉCNICAS	21,05	0,50	1,00	10,53	
EQUIPO HVAC SALA BASURAS	3,16	1,00	1,00	3,16	
EQUIPO HVAC OFICINAS	8,42	0,80	1,00	6,74	
EXTRACTOR ASEOS	0,53	0,50	1,00	0,26	
EQUIPO HVAC CPD	21,05	0,90	1,00	18,95	

Fuente: Elaboración propia.

### Ventiladores de extracción de humos

Se establece la potencia eléctrica para el conjunto de ventiladores extractores de humos ubicados en la cubierta de la terminal. Dado que su funcionamiento está directamente relacionado con situaciones de emergencia por fuego, la potencia eléctrica no se contempla durante el día de diseño considerado.

Tabla 48.- Estimación potencia eléctrica para los ventiladores de extracción de humos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE HUMOS</b>					
CUBIERTA EDIFICIO INTERNACIONAL	57,89	0,00	1,00	0,00	<b>0,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Cintas de recogida de equipajes

Se establece la potencia eléctrica para las cintas previstas en el área de recogida de equipajes internacional.

Tabla 49.- Estimación potencia eléctrica para las cintas de recogida de equipajes

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>CINTAS RECOGIDAS DE EQUIPAJES</b>					
UNIDADES EN PISO 1	42,11	1,00	1,00	42,11	<b>42,11</b>

Fuente: Elaboración propia.

*Equipos de climatización en cuartos técnicos*

Se establece la potencia eléctrica para los equipos de expansión directa que climatizarán los cuartos técnicos.

Tabla 50.-Estimación potencia eléctrica para las cintas de recogida de equipajes

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>CLIMATIZACIÓN CUARTOS TÉCNICOS</b>					
GLOBAL	110,53	0,60	0,90	59,68	59,68

Fuente: Elaboración propia.

*Equipos mecánicos*

Se establece la potencia eléctrica necesaria para el suministro a equipos mecánicos, tales como escaleras mecánicas, ascensores, montacargas, máquinas de inspección de equipajes y el sistema de limpieza de fachada.

Tabla 51.-Estimación potencia eléctrica para equipos mecánicos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>EQUIPOS MECÁNICOS (ESCALERAS, ASCENSORES, MONTACARGAS, MÁQUINAS INSPECCIÓN EQUIPAJES Y SISTEMA LIMPIEZA FACHADA)</b>					
GLOBAL	194,21	0,30	0,80	46,61	46,61

Fuente: Elaboración propia.

*Manejadoras de aire*

Se establece la potencia eléctrica para las manejadoras que dan servicio al edificio internacional.

Tabla 52.- Estimación potencia eléctrica para manejadoras

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>CUARTOS TÉCNICOS DE MANEJADORAS</b>					
GLOBAL	182,11	0,65	0,90	106,53	106,53

Fuente: Elaboración propia.

*Urbanización*

Se establece la potencia eléctrica para la iluminación de la urbanización con el fin de cumplir con los requisitos lumínicos marcados en RETILAP y las recomendaciones de IESNA. El tipo de lámpara contemplada es la perteneciente a tecnología LED.

Tabla 53.- Estimación potencia eléctrica para la iluminación de la urbanización

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>URBANIZACIÓN</b>					
ILUMINACIÓN	10,00	0,25	1,00	2,50	2,50

Fuente: Elaboración propia.

*Parqueadero*

Se establece la potencia eléctrica para el suministro al parqueadero. Se contemplan tomas de fuerza, iluminación, ascensores, climatización de cuartos técnicos y otras cargas menores.

Tabla 54.- Estimación potencia eléctrica para el parqueadero

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>PARQUEADERO</b>					
TOMAS E ILUMINACIÓN	30,00	0,20	1,00	6,00	
GENERAL	51,58	0,30	1,00	15,47	
EQUIPOS MECÁNICOS	31,58	1,00	1,00	31,58	

Fuente: Elaboración propia.

**SUBESTACIÓN 2 EN DIQUE DE EMBARQUE/DESEMBARQUE**

A continuación se listan todos los equipos, servicios y suministros contemplados en la subestación 2.

*Iluminación del dique de embarque/desembarque*

Se establece la carga eléctrica correspondiente al alumbrado necesario para iluminar las estancias interiores de la terminal con el fin de cumplir con los requisitos lumínicos marcados en RETILAP y las recomendaciones de IESNA. El tipo de lámpara contemplada es la perteneciente a tecnología LED.

Tabla 55.- Estimación potencia eléctrica para la iluminación del dique de embarque/desembarque

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>ILUMINACIÓN. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
ILUMINACIÓN ZONAS PÚBLICAS	112,48	0,30	1,00	33,74	
ILUMINACIÓN CUARTOS TÉCNICOS	74,99	0,30	1,00	22,50	56,24

Fuente: Elaboración propia.

*Tomas de fuerza del dique de embarque/desembarque*

Se establece la potencia eléctrica prevista para tomas de fuerza del servicio normal, emergencia y respaldo.

Tabla 56.- Estimación potencia eléctrica para el conjunto de tomas eléctricas

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>TOMAS DE FUERZA. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
GLOBAL	279,54	0,15	1,00	41,93	41,93
<b>TOMAS DE FUERZA. GENERAL (REGULADAS)</b>					
GLOBAL	239,13	0,15	1,00	35,87	35,87

Fuente: Elaboración propia.

*Locales comerciales*

Se establece la potencia eléctrica para los diferentes usos como locales comerciales previstos en la terminal de pasajeros. Se contemplaron los siguientes ratios por superficie:

- Duty Free → 60 VA/m<sup>2</sup>
- VYP → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Restaurante S<100m<sup>2</sup> → 25 VA/m<sup>2</sup>+40kVA
- Restaurante S>100m<sup>2</sup> → 25 VA/m<sup>2</sup>+60kVA
- Bodega → 30 VA/m<sup>2</sup>
- Oficina → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Comercial → 50 VA/m<sup>2</sup>
- Banco → 50 VA/m<sup>2</sup>



Tabla 57.- Estimación potencia eléctrica para los locales comerciales

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>LOCALES COMERCIALES. GENERAL (NORMAL + EMERGENCIA)</b>					
BODEGAS	11,52	0,20	0,90	2,07	456,47
COMERCIO	62,42	0,70	0,90	39,32	
RESTAURANTE	523,51	0,80	0,90	376,92	
BANCO	6,30	0,70	0,90	3,97	
VYP	54,26	0,70	0,90	34,18	

Fuente: Elaboración propia.

*Estaciones de bombeo de agua residual*

Se establece la potencia eléctrica para los diferentes conjuntos de bombeo de aguas fecales.

Tabla 58.- Estimación potencia eléctrica para el bombeo fecal

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>ESTACIONES DE BOMBEO FECAL</b>					
EXTREMO NORTE DEL DIQUE	10,53	0,50	0,90	4,74	9,47
EXTREMO SUR DEL DIQUE	10,53	0,50	0,90	4,74	

Fuente: Elaboración propia.

*Ventiladores de extracción de humos*

Se establece la potencia eléctrica para el conjunto de ventiladores extractores de humos ubicados en la cubierta de la terminal. Dado que su funcionamiento está directamente relacionado con situaciones de emergencia por fuego, la potencia eléctrica no se contempla durante el día de diseño considerado.

Tabla 59.- Estimación potencia eléctrica para los ventiladores de extracción de humos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>VENTILADORES DE EXTRACCIÓN DE HUMOS</b>					
UNIDADES EN LA CUBIERTA DEL DIQUE	78,95	0,00	1,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia.

*Equipos de climatización en cuartos técnicos*

Se establece la potencia eléctrica para los equipos de expansión directa que climatizarán los cuartos técnicos.

Tabla 60.- Estimación potencia eléctrica para las cintas de recogida de equipajes

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>CLIMATIZACIÓN CUARTOS TÉCNICOS</b>					
GLOBAL	323,16	0,46	0,90	132,73	132,73

Fuente: Elaboración propia.

*Equipos mecánicos*

Se establece la potencia eléctrica necesaria para el suministro a equipos mecánicos, tales como escaleras mecánicas, ascensores, montacargas, máquinas de inspección de equipajes y el sistema de limpieza de fachada.

Tabla 61.- Estimación potencia eléctrica para equipos mecánicos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>EQUIPOS MECÁNICOS (ESCALERAS, ASCENSORES, MONTACARGAS, MÁQUINAS INSPECCIÓN EQUIPAJES Y SISTEMA LIMPIEZA FACHADA)</b>					
GLOBAL	246,32	0,30	0,80	59,12	59,12

Fuente: Elaboración propia.

*Manejadoras de aire*

Se establece la potencia eléctrica para las manejadoras que dan servicio al dique de embarque/desembarque.

Tabla 62.- Estimación potencia eléctrica para manejadoras

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>CUARTOS TÉCNICOS DE MANEJADORAS</b>					
GLOBAL	329,47	0,65	0,90	192,74	192,74

Fuente: Elaboración propia.

*Equipos de asistencia a aeronaves (previsión de potencia total) y puentes de embarque*

Se establece la potencia eléctrica necesaria para la alimentación a los equipos de asistencia a aeronaves y sistemas en puentes de embarque. Estos son los equipos 400Hz (previsión), sistema de aire pre-acondicionado (previsión), pasarelas móviles de embarque, sistemas de climatización y presurización de los puentes, iluminación de plataforma y los sistemas de climatización de los cuartos técnicos asociados a los puentes de embarque.

Tabla 63.- Estimación potencia eléctrica para equipos de asistencia y puentes de embarque

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>ASISTENCIA A AERONAVES</b>					
GLOBAL GPU (previsión)	810,00	0,72	1,00	583,20	1.271,09
GLOBAL PBB	331,58	0,68	0,30	67,64	
GLOBAL PCA (previsión)	682,11	0,80	1,00	545,68	
GLOBAL ROOF TOP	52,63	0,80	0,90	37,89	
GLOBAL ILUMINACIÓN DE PLATAFORMA	40,00	0,25	1,00	10,00	
GLOBAL SOBREPRESIÓN PUENTE	25,00	0,00	1,00	0,00	
GLOBAL CLIMATIZACIÓN CUARTOS TÉCNICOS	42,11	0,25	0,90	9,47	
GLOBAL MISCELÁNEA (TOMAS, ILUMINACIÓN, VDGs, BALIZA)	107,50	0,20	0,80	17,20	

Fuente: Elaboración propia.

*Reguladores en campo de vuelos*

Se establece la potencia eléctrica para el conjunto de reguladores de barra parada y rodadura paralela.

Tabla 64.- Estimación potencia eléctrica para reguladores de campo de vuelos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>REGULADORES EN CAMPO DE VUELOS</b>					
REGULADORES BARRA PARADA Y RODADURA PARALELA	30,00	0,65	0,70	13,65	13,65

Fuente: Elaboración propia.

GSE y edificio de control de accesos a plataforma

Se establece la potencia eléctrica necesaria para el área reservada a GSE y el edificio de control de acceso a la plataforma.

Tabla 65.- Estimación potencia eléctrica para GSE y Edificio de Control de Accesos

SERVICIO / SUMINISTRO	Pot. Instalada kVA	Coef. Simultaneidad	Coef. Minoración	Pot. Simultánea kVA	Subtotal kVA
<b>OTROS</b>					
ALIMENTACIÓN A GSE	20,00	0,65	0,90	11,70	23,40
ALIMENTACIÓN A EDIFICIO PARA CONTROL DE ACCESOS	20,00	0,65	0,90	11,70	

Fuente: Elaboración propia.

7.2. Demanda de agua previsto para consumo humano

Este apartado contiene y desarrolla la estimación de agua para consumo humano previsto en los desarrollos de infraestructuras aeroportuarias contempladas en el Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Colombia).

Dentro del proyecto de ampliación de la terminal existente está prevista la ejecución de un nuevo almacenamiento de agua potable mediante la construcción de dos nuevos depósitos bajo la central de energía. Un depósito será exclusivo para el almacenamiento de agua potable y el segundo para el agua que será utilizada para los fluxores dispuestos en aseos.

Desde este punto de almacenamiento, se prevén tres acometidas para el nuevo Edificio Terminal mediante tubería de fundición o polietileno de alta densidad. La primera acometida suministrará agua potable a todos los usos propios de Aeropuerto (aseos, riego, llenado de otros depósitos, etc.). La segunda suministrará agua a los fluxores dispuestos en los núcleos de aseos de la terminal. La tercera servirá únicamente al entorno comercial (bares, restaurantes, cafeterías y otros comercios con necesidades de agua potable).

Almacenamiento de agua necesario

Tránsito de pasajeros previsto

La capacidad de almacenamiento será dimensionada para dar un correcto servicio a este nivel tráfico.

En un día promedio circularán a través del aeropuerto unos 32.000 pasajeros aproximadamente. En el día pico se estima que puedan circular un 25% más, es decir, 40.000 pasajeros. Se utilizará esta cifra para realizar la estimación de agua para consumo humano necesaria.

Consumos base por pasajero

En el campo aeroportuario existen estadísticas que cifran el consumo de agua en función del número de pasajeros. Este consumo se mueve en un rango en torno a 20-25 litros/pasajero. A continuación se realiza el desglose por cada tipo de consumo referente a la Ampliación del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena para el Horizonte IV (11,5MPax).

1) Agua Sanitaria. Consumo pico.

La siguiente tabla resume los consumos por tipo de consumidor, tanto en l/s como en unidades de descarga (valores medios).

Tabla 66.-Consumos punta en aparatos sanitarios

Características	Nº Uds. Existentes	Consumo (l/s)	kp	Caudal Punta (l/s)	% del consumo
INODOROS Público - Fluxómetro	218,00	1,50	0,067884	22,20	59%
ORINAL Público - Fluxómetro	75,00	1,00	0,116248	8,72	23%
LAVAMANOS Público - Llave	89,00	0,25	0,106600	2,37	6%
BEBEDEROS Público - Llave	80,00	0,15	0,112509	1,35	4%
VERTEDERO Público - Llave	15,00	0,75	0,267261	3,01	8%

Fuente: Elaboración propia.

El caudal total instalado según la tabla anterior es:

$$Q_t = 218 \times 1.5 + 75 \times 1 + 89 \times 0.25 + 80 \times 0.15 + 15 \times 0.75 = 447.5 \text{ l/s}$$

En edificaciones aeroportuarias y para el rango de caudal total (Q<sub>t</sub>) previsto, se suele utilizar la siguiente expresión para determinar el caudal simultáneo a tener en cuenta:

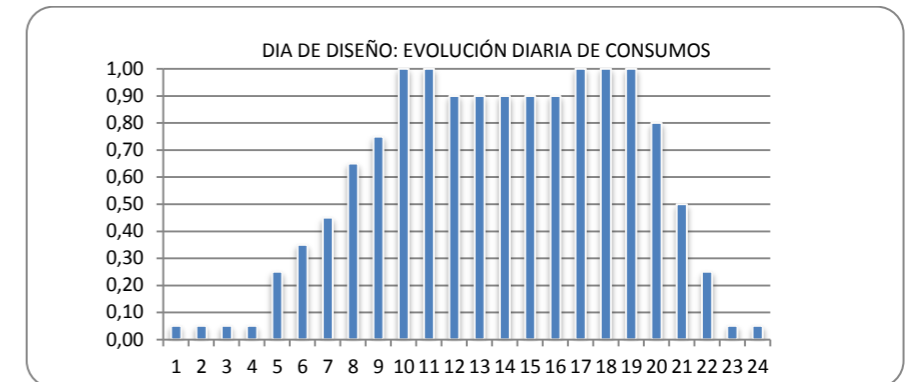
$$Q_c = 0.4 \times (Q_t)^{0.54} + 0.48$$

Mediante la anterior expresión se obtiene un caudal simultáneo de cálculo de:

$$Q_c = 11.28 \text{ l/s} = 40.6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Bajo la consideración del siguiente perfil de demanda se necesitará almacenar 564.34 m<sup>3</sup> de agua para el servicio a los aparatos sanitarios en los núcleos de aseo.

Gráfico 17. Evolución de consumo de agua para aparatos sanitarios en el día de diseño del Horizonte IV.



Fuente: Elaboración propia.

Según este razonamiento el consumo diario para los distintos usos sería el siguiente:

Tabla 67.-Consumo diario de agua en aparatos sanitarios

	% del consumo	Consumo diario (m³)
INODOROS	59%	333
ORINAL	23%	130
LAVAMANOS	6%	33
BEBEDEROS	4%	23
VERTEDERO	8%	46

Fuente: Elaboración propia.

2) Agua de riego

Existen estadísticas en aeropuertos que consideran entre 2 y 5 litros por pasajero/día en función del tipo de vegetación, superficie a regar y el grado de evaporación. En el caso del Aeropuerto de Cartagena se considera un ratio de 2 litros por pasajero dado que la superficie es pequeña, el tipo de vegetación tiene una necesidad de agua moderada aunque el grado de evaporación es medio alto. Por tanto para el día de diseño 40.000 pasajeros x 2 litros/pasajero = 80.000 litros / día = 80 m<sup>3</sup>/día.

3) Bares y cafeterías

Deberá considerarse 0,2 litros/pasajeros, por lo que el volumen necesario a acumular será:

$$- 0,2 \text{ litros/pasajero} \times 40.000 \text{ pasajeros} = 8.000 \text{ litros /día} = 8 \text{ m}^3/\text{día}.$$

4) Restaurantes y comedores

Se consideran 1,5 litros/pasajero, por tanto el volumen promedio a almacenar es de:

- 1,5 litros/pasajero x 40.000 pasajeros = 60.000 litros/día = 60 m<sup>3</sup>/día.

5) Circuito para climatización (torres de refrigeración)

Las necesidades de agua del sistema de climatización se justifican por la existencia de dos torres de refrigeración. El consumo de agua se produce principalmente por tres efectos:

- Evaporación y
- Arrastre.

El principal consumo de agua se produce mediante el efecto de la evaporación. El estado tecnológico actual de las torres de refrigeración permite considerar que el fenómeno de arrastre, con los separadores de alta eficiencia puestos en el mercado, puede significar desde un 0,01% hasta un 0,002% (en ciertos modelos) del caudal de agua en recirculación, la cantidad de agua que pudiera llegar a perderse en el arrastre viene a ser entre 20 y 100 veces menor que el agua evaporada y hasta 500 veces menor en algunos modelos de torres.

A continuación se realiza un cálculo sobre el consumo de agua que se produciría en la instalación contemplada en este nivel de diseño para las condiciones climáticas que se encuentran en Cartagena de Indias.

Se consideran dos (2) torres de refrigeración de 600tn. El salto de temperatura considerado en el circuito de agua de condensación es de 5°C, siendo las temperaturas seleccionadas de 33°C y 38°C. El caudal de agua que circulará a través de las dos torres es de 860 m<sup>3</sup>/h, aproximadamente. La temperatura exterior de bulbo húmedo considerada es de 28°C.

Con estos parámetros y siguiendo la formulación desarrollada por ASHRAE (fuente: ASHRAE Handbook 1996, HVAC Systems and Equipment) el consumo de agua para las condiciones indicadas es de 6,8 m<sup>3</sup>/h. Cifra que al día representa un consumo promedio de 80 m<sup>3</sup>.

6) Resumen del consumo de agua para el Horizonte IV de 11.5MPax/año.

Los conceptos a tener en cuenta son:

- Agua Sanitaria. Consumo pico → 564.34 m<sup>3</sup>/día.
- Agua de riego → 80 m<sup>3</sup>/día.
- Bares y cafeterías → 8 m<sup>3</sup>/día.
- Restaurantes y comedores → 60 m<sup>3</sup>/día.
- Circuito para climatización (torres de refrigeración) → 80 m<sup>3</sup>/día
- Volumen total estimado para horizonte III → 793 m<sup>3</sup>

Se prevé la instalación de dos depósitos cuya capacidad total será de 800 m<sup>3</sup>.

7.3. Almacenamiento de agua previsto para el servicio de agua contra incendios

Este apartado contiene y desarrolla la estimación de agua necesaria para el servicio de agua contra incendio previsto en los desarrollos de infraestructuras aeroportuarias contempladas en el Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Colombia). A continuación se desglosa cada uno de los servicios vinculados a este sistema y se realiza la estimación del volumen de agua necesario para el Horizonte IV (11,5MPax).

Demanda de agua teórica

Esta sección tiene como objetivo mostrar los criterios seguidos para el dimensionamiento de los tanques de almacenamiento y de las bombas de sistema de lucha contra incendios.

La red hidráulica a considerar se puede dividir en los siguientes circuitos:

- Circuito 1: Red de rociadores y mangueras
- Circuito 2: Hidrantes exteriores

Circuito 1: Red de rociadores y mangueras

Este subsistema alimenta a los rociadores ubicados en áreas públicas de pasajeros, restaurantes, tiendas, espacios técnicos, áreas de manejo de equipajes y otras áreas de almacenamiento.

Para identificar la densidad necesaria de rociadores y el área de operación es necesario conocer el tipo de mercancías/productos ubicados en cada uso y la altura de almacenamiento prevista con el fin de seguir con el procedimiento de cálculo marcado por la NFPA 13.

Los espacios críticos en cuanto a la cantidad de productos almacenados son los almacenes de las compañías de handling o los almacenes de los tenedores que se dedican principalmente a la venta de productos tales como dutyfree, retails, etc.

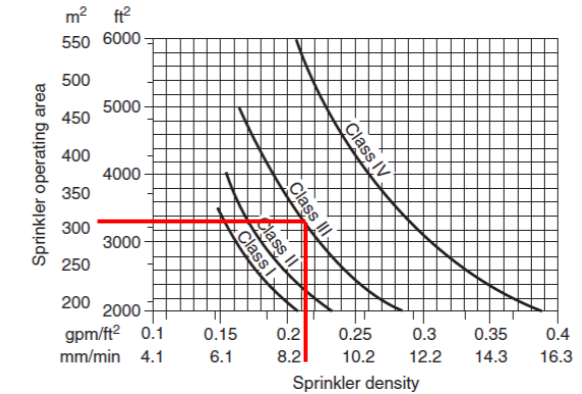
Se considera una Clase III de mercancías/productos, con o sin pales. Esta clase contempla productos formados de madera, papel, fibras naturales o plásticos grupo C. Pueden contener hasta 5% en peso o volumen de plásticos del grupo A o B.

También se considera el criterio de protección para paletizados y apilado sólido, estante, cajoneras y estanterías abiertas de productos/mercancías Clase III hasta 3,7 metros de altura.

La cantidad mínima a considerar para el suministro de agua para un sistema de control de incendio mediante rociadores debe contemplar la instalación de mangueras de protección contra incendios según la tabla 14.1.1 de la NFPA. Teniendo en cuenta una Clase III, una altura de almacenamiento comprendida entre 3,7 y 6,1 metros se debe asegurar un caudal de 1900 L/min (500gpm) durante 90 minutos.

En la tabla 14.2.4.1 (NFPA 13) se obtendrá la densidad de rociadores necesaria con el fin de proteger un área tipo de 300m<sup>2</sup>, considerando rociadores con una temperatura de disparo ordinaria y una Clase III de almacenamiento.

Gráfico 18 Curvas de diseño para el sistema de rociadores, almacenamiento 20 ft (6.1m) y temperatura ordinaria de disparo



Fuente: Figura 14.2.4.1 NFPA 13)

La densidad de rociadores a considerar es de 9mm/min y una duración de 120 minutos. Esto equivale a un caudal de 2700 l/min (714 gpm).

Circuito 2: Hidrantes exteriores

Están situados en las zonas externas del edificio terminal con el suficiente espacio para que los bomberos puedan acoplar sus mangueras. No es obligatorio por NFPA considerar este tipo de elementos en el dimensionamiento del volumen de agua a almacenar y las especificaciones mínimas para el grupo de bombeo. No obstante, siendo una construcción de elevada importancia, con muchos pasajeros no familiarizados con el entorno, se consideran en el cálculo el funcionamiento de 2 hidrantes de forma simultánea durante 2 horas. Se consideran 500 l/min (132 gpm) en cada hidrante exterior. Este servicio aumentará la seguridad y confiabilidad en el exterior del edificio sin incrementar en exceso el tamaño de depósitos de agua y la capacidad nominal de bombeo.

Resumen de capacidad de almacenamiento y características nominales del grupo de bombeo

Considerando los valores mostrados para los circuitos 1 y 2 definidos anteriormente se elabora la siguiente tabla resumen.

Tabla 68.-Resumen capacidad de almacenamiento y caudal en grupo de bombeo

SISTEMA	DEMANDA DE CAUDAL Y ALMACENAMIENTO		
	SEGÚN NFPA / MATERIALES CLASE III + 2 HIDRANTES		
	CAUDAL REQUERIDO (gpm)	DURACIÓN DEL SERVICIO (min)	ALMACENAMIENTO (galones)
ROCIADORES	714	120	85.680



DEMANDA DE CAUDAL Y ALMACENAMIENTO			
SISTEMA	SEGÚN NFPA / MATERIALES CLASE III + 2 HIDRANTES		
	CAUDAL REQUERIDO (gpm)	DURACIÓN DEL SERVICIO (min)	ALMACENAMIENTO (galones)
GABINETES	500	90	45.000
HIDRANTES	264	120	31.680
<b>TOTAL (UNIDADES US)</b>	<b>1.478</b>		<b>162.360</b>
<b>TOTAL (UNIDADES SI)</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>		<b>m<sup>3</sup></b>
	335,6538		614,5995791

Fuente: Elaboración propia.

### 7.4. Demanda de climatización

La producción necesaria del agua fría para satisfacer las demandas de los distintos equipos acondicionadores de la Ampliación de la Terminal del Aeropuerto de Cartagena se lleva a cabo en la Central de Energía. Aquí se disponen las máquinas de producción de frío y calor con las bombas correspondientes que se conectan en un circuito primario de agua fría. De este circuito primario salen dos circuitos secundarios que discurren hasta las salas de manejadoras del procesador y edificio de embarque. A partir de estos circuitos secundarios de agua fría se distribuirá el agua fría hacia las manejadoras ubicadas en la entreplanta del edificio procesador y en las salas de UMAs ubicadas en el nivel 0 del edificio de embarque. Existen también unos circuitos terciarios de distribución de agua fría para los espacios comerciales y oficinas. Se han proyectado los circuitos secundarios para que se garantice la mejor distribución hidráulica y consumo energético de bombeo, además de proporcionar más redundancia y, por tanto, mayor fiabilidad en la distribución de agua fría en el sistema.

Se prevé la instalación de dos enfriadoras condensadas por agua de 2000 kW cada una asociadas a dos torres de refrigeración. Se instalará una tercera enfriadora de las mismas características en concepto de reserva.

Tres bombas circuladoras en configuración 2+1 se instalarán en el circuito de condensación existente entre las torres y los enfriadores.

La distribución de agua fría está dividida en tres circuitos. Estos son:

- Circuito primario. Recirculará agua helada entre los evaporadores de las dos enfriadoras y el colector principal.
- Circuito secundario. Recirculará agua helada entre el colector principal y el secundario dando servicio a todos los nuevos equipos de la ampliación y a una conexión que existirá entre la nueva central de agua helada y la central existente.
- Circuito terciario. Este grupo de circulación tomará el agua helada desde el circuito secundario y dará suministro a los distintos sistemas de climatización UMAs y circuitos de fancoils de oficinas / comercios.

### Demanda térmica

Para la determinación de la carga térmica se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Condiciones exteriores para el Aeropuerto Rafael Núñez. Esta información se extrajo del documento 2013 ASHRAE Handbook.
- Envolvente térmica del edificio terminal. Se han utilizado los siguientes valores de coeficientes de transferencia de calor para la envolvente del edificio.
  - Cubierta: 0,37 W/m<sup>2</sup>·°C
  - Muro Exterior: 0,85 W/m<sup>2</sup>·°C
  - Piso intermedio: 1,40 W/m<sup>2</sup>·°C
  - Partición: 3,6 W/m<sup>2</sup>·°C
  - Vidrio: 1,6 W/m<sup>2</sup>·°C ; FS: 0,60
- Horario de funcionamiento del edificio. Se tienen en cuenta 24 horas los 7 días de la semana.
- Densidad de ocupación para cada uno de los tipos de espacios en el edificio terminal. Principalmente se consideran:
  - Dique/Circulación: 10 m<sup>2</sup>/persona
  - Salas de Embarque: 5 m<sup>2</sup>/persona
  - Comercios: 5 m<sup>2</sup>/persona
  - Oficinas: 10 m<sup>2</sup>/persona

e) Temperatura y humedad relativa deseadas en el interior de la terminal.

Las condiciones de diseño de temperatura y humedad dentro de los espacios, establecidas para el proyecto de acuerdo a los estándares de confort son las siguientes:

- Temperatura de Bulbo Seco: 23°C Tolerancia ± 1°C
- Humedad Relativa: 50% Tolerancia ± 10%

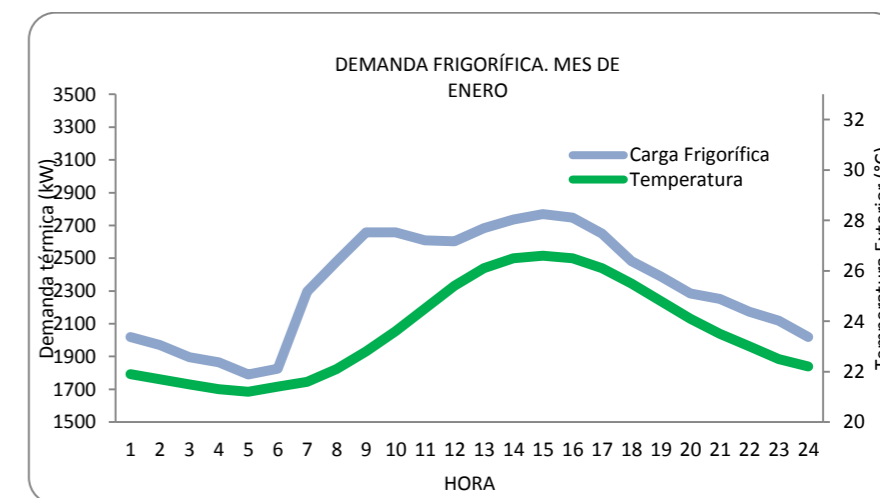
- Aporte de aire exterior. Este caudal se ha dimensionado de acuerdo al estándar ASHRAE 62.1 del 2013 de acuerdo a la cantidad de personas al interior de la zona y de acuerdo al área de la zona atendida.
  - Dique/Circulación: Mínimo 3.5 l/s·p + 0.3 l/s·m<sup>2</sup>
  - Salas de Embarque: Mínimo 3.5 l/s·p + 0.3 l/s·m<sup>2</sup>
  - Comercios: Mínimo 3.5 l/s·p + 0.3 l/s·m<sup>2</sup>
  - Oficinas: Mínimo 2.5 l/s·p + 0.3 l/s·m<sup>2</sup>
  - Baños: 25 l/s aparato

- Carga por la ocupación de las personas. El calor disipado por las personas dentro de los espacios tiene un componente sensible y un componente latente que se derivan en función de la actividad que este esté desarrollando. Estos valores han sido tomados de lo sugerido por el ASHRAE Handbook Fundamentals el cual sugiere el valor del componente sensible y latente generado por las personas en función de diversas actividades.
- Carga por iluminación. Para efectos de diseño se asumen las siguientes tasas de iluminación para los espacios acondicionados.
  - Salas de Embarque: 10 W/m<sup>2</sup>
  - Diques/Circulación: 10 W/m<sup>2</sup>
  - Comercios: 10 W/m<sup>2</sup>
  - Oficinas: 10 W/m<sup>2</sup>
- Carga por equipos. Para efectos de diseño se asumen las siguientes tasas de carga por equipos para los espacios acondicionados.
  - Salas de Embarque: 10,8 W/m<sup>2</sup>
  - Diques/Circulación: 5,4 W/m<sup>2</sup>
  - Comercios: 43,2 W/m<sup>2</sup>
  - Oficinas: 21,6 W/m<sup>2</sup>

Con estas consideraciones, las necesidades de refrigeración para la Ampliación del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias ascienden a 3.341kW en el día crítico de diseño contemplado para el Horizonte IV (11,5MPax) correspondiente al mes de Julio a las 15:00 pm.

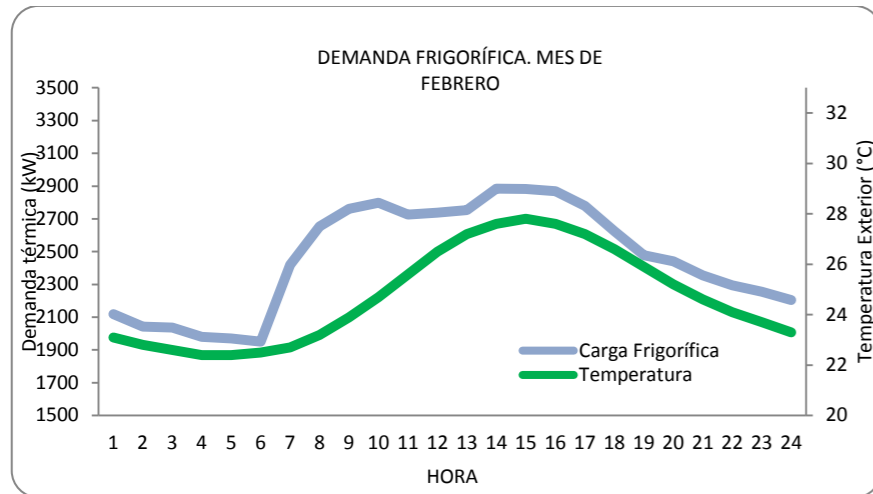
A continuación se listan y representa la evolución de la demanda térmica diaria en cada uno de los meses correspondientes al año tipo contemplado.

Gráfico 19. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Enero en el Horizonte IV.



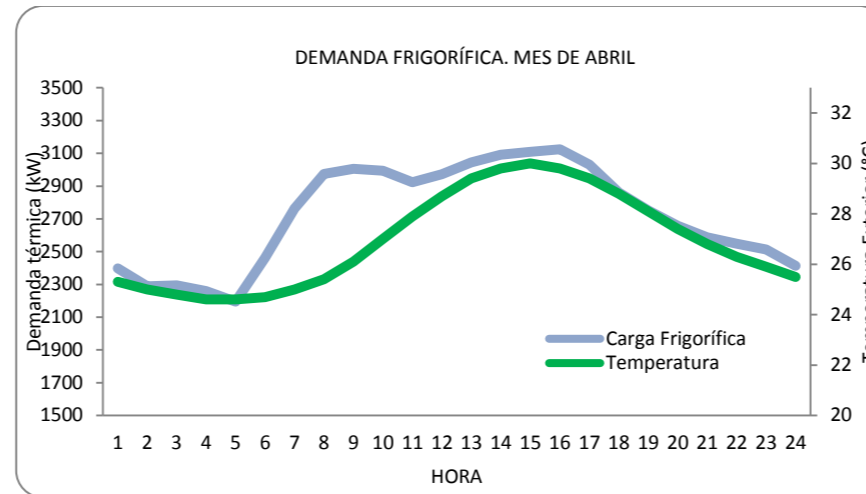
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 20. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Febrero en el Horizonte IV.



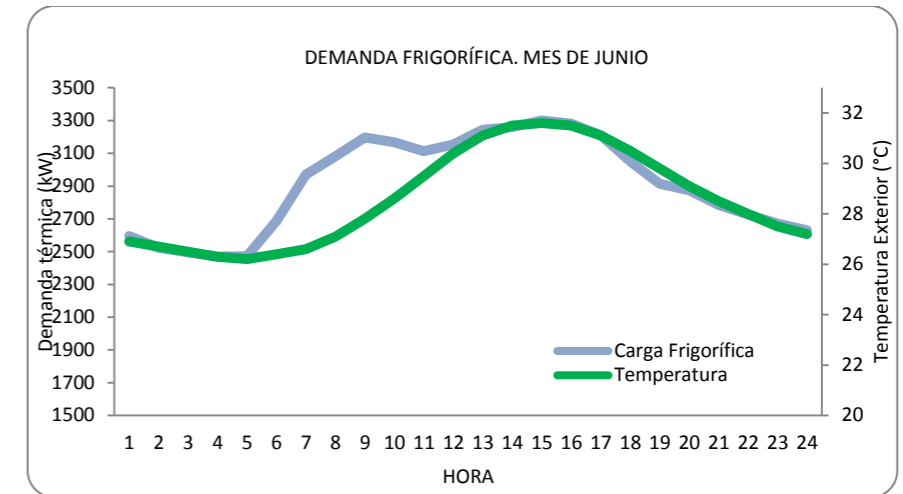
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 22. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Abril en el Horizonte IV.



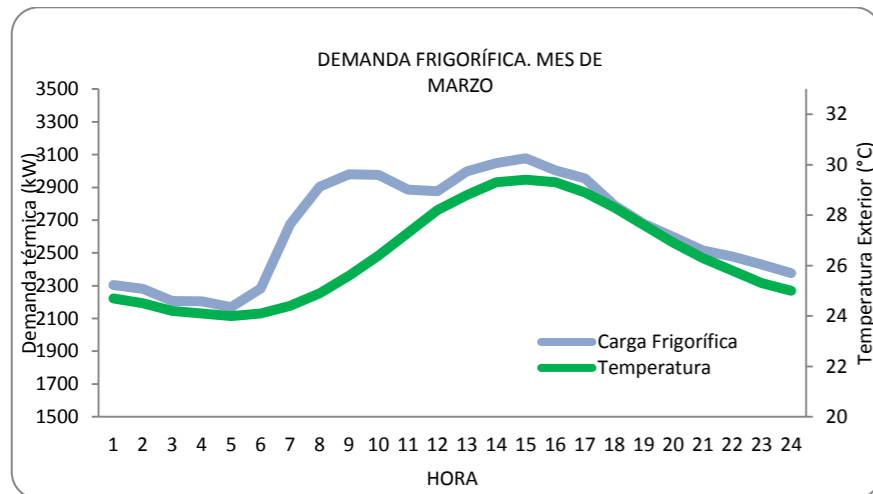
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 24. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Junio en el Horizonte IV.



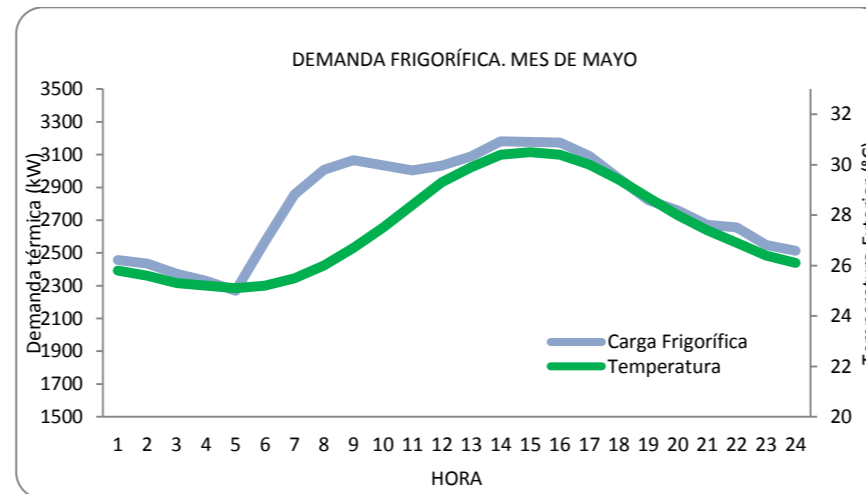
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 21. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Marzo en el Horizonte IV.



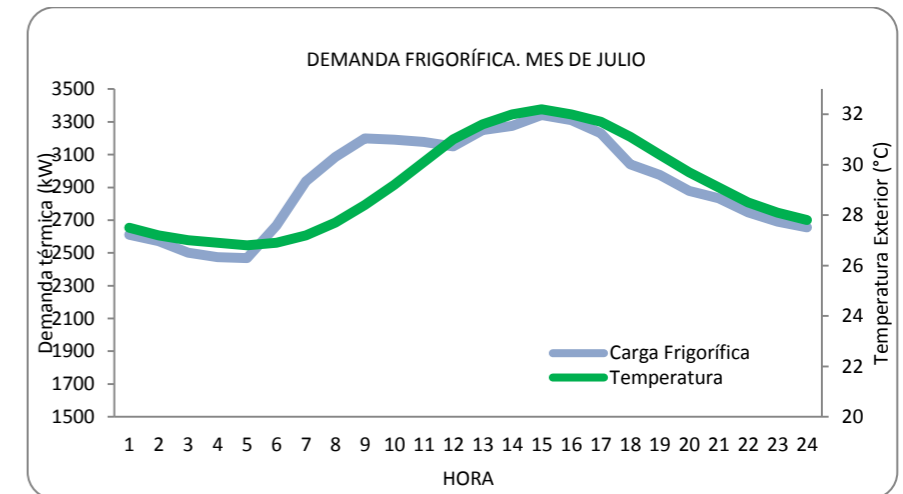
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 23. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Mayo en el Horizonte IV.



Fuente: Elaboración propia.

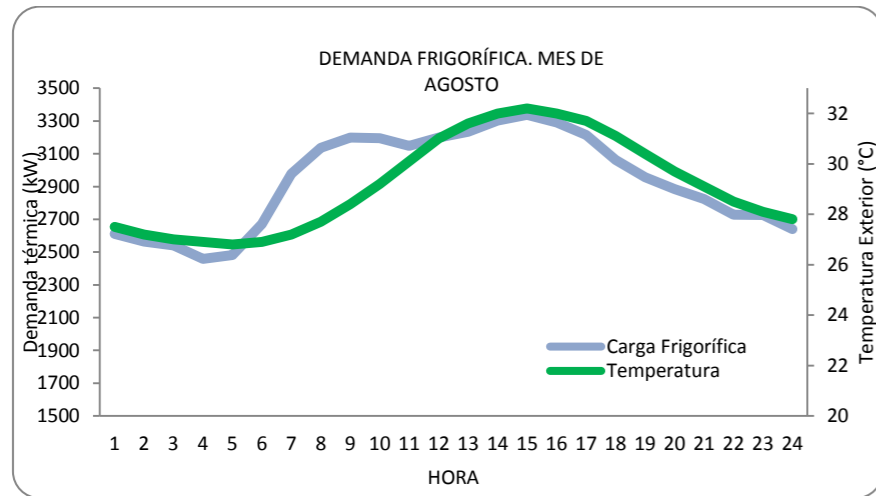
Gráfico 25. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Julio en el Horizonte IV.



Fuente: Elaboración propia.

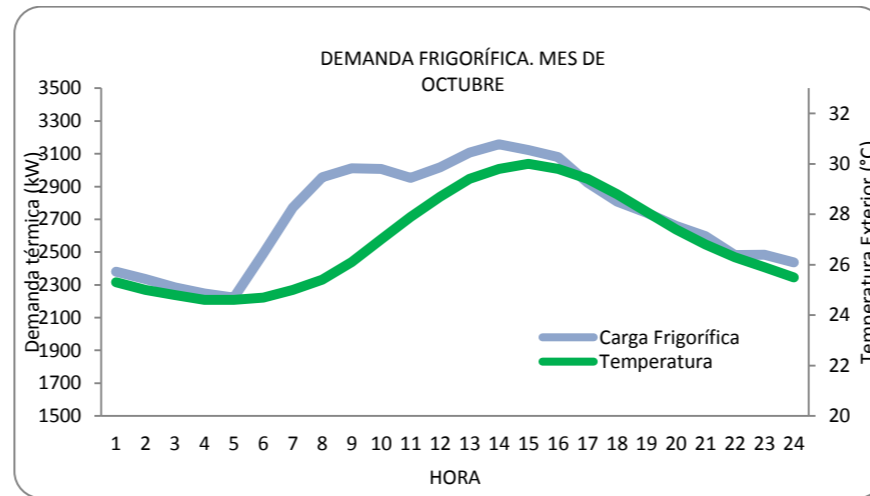
Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Gráfico 26. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Agosto en el Horizonte IV.



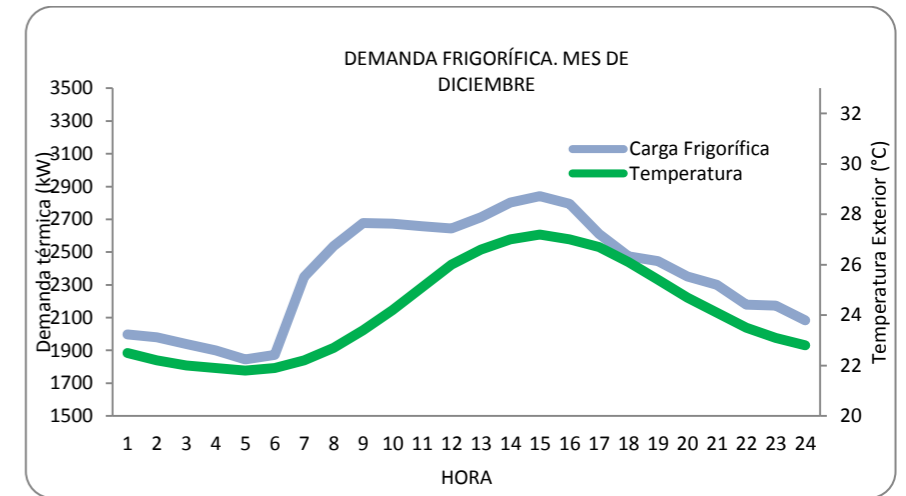
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 28. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Octubre en el Horizonte IV.



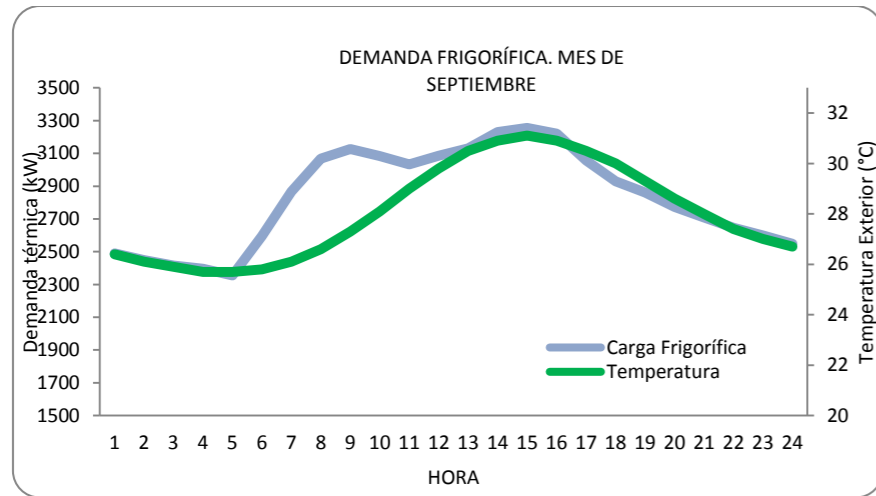
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 30. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Diciembre en el Horizonte IV.



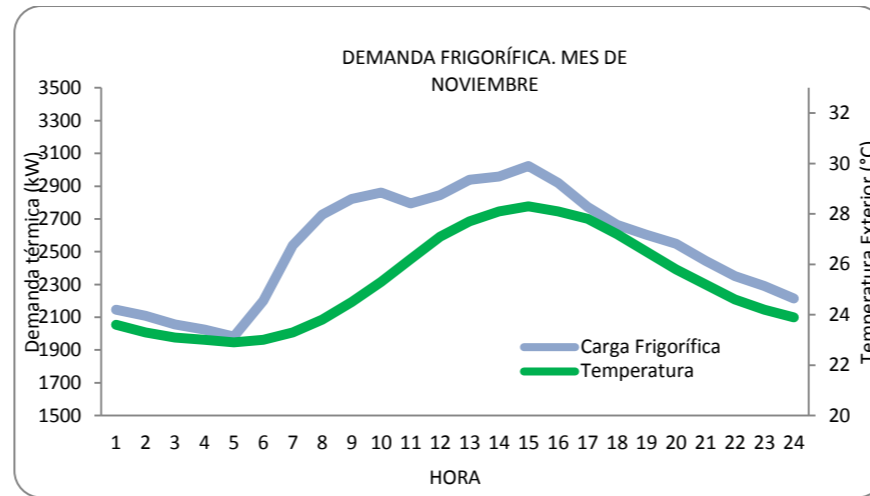
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 27. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Septiembre en el Horizonte IV.



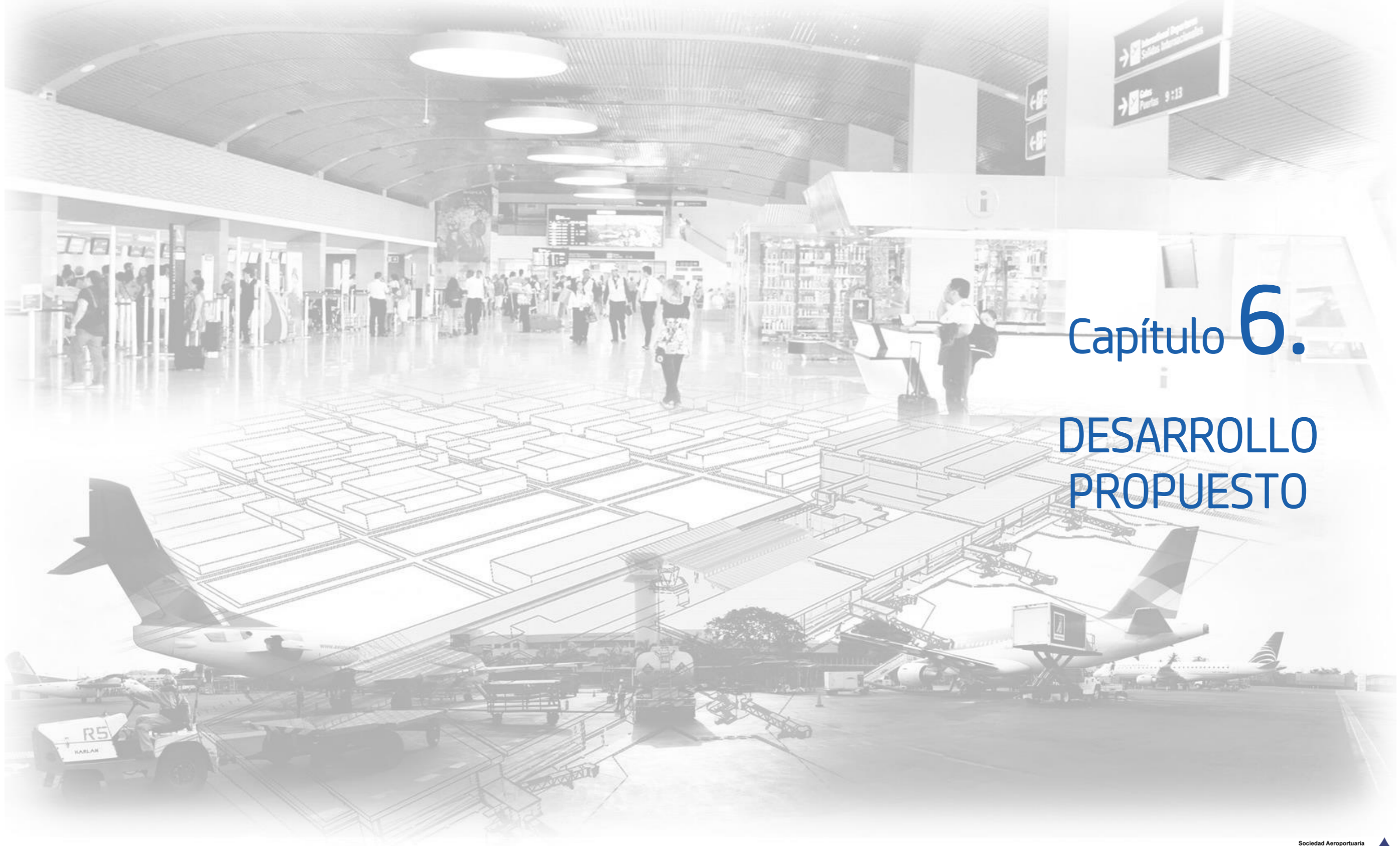
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 29. Evolución de demanda térmica diaria para el mes de Noviembre en el Horizonte IV.



Fuente: Elaboración propia.





# Capítulo 6.

## DESARROLLO PROPUESTO



CONTENIDO

**DESARROLLO PROPUESTO ..... 3**

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

2. PROCESO DE DEFINICIÓN DEL DESARROLLO PROPUESTO ..... 3

3. HORIZONTES ..... 3

4. ZONA AERONÁUTICA ..... 3

4.1. Campo de Vuelos ..... 3

4.2. Plataforma de estacionamiento comercial ..... 4

4.3. Plataforma de estacionamiento secundaria ..... 8

4.4. Viales y cerramientos aeroportuarios ..... 10

5. ZONA TERMINAL ..... 11

5.1. Planificación y Etapas de Desarrollo ..... 11

5.2. Estrategia de Ampliación del Edificio Terminal Existente ..... 13

5.3. Estrategia de Ampliación: Parqueaderos ..... 25

5.4. Estrategia de Ampliación: Accesos ..... 27

5.5. Justificación de Cumplimiento de Necesidades de Espacios y Elementos de proceso: Desarrollo Propuesto Edificio Terminal ..... 30

5.6. Justificación de Cumplimiento de Necesidades de Plazas: Desarrollo Propuesto Parqueaderos ..... 50

6. PLANIFICACIÓN ACTUACIONES POR HORIZONTE ..... 51



## DESARROLLO PROPUESTO

### 1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente capítulo es la definición del Desarrollo Propuesto para el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias, dentro de los horizontes de planificación establecidos.

Los objetivos que se persiguen con la definición de dicho Desarrollo Propuesto son los siguientes:

- Presentación de la información para el desarrollo aeroportuario.
- Elaboración de una representación gráfica del desarrollo del aeropuerto, a lo largo del periodo de planificación previsible hasta el Horizonte IV: 11,5 MPax.

### 2. PROCESO DE DEFINICIÓN DEL DESARROLLO PROPUESTO

Para conseguir estos objetivos se ha seguido el siguiente proceso de trabajo:

- Consideración del estado actual del aeropuerto y de su entorno, cuya exposición se ha realizado en el Capítulo 2 - Análisis del Entorno y el Capítulo 3 - Situación Actual del Aeropuerto.
- Estudio de las futuras necesidades del aeropuerto. Dichas necesidades han sido establecidas conforme a las previsiones de tráfico propuestas para los distintos horizontes de planificación descritos en el Capítulo 4 – Evolución Previsible de la Demanda. Las necesidades de ampliación se han calculado comparando las necesidades futuras con las infraestructuras actuales. La evaluación de necesidades se ha desarrollado en el Capítulo 5 – Programa de Necesidades: Ajuste Capacidad/Demanda
- Tras la definición y evaluación de las diferentes alternativas planteadas para las posibles actuaciones de desarrollo aeroportuario, derivadas de los resultados obtenidos en el citado Capítulo 5, se procede a la descripción detallada de las actuaciones previstas para los distintos horizontes de estudio en la solución elegida.

### 3. HORIZONTES

La solución propuesta ha de dar respuesta con el adecuado nivel de servicio a la demanda prevista en los distintos horizontes de estudio definidos en el Capítulo 4. Teniendo en cuenta la evolución de las necesidades para atender esa demanda, se plantean los siguientes horizontes de desarrollo.

Tabla 1.- Horizontes de estudio

HORIZONTE	PASAJEROS ESTIMADOS (MILL PAX)	AHD DEMANDA (OPS/HORA)
0	5,1	19
I	7,5	24
II	8,5	26
III	9,5	29
IV	11,5	33

Fuente: Elaboración propia

Se definen a continuación las actuaciones propuestas en cada uno de los horizontes para cada uno de los subsistemas e infraestructuras del aeropuerto.

### 4. ZONA AERONÁUTICA

#### 4.1. Campo de Vuelos

Las instalaciones del área de maniobras sufrirán una evolución en los diferentes horizontes, para poder albergar las operaciones y pasajeros previstos; además de unas actuaciones inmediatas.

#### Actuaciones inmediatas

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez ya tiene prevista la ejecución de una serie de actuaciones a corto plazo, con el fin de adecuar el área de maniobras a las especificaciones de la normativa vigente del Anexo 14 de OACI y de los RAC 14. Todas ellas ya están en marcha:

- Obras de construcción de Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESA) en ambas cabeceras de pista, cuyo objeto es dotar de RESAs de 90x90 m a la actual pista.

En la cabecera 01, la definición de la RESA obliga a ejecutar una ampliación que se llevará a cabo sobre las actuales piscinas de decantación de la ejecución del dragado del Caño Juan Angola. Ello conlleva, por una parte, desviar el cauce del Caño a su paso por el extremo suroeste del campo de vuelos, y por otra realizar una pre-consolidación previa del terreno, mediante drenes de arena, en la zona de carreteo de las aeronaves. También se contempla la construcción de otra calle de rodaje para permitir el viraje de 180° a las aeronaves que aterrizan, continuando la calle D ya existente.

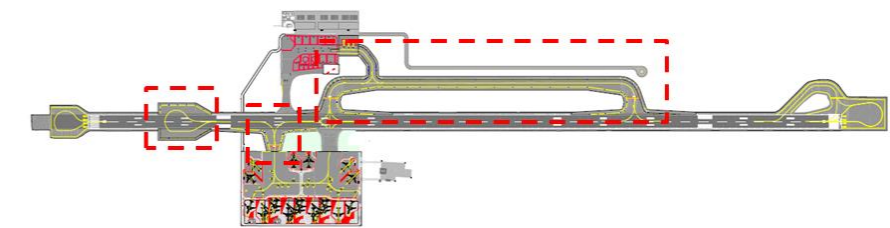
En la cabecera 19, la definición de la RESA obliga a un desplazamiento de 116,26 m hacia el interior de la pista del umbral 19 y el extremo 01. No obstante, se permitirá la utilización de la RESA como parte de la carrera de despegue, de forma que no se disminuya la longitud de despegue disponible.

#### Horizonte I

Con el fin de adecuar la capacidad del área de maniobras a la demanda calculada, que en este horizonte es de **24 operaciones hora (7,5 Millones de pasajeros)**, se deberán acometer una serie de actuaciones, que serían las siguientes:

- Se propone el disponer de una rodadura paralela parcial para aeronaves clave ECHO, de unos 980 metros de longitud, separada 122,5 metros del eje de pista de vuelo, que tenga su inicio frente a la calle de rodaje ALPHA actual de la plataforma comercial, hasta interceptar con la pista aproximadamente a 660 metros del umbral 01. La misma dispondrá de dos calles de acceso y salida de pista, adecuadas para aeronaves clave ECHO y una calle de acceso a la plataforma secundaria para aeronaves clave CHARLIE.
- Nuevo cruce de pista, prolongación de la actual calle ALPHA, que conectaría con la nueva rodadura paralela.
- Asociada a la ampliación de plataforma comercial que se propone, se requiere una nueva calle BRAVO que estaría situada unos 180 metros al norte de ALPHA. Esto favorece la entrada a plataforma de un mayor número de aeronaves de las que antes podrían acceder a plataforma directamente.
- Nueva plataforma de viraje, pasada esta nueva calle BRAVO, con el objeto de que las aeronaves de mayor tamaño, que no puedan evacuar a plataforma por la nueva BRAVO no tengan que agotar pista hasta la raqueta de cabecera 19.

Ilustración 1 Configuración campo de vuelos propuesta Horizonte I.



Fuente: Elaboración propia

Las calles de rodaje se proyectarán para letra de clave ECHO, con una anchura en los tramos rectilíneos no inferior a 23 m, y de forma que cuando el puesto de pilotaje de los aviones que rueden por ellas permanezca sobre las señales de eje de dichas calles, la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a 4,5 m.

Se proveerán de márgenes pavimentados, de manera que en los tramos rectilíneos éstos se extiendan simétricamente a ambos lados de la calle, siendo la anchura total de la calle y sus márgenes no inferior a 44m. En los tramos curvos y en las intersecciones con otras calles la anchura de los márgenes no será inferior a los tramos rectilíneos.



Ambas calles de rodaje estarán situadas dentro de una franja que se extenderá simétricamente a ambos lados del eje de la calle y en toda su longitud hasta una distancia de, al menos, 43,5 m.

La nivelación y pendientes de estas calles de rodaje se ajustarán a las especificaciones que define la normativa vigente del Anexo 14 de OACI y de los RAC 14.

Teniendo en cuenta que los terrenos donde se construirán estas nuevas calles de rodaje, al Este de la pista de vuelo, son fácilmente inundables y están situados muy próximos a la Ciénaga de La Virgen, ubicada más al Este, deberá llevarse a cabo un movimiento de tierras importante y proyectarse una red de drenaje adecuada, que permitan controlar el nivel freático y pre-consolidar las explanadas sobre las que se asentarán las capas de firme y los terraplenes de áreas no pavimentadas. Este movimiento de tierras deberá apoyarse sobre un estudio geotécnico completo de las zonas de actuación.

Así mismo, la señalización horizontal y balizamiento de las nuevas calles deberán cumplir la normativa vigente.

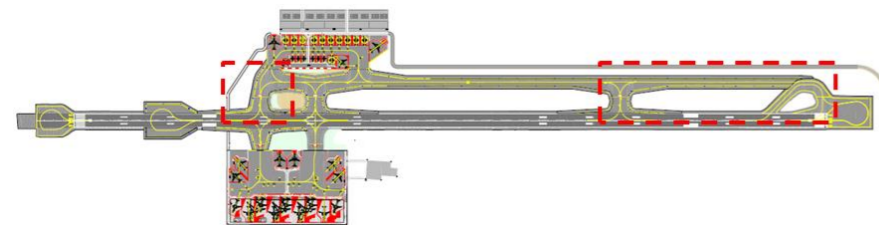
Estas actuaciones deberán acometerse antes del 2020, previo a la finalización de la actual concesión, ya que en dicho año el campo de vuelos llegará a saturación y así alcanzar la capacidad de 24 operaciones hora (7,5 Millones de pasajeros).

### Horizonte II

Para evolucionar la capacidad del campo de vuelos hasta las **26 operaciones hora (8,5 Millones de pasajeros)**, se deberán acometer una serie de actuaciones, que serían las siguientes:

- Prolongación de la calle de rodaje paralela hasta el umbral 01.
- Además se proponen otra serie de medidas que si bien mejoran la operación, sobre todo en momentos de mayor actividad, no tienen un reflejo directo en la capacidad de la pista acorde al modelo de cálculo empleado. Estas actuaciones tienen además relación directa con las actuaciones que se generan para la plataforma secundaria. Las actuaciones propuestas serían, desarrollo de otro cruce de pista como prolongación de la nueva calle BRAVO, que enlaza a su vez con una nueva calle de entrada a plataforma secundaria que sustituye a la actual calle ECHO y con la rodadura paralela ejecutada anteriormente, y que se debe extender unos 175 metros hasta el norte.

Ilustración 2 Configuración campo de vuelos propuesta Horizonte II.



Fuente: Elaboración propia

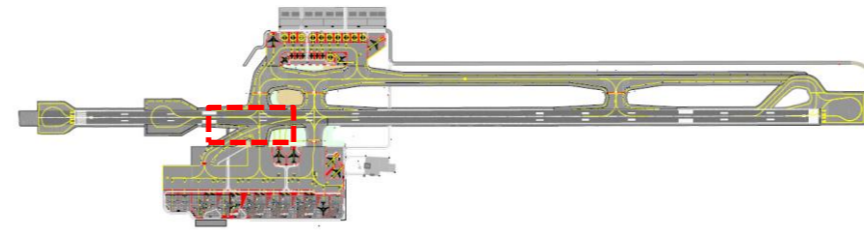
Con las actuaciones previstas, se podrá alcanzar una capacidad del campo de vuelos de hasta **28 operaciones hora**

### Horizonte III

Para evolucionar la capacidad de la pista de vuelo hasta las **29 operaciones hora (9,5 Millones de pasajeros)**, se deberán acometer una única actuación, que sería la siguiente:

- Disposición de una salida rápida en ubicación optimizada para su uso por aeronaves de letra de clave CHARLIE. El punto de tangencia de la calle de salida rápida se situará a una distancia aproximada de 1.637 metros del umbral 01.

Ilustración 3 Configuración campo de vuelos propuesta Horizonte III.



Fuente: Elaboración propia

La nueva calle de salida rápida de pista permitirá la operación de aeronaves de hasta categoría ECHO según clasificación OACI.

Según establece la normativa, las calles de salida rápida deberán calcularse con un radio de viraje de como mínimo:

- 550 m

A fin de que sea posible una velocidad de salida, con pista mojada, de:

- 93 km/h

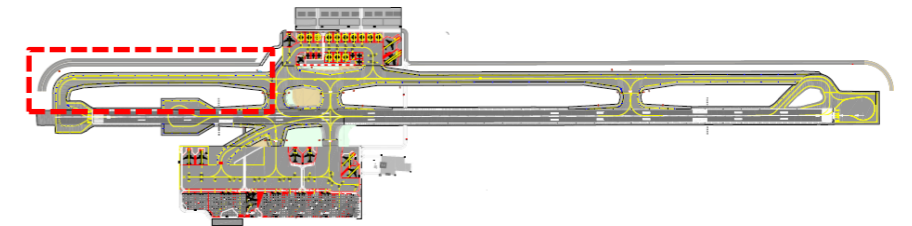
El ángulo de intersección entre la calle de salida rápida con la pista será de 30°.

### Horizonte IV

La demanda de operaciones se incrementa en este horizonte hasta las **33 operaciones hora (11,5 Millones de pasajeros)**. Se propone como actuación la prolongación de la rodadura paralela situada al este de la pista y desarrollada en etapas anteriores, hasta el umbral 19.

Se consigue con ello el eliminar cualquier necesidad de back track sobre la pista para las aeronaves que no hayan salido por la salida rápida.

Ilustración 4 Configuración campo de vuelos propuesta Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

La calle de rodaje estará localizada a 122,5 metros al este del eje de la pista, tal como se ha indicado en el Horizonte I.

La calle de rodaje paralela seguirá ejecutándose con las características para aeronaves clave ECHO.

## 4.2. Plataforma de estacionamiento comercial

Como se describe en el cálculo de necesidades incluido en el Capítulo 5 de este documento, con la configuración de puestos de estacionamiento propuesta actual, la Plataforma comercial se volverá a saturar en el año 2020, lo que hace necesario a acometer nuevas actuaciones de ampliación, antes de la finalización de la presente concesión.

Teniendo en cuenta la configuración de la plataforma y la demanda prevista en los diferentes horizontes, se plantean ampliaciones de la superficie de plataforma, que permitan hacer frente a la demanda prevista en los diferentes horizontes.

Para planificar esta ampliación de plataforma se tiene en cuenta diferentes criterios, como por ejemplo los siguientes:

- Limitaciones impuestas por las instalaciones existentes en la actualidad en torno a la Plataforma comercial. Se descarta la posible ampliación de la plataforma hacia el Sur por las infraestructuras existentes en el exterior del recinto aeroportuario.
- Dotar a la Plataforma Principal de puestos adecuadamente dimensionados para estacionamiento de aeronaves de letra de clave ECHO, como es el caso del A-330, que opera en el aeropuerto desde el año 2010, o del A-340 y el B747-400, que operaron durante el año 2009.
- Incrementar el número de puestos de estacionamiento para aeronaves de letra de clave CHARLIE, que son las que mayoritariamente operan en el aeropuerto.
- Cumplir con las guardas en los nuevos puestos de estacionamiento y con las distancias de seguridad de eje de calle de rodaje a objeto en plataformas, establecidas por la normativa vigente (Capítulo 3 "Características físicas" del Anexo 14 de OACI y en el apartado 14.3.3. "Características físicas" de la Parte Décimo Cuarta de los RAC).

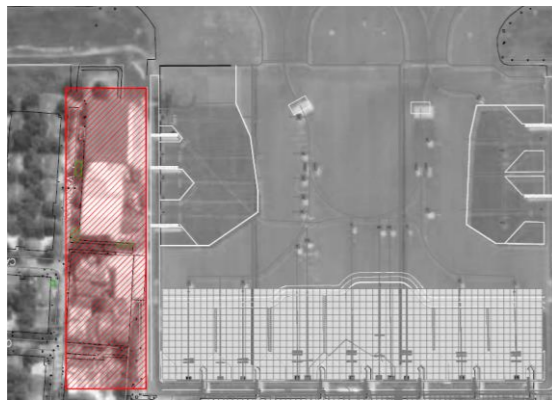
- Agrupar en el tiempo las nuevas actuaciones de ampliación planificadas, de forma que las obras se ejecuten conjuntamente y afecten lo menos posible a la operatividad del aeropuerto.

A la vista de estos criterios, se proponen posibles ampliaciones en los diferentes horizontes.

### Horizonte I

Con el fin de adecuar la capacidad de la plataforma a la demanda calculada, que en este horizonte es de **24 AHd (7,5 Millones de pasajeros)**, se propone una ampliación en aproximadamente 65 metros hacia el norte de la actual, con un ancho aproximado de 238 metros.

Ilustración 5 Zona de ampliación plataforma comercial. Horizonte I

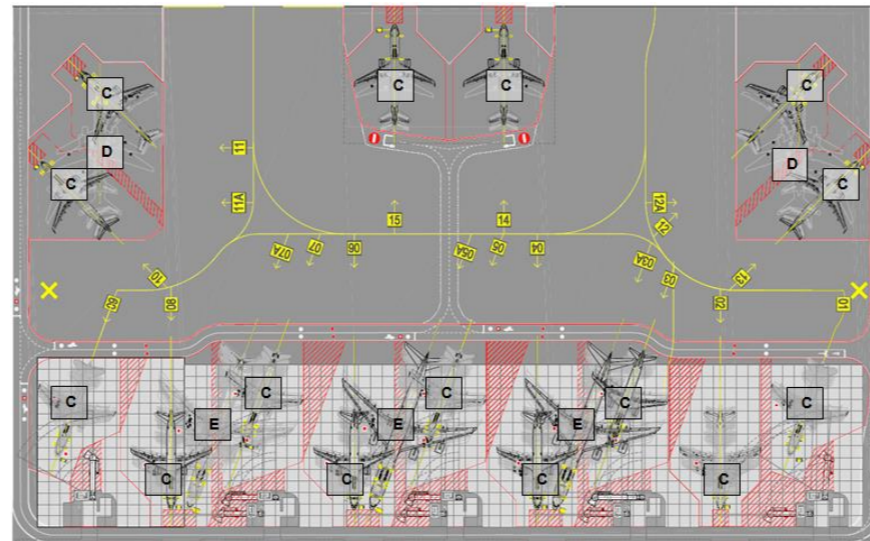


Fuente: Elaboración propia

Este incremento de superficie permite dar cabida, tal y como muestran los resultados del método Horonjeff, a un total de **15 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, suficientes para hacer frente a la demanda calculada, con apoyos puntuales de la plataforma secundaria.

La configuración de la ampliación de plataforma para el Horizonte I que se plantea aparece en la siguiente figura:

Ilustración 6 Configuración plataforma comercial. Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

Se aumenta la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, mediante la siguiente configuración de estacionamientos:

- 9 posiciones en contacto
  - o 3 posiciones MARS, compuestas cada una de ellas por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO
  - o 3 posiciones ECHO
- 6 posiciones en remoto
  - o 6 posiciones CHARLIE, 4 de las cuales pueden pasar a ser 2 posiciones DELTA.

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 2.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte I

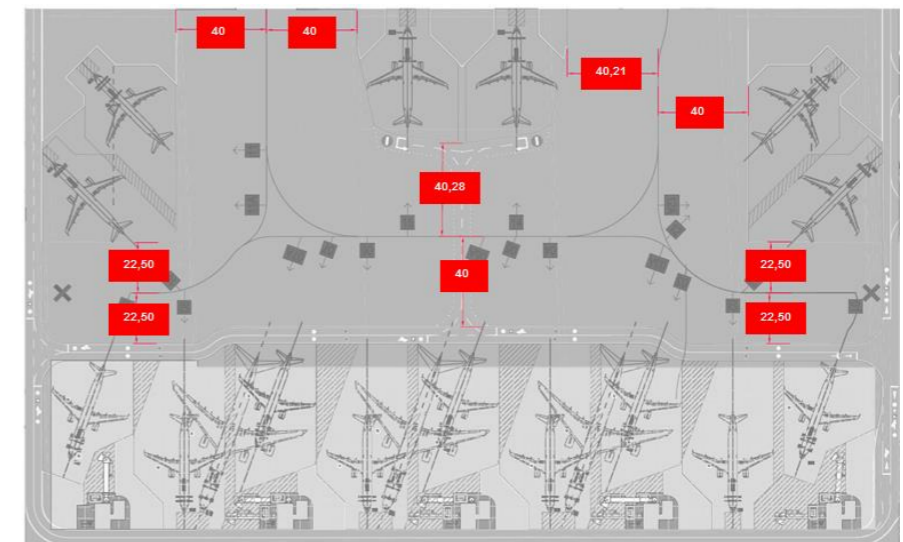
PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
01	C (A320)	
02	C (A320)	
03	C (A320)	
04	C (A320)	
05	C (A320)	
06	C (A320)	
07	C (A320)	
08	C (A320)	

PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
09	C (A320)	
10	C (A320)	
11	C (A320)	
12	C (A320)	
13	C (A320)	
14	C (A320)	
15	C (A320)	
03A	E (A340-600)	03 Y 04
05A	E (A340-600)	05 Y 06
07A	E (A340-600)	07 Y 08
11A	D (B767-300)	10 Y 11
12A	D (B767-300)	12 Y 13

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las calles de rodaje internas en plataforma, la continuación de las calles de rodaje ALPHA y BRAVO y la que da acceso a los puestos 03; 04; 05; 06; 07 y 07A tendrán un semiancho de 40 metros, mientras que las que dan acceso a los puestos 01; 02; 08 y 09 tendrán un semiancho de 22,5 metros, solo accesibles para aeronaves con letra clave CHARLIE o inferior, como se puede ver en la figura de a continuación:

Ilustración 7 Distancias calles de rodaje internas en plataforma comercial. Horizonte I

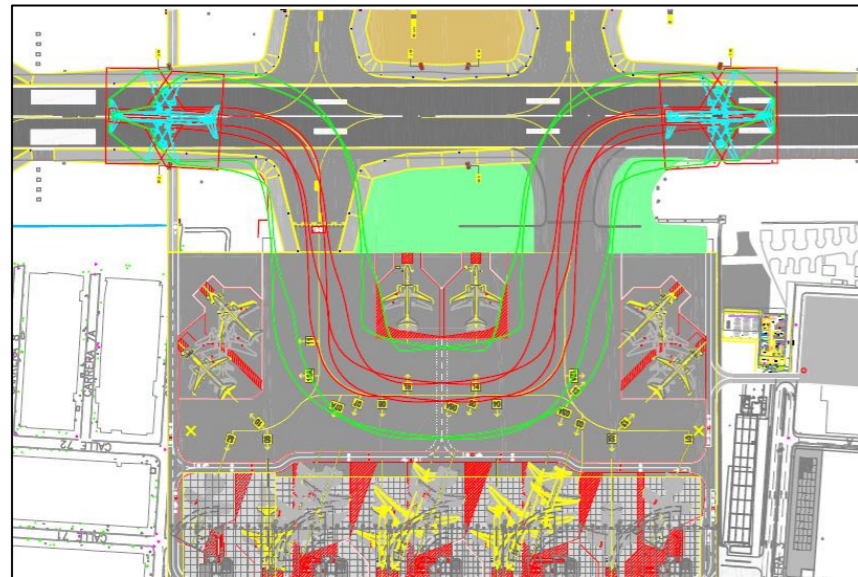


Fuente: Elaboración propia

Se tendrán en cuenta a la hora de generar los sobrecanchos necesarios las operaciones también de salida de la plataforma, no solo de acceso. Tanto en la plataforma, como en la calle de rodaje BRAVO.



Ilustración 8 Simulación circulación por calle interna desde Alfa y Bravo del A340-600. Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

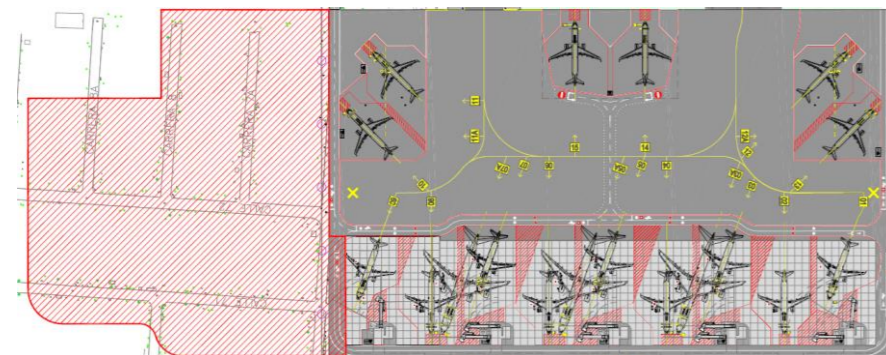
### Horizonte II

En este escenario, en que se requiere una capacidad de **26Ahd (8,5 Millones de pasajeros)** no se prevén actuaciones en la plataforma comercial, ya que la capacidad se alcanzará con actuaciones en la plataforma secundaria.

### Horizonte III

Con el fin de adecuar la capacidad de la plataforma a la demanda calculada, que en este horizonte es de **29 Ahd (9,5 Millones de pasajeros)**, se propone una ampliación de la plataforma comercial hacia el norte, en aproximadamente 200 metros hacia el norte de la actual, suponiendo una ampliación de plataforma de unos 41.580 m<sup>2</sup>.

Ilustración 9 Zona de ampliación plataforma comercial. Horizonte III

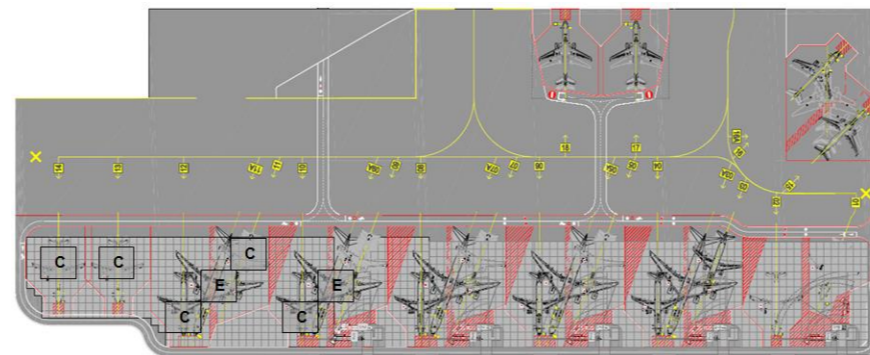


Fuente: Elaboración propia

Este nuevo incremento de superficie permite dar cabida, tal y como muestran los resultados del método Horonjeff, a un total de **18 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, suficientes para hacer frente a la demanda calculada, con apoyos puntuales de la plataforma secundaria.

La configuración de la ampliación de plataforma para el Horizonte III que se plantea aparece en la siguiente figura, incrementando 3 estacionamientos para aeronaves clave CHARLIE respecto a la configuración del Horizonte I:

Ilustración 10 Configuración plataforma comercial. Horizonte III



Fuente: Elaboración propia

Aumentando la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, con la implementación de los siguientes estacionamientos respecto a la configuración del horizonte II:

- 1 posiciones en contacto
  - o 1 posiciones CHARLIE. Esta ampliación supone la creación de 1 posiciones MARS compuestas por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO.
- 4 posiciones en remoto
  - o 4 posiciones CHARLIE, dos de la cuales supone la creación de 1 posiciones MARS compuestas por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO.

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 3.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte III

PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
01	C (A320)	
02	C (A320)	
03	C (A320)	
04	C (A320)	
05	C (A320)	

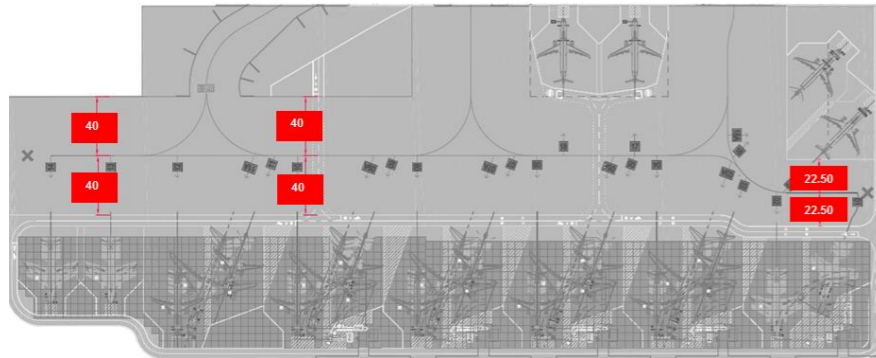
PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
06	C (A320)	
07	C (A320)	
08	C (A320)	
09	C (A320)	
10	C (A320)	
11	C (A320)	
12	C (A320)	
13	C (A320)	
14	C (A320)	
15	C (A320)	
16	C (A320)	
17	C (A320)	
18	C (A320)	
03A	E (A340-600)	03 Y 04
05A	E (A340-600)	05 Y 06
07A	E (A340-600)	07 Y 08
09A	E (A340-600)	09 Y 10
11A	E (A340-600)	11 Y 12
16A	D (B767-300)	15 Y 16

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las calles de rodaje internas en plataforma, se prolongará la calle de rodaje que transcurre paralela al terminal, hasta el puesto de estacionamiento 14, con un semiancho de 40 metros. Si bien desde el puesto 11 únicamente circularan aeronaves con letra clave C o menor, en previsión de la ampliación a realizar en el Horizonte IV y a posibles ampliaciones hacia el norte, se deje prevista una calle de rodaje adecuada para aeronaves con letra clave E.



Ilustración 11 Distancias calles de rodaje internas en plataforma comercial. Horizonte III

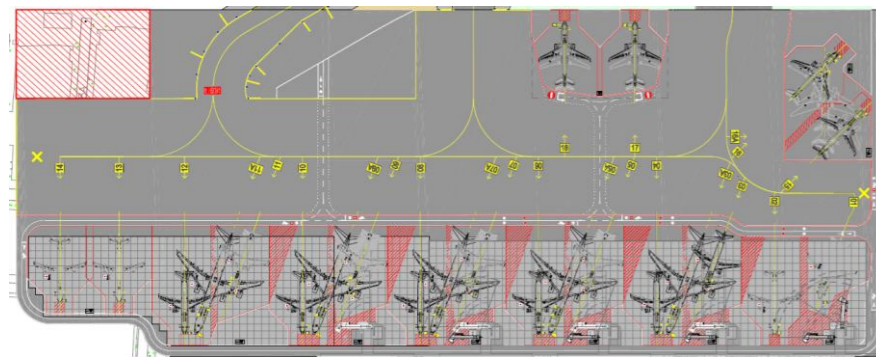


Fuente: Elaboración propia

Horizonte IV

Con el fin de adecuar la capacidad de la plataforma a la demanda calculada, que en este horizonte es de **33 AHd (11,5 Millones de pasajeros)**, se propone una ampliación de la plataforma comercial hacia el este, de unos 5.580 m<sup>2</sup>.

Ilustración 12 Zona de ampliación plataforma comercial. Horizonte IV

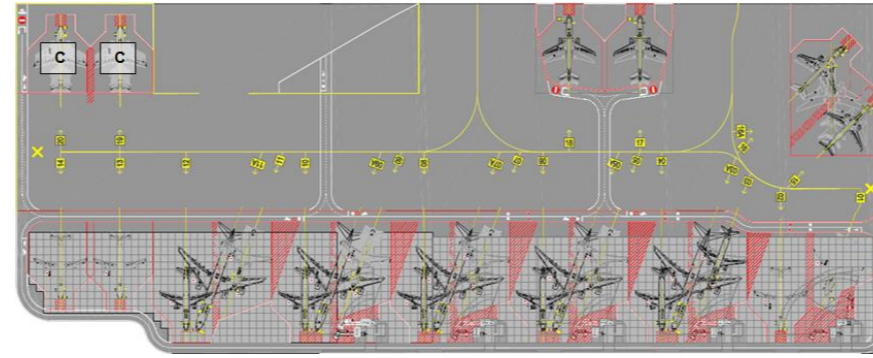


Fuente: Elaboración propia

Este nuevo incremento de superficie permite dar cabida, tal y como muestran los resultados del método Horonjeff, a un total de **20 posiciones** para aeronaves clave CHARLIE, suficientes para hacer frente a la demanda calculada, con apoyos puntuales de la plataforma secundaria.

La configuración de la ampliación de plataforma para el Horizonte IV que se plantea aparece en la siguiente figura, incrementando 2 estacionamientos para aeronaves clave CHARLIE respecto a la configuración del Horizonte III:

Ilustración 13 Configuración plataforma comercial. Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

Aumentando la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, con la implementación de los siguientes estacionamientos respecto a la configuración del Horizonte III:

- 1 posiciones en contacto
  - o 1 posiciones CHARLIE.

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 4.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte IV

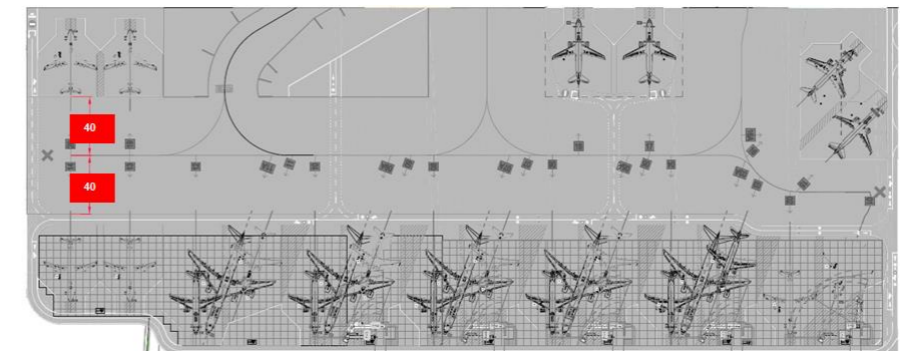
PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
01	C (A320)	
02	C (A320)	
03	C (A320)	
04	C (A320)	
05	C (A320)	
06	C (A320)	
07	C (A320)	
08	C (A320)	
09	C (A320)	
10	C (A320)	
11	C (A320)	
12	C (A320)	
13	C (A320)	
14	C (A320)	
15	C (A320)	
16	C (A320)	
17	C (A320)	
18	C (A320)	
19	C (A320)	

PUESTO	TIPO	INCOMPATIBILIDAD
20	C (A320)	
03A	E (A340-600)	03 Y 04
05A	E (A340-600)	05 Y 06
07A	E (A340-600)	07 Y 08
09A	E (A340-600)	09 Y 10
11A	E (A340-600)	11 Y 12
16A	D (B767-300)	15 Y 16

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las calles de rodaje internas en plataforma, ya habían sido definidas en el Horizonte II, debiendo en este Horizonte respetar los 40 metros de semiancho

Ilustración 14 Distancias calles de rodaje internas en plataforma comercial. Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen se indica a continuación las sucesivas ampliaciones propuestas para el cumplimiento de los requerimientos de cada horizonte

Tabla 5.- Resumen actuaciones propuestas en plataforma comercial

ACTUACIONES PROPUESTAS EN PLATAFORMA COMERCIAL					
HORIZONTE	MPax	SUPERFICIE AMPLIACIÓN (m2)	SUPERFICIE TOTAL PLATAFORMA (m2)	ESTACIONAMIENTOS (TIPO CHARLIE)	AHD
0	5,1	0	84.280	11	19
I	7,5	15.058	99.338	15	24
II	8,5	0	99.338	15	26
III	9,5	41.585	140.923	18	29
IV	11,5	5.580	146.503	20	33

Fuente: Elaboración propia

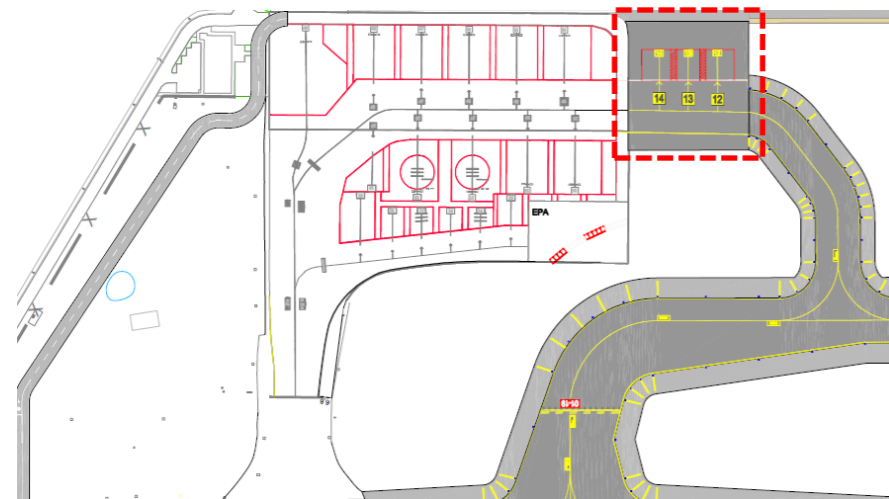
### 4.3. Plataforma de estacionamiento secundaria

La Plataforma Secundaria o ECHO sufrirá una evolución en los diferentes horizontes, para poder albergar las operaciones previstas.

#### Horizonte I

Se planifica una pequeña ampliación de unos 3.693 m<sup>2</sup> de la plataforma secundaria, de 3 estacionamientos para aeronaves letra clave ALPHA, con el fin de mantener el mismo nivel de servicio, ya que una parte de la plataforma actual queda comprometida por el chorro de las aeronaves de mayor tamaño que van a circular y emplear el nuevo cruce de pista, prolongación de la calle ALPHA. Parte del área que se pierde, protegida por barreras antichorro se podrá emplear como zona de equipos handling. Esta plataforma servirá de apoyo mediante una posición clave CHARLIE a la plataforma comercial, para alcanzar las 24 operaciones.

Ilustración 15 Zona de ampliación plataforma secundaria. Horizonte I

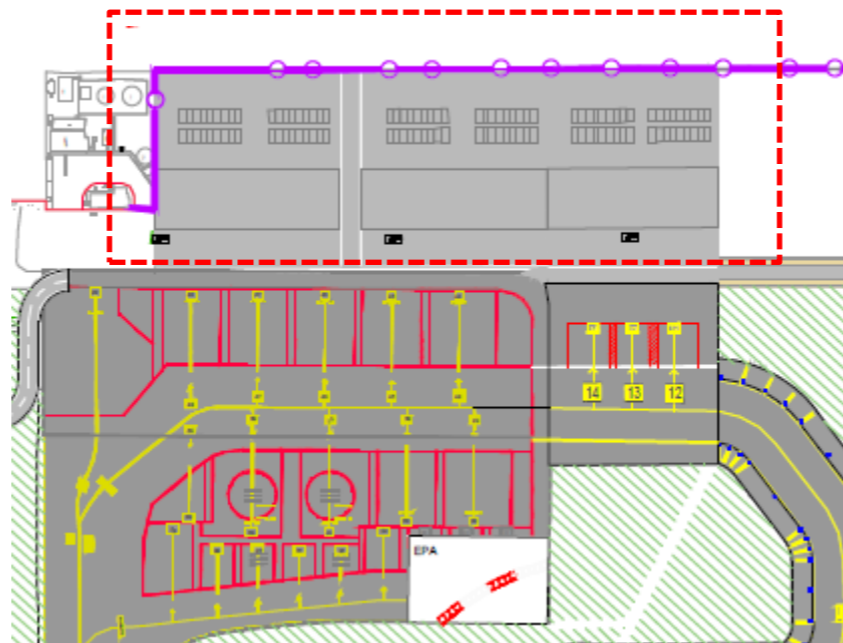


Fuente: Elaboración propia

Como ya se ha indicado en el capítulo 5 del presente documento, la configuración actual cumple con las necesidades previstas de demanda, por lo que no es necesario el aumento de puestos de estacionamiento.

Adicionalmente se realizarán una serie de actuaciones al Este de la plataforma secundaria, para crear una urbanización anexa, en la cual poder ubicar hangares y servicios, así como posibles necesidades de ampliación relacionadas con la FBO. Dicha actuación contemplará la ejecución de una superficie pavimentada de 15.300 m<sup>2</sup>.

Ilustración 16 Zona de ampliación urbanización anexa plataforma secundaria. Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

#### Horizonte II

Para este segundo horizonte, la demanda aumenta, debido al traslado de las operaciones militares a dicha plataforma, requiriendo las siguientes posiciones, según se ha indicado en el capítulo 5 del presente informe.

Tabla 6.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en Horizonte II

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HII					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	5	1	1	9
OCT	4	7	1	0	12

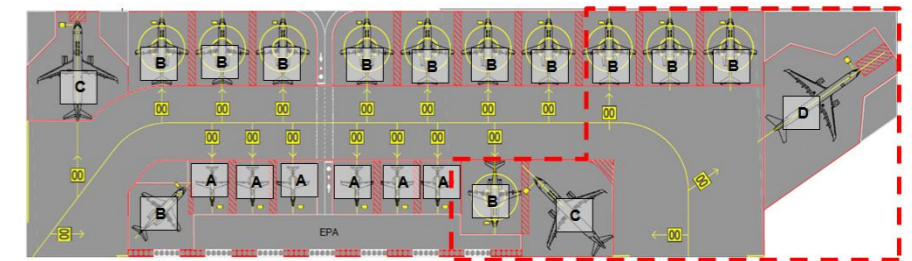
Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se propone una ampliación de la superficie hacia el sur, en unos 14.453 m<sup>2</sup>; y una reconfiguración de posiciones de toda la superficie, de forma que se puedan desplazar a aquella superficie las operaciones militares al tiempo que aumentar las posibilidades de operaciones de aviación corporativa y privada. Se aprovecha para disponer en esta plataforma de:

- 6 posiciones A
- 10 posiciones B
- 2 posiciones C
- 1 posición D (hasta 38,00 metros de envergadura tipo B757-200)

Esta configuración puede servir de desahogo a la plataforma comercial al tiempo que absorban las puntas excepcionales que se puedan presentar en este tipo de plataformas.

Ilustración 17 Zona de ampliación y configuración plataforma secundaria. Horizonte II

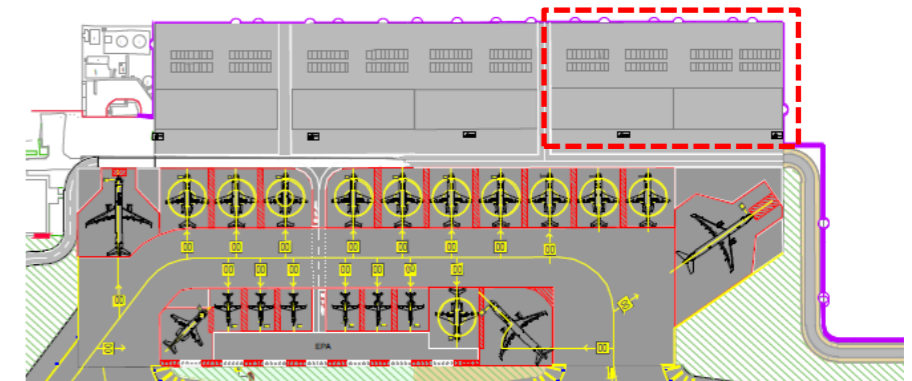


Fuente: Elaboración propia

La calle de rodaje interna será de semiancho 16,5 metros, a excepción de los extremos, los cuales serán de 33,5 metros, para cumplir con la normativa para aeronaves con letra clave DELTA, en el situado más al sur; y 22,5 metros en el situado más al norte, para cumplir con la normativa para aeronaves con letra clave CHARLIE.

Adicionalmente, se ampliará la urbanización anexa a la plataforma secundaria en 11.100 m<sup>2</sup>, lo que supondrá una superficie de 26.400 m<sup>2</sup>, disponible para ubicar hangares y servicios, así como posibles necesidades de ampliación relacionadas con la FBO

Ilustración 18 Zona de ampliación urbanización anexa plataforma secundaria. Horizonte II



Fuente: Elaboración propia

#### Horizonte III

En este escenario, en que se requiere una capacidad de **29AhD (9,5 Millones de pasajeros)** no se prevén actuaciones en la plataforma secundaria, ya que la capacidad se alcanzará con actuaciones en la plataforma comercial.



Horizonte IV

En este cuarto horizonte, la demanda aumenta, según se ha indicado en el capítulo 5 del presente informe.

Tabla 7.- Valores requeridos de capacidad en plataforma secundaria en horizonte IV

DEMANDA PLATAFORMA SECUNDARIA HIII					
	A	B/HELICOPTERO	C	D	TOTAL
MIL	2	6	1	1	10
OCT	4	8	1	0	13

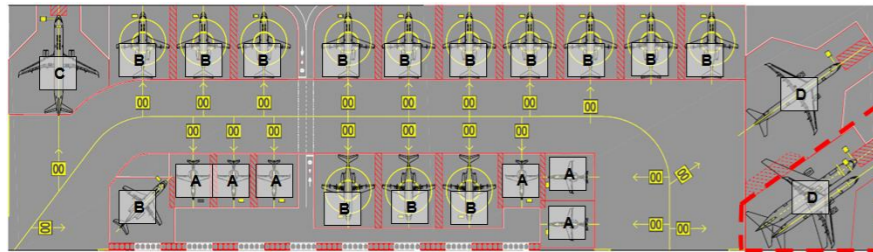
Fuente: Elaboración propia

Por lo cual se propone una ampliación de la superficie hacia el oeste de unos 2.475 m<sup>2</sup> y una reconfiguración de parte de la superficie. Se aprovecha para disponer en esta plataforma de:

- 6 posiciones A
- 14 posiciones B
- 1 posiciones C
- 2 posición D (hasta 38.00 metros de envergadura tipo B757-200) ó 1 posición D (hasta 47,5 metros de envergadura tipo B767-300)

Esta configuración puede servir de desahogo a la plataforma comercial al tiempo que absorban las puntas excepcionales que se puedan presentar en este tipo de plataformas.

Ilustración 19 Zona de ampliación y configuración plataforma secundaria. Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

Las calles de rodaje internas no sufren variación alguna, manteniendo el extremo más situado al sur un semiancho de 33,5 metros, para cumplir con la normativa para aeronaves con letra clave DELTA.

Tabla 8.- Resumen actuaciones propuestas en plataforma secundaria

HORIZONTE	SUPERFICIE AMPLIACIÓN (m2)	SUPERFICIE TOTAL PLATAFORMA (m2)	ESTACIONAMIENTO			
			A	B	C	D
0	0	25.800	10	9	1	0
I	3.963	29.763	10	9	1	0
II	14.453	44.216	6	12	2	1
III	0	44.216	6	12	2	1
IV	2.475	46.691	6	12	1	2

Fuente: Elaboración propia

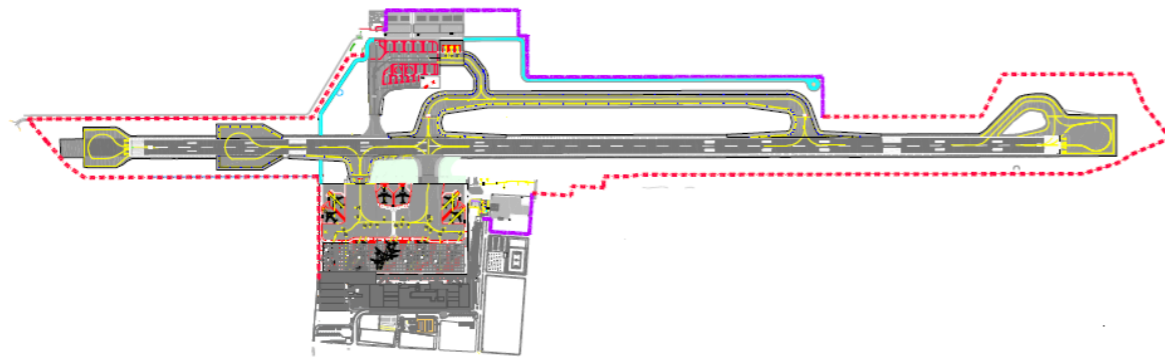


#### 4.4. Viales y cerramientos aeroportuarios

Los viales de servicio y cerramientos de seguridad aeroportuarios deberán ir adaptándose al desarrollo previsible para el área de maniobras y para las plataformas de estacionamiento de aeronaves. Además para el servicio de asistencia a aeronaves y otras instalaciones de la plataforma secundaria, se ejecutará un vial de servicio, que unirá las dos plataformas.

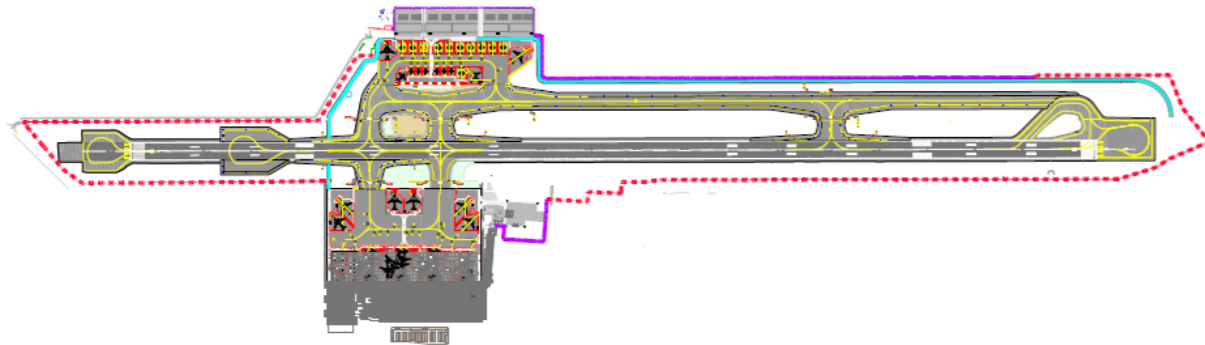
En el horizonte IV, se ejecutará además un nuevo vial de acceso al terminal FBO, debido a que con la prolongación de la calle paralela hasta la cabecera 19 el acceso actual se verá afectado.

Ilustración 20 Vallado y vial Horizonte I



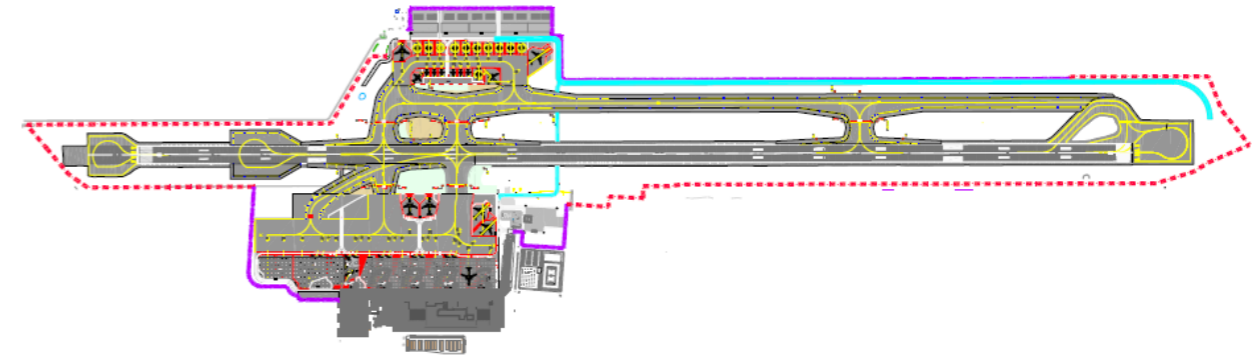
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21 Vallado y vial Horizonte II



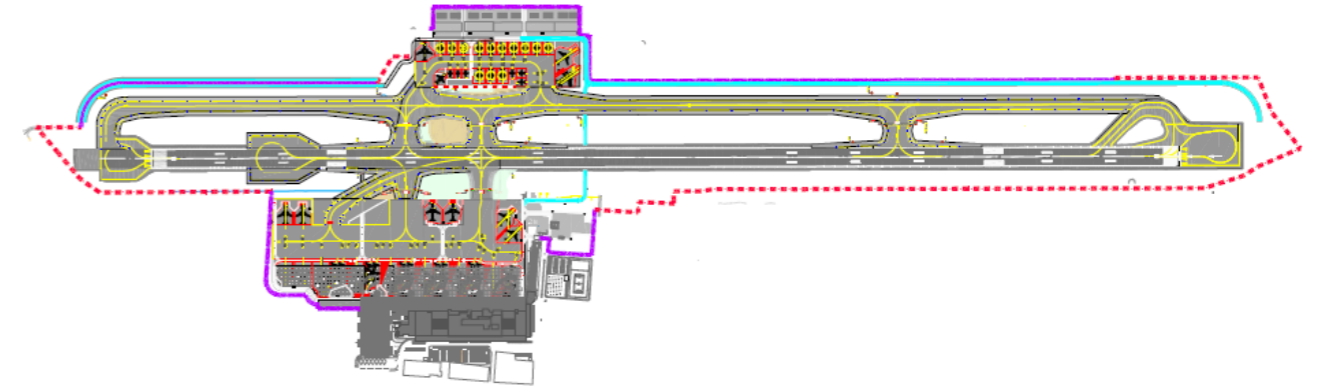
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22 Vallado y vial Horizonte III



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23 Vallado y vial Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

## 5. ZONA TERMINAL

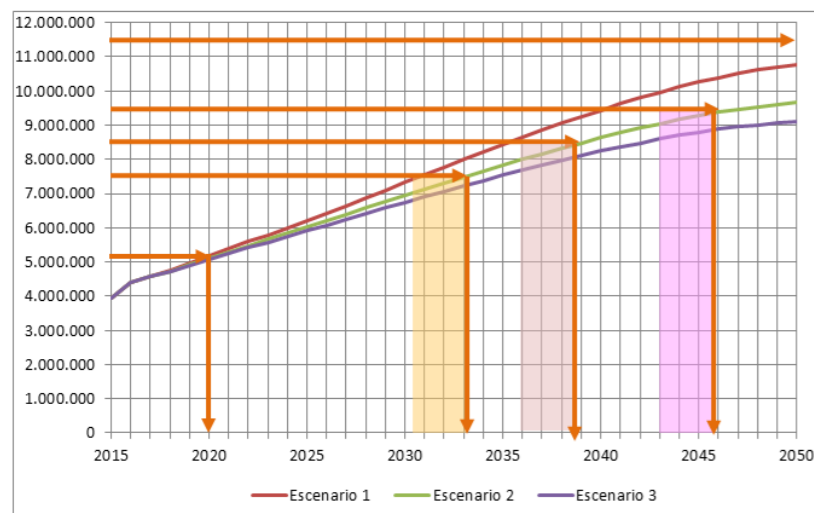
### 5.1. Planificación y Etapas de Desarrollo

La evolución de las variables de diseño, fundamentalmente PHD y AHD, en los Horizontes previstos en este Plan Maestro dependerá del desarrollo real del mismo, que puede coincidir o no con alguno de los Horizontes diseñados. Por tanto, el concepto de tráfico de diseño debería aplicarse de una forma independiente, utilizándose para ello los denominados “trigger” o disparadores.

El concepto es determinar el momento en que se debe llevar a cabo la siguiente actuación, por ejemplo ampliación de determinado sistema del Edificio Terminal, y el alcance de la misma (el nivel de tráfico y calidad de servicio objetivo de dicha actuación).

Así, parece razonable que las actuaciones de desarrollo del Área Terminal de Pasajeros tuvieran una serie de escalones de tráfico preliminares en los que se debería proceder a ejecutar las siguientes ampliaciones. Habitualmente, en terminales nuevos y con tráficos de crecimiento estándar (alrededor del 5% anual), los diseños se ajustan aproximadamente al doble del tráfico inicial. En este caso, con un terminal existente a reformar y un tráfico de crecimiento más elevado, es razonable establecer algún paso intermedio (reformas urgentes), una reforma sustancial y una reforma a largo plazo, que podrían establecerse en los siguientes niveles de tráfico: 5,1, 7,5, 8,5 y 9,5 millones de pasajeros anuales.

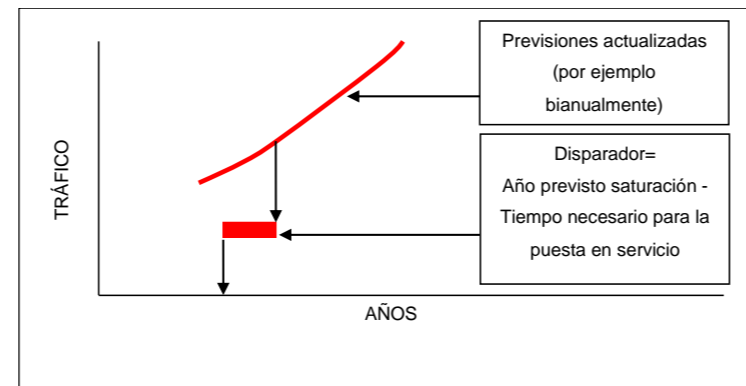
Gráfico 1 Tráficos objetivo propuestos para las ampliaciones del área terminal de pasajeros



Fuente: Elaboración propia

Estos objetivos generarán a su vez unos disparadores, asociados a la capacidad y la calidad mínimas deseables, al cumplimiento de los crecimientos y la estimación de plazo de diseño y obra de la siguiente actuación.

Gráfico 2 Esquema del uso de disparadores de niveles de tráfico



Fuente: Elaboración propia

### Etapas de Desarrollo

En principio se establecen basadas en las previsiones de tráfico y los valores hora punta asociadas a las mismas.

Existen, además, otros condicionantes que determinan la necesidad de acometer actuaciones de ampliación del Edificio Terminal antes de lo estrictamente necesario, resultando, en todo momento, que las áreas disponibles en el Edificio Terminal para proceso de pasajeros sean superiores a las necesarias.

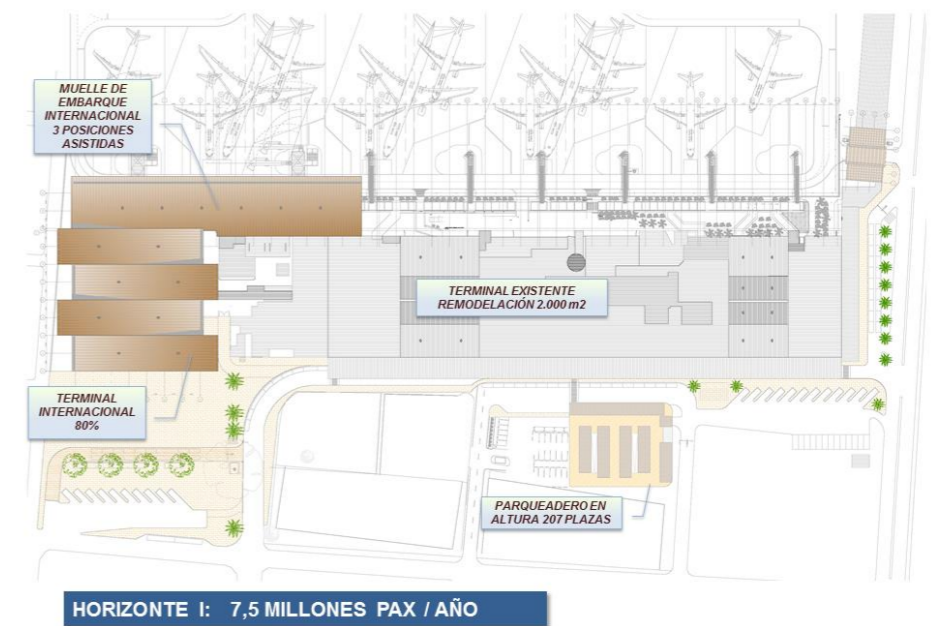
Estos condicionantes pueden resumirse en tres conceptos:

- Necesidad de disponer de unas “Instalaciones Singulares” que alberguen el Tráfico Internacional, bastante antes de lo estrictamente necesario.
- Necesidad de disponer, al menos, de nueve (9) puestos de abordaje asistidos.
- Condicionantes físicos de contorno de la localización del Terminal actual en el entorno aeroportuario.

Se incluyen a continuación las Etapas de Desarrollo previstas por Horizonte.

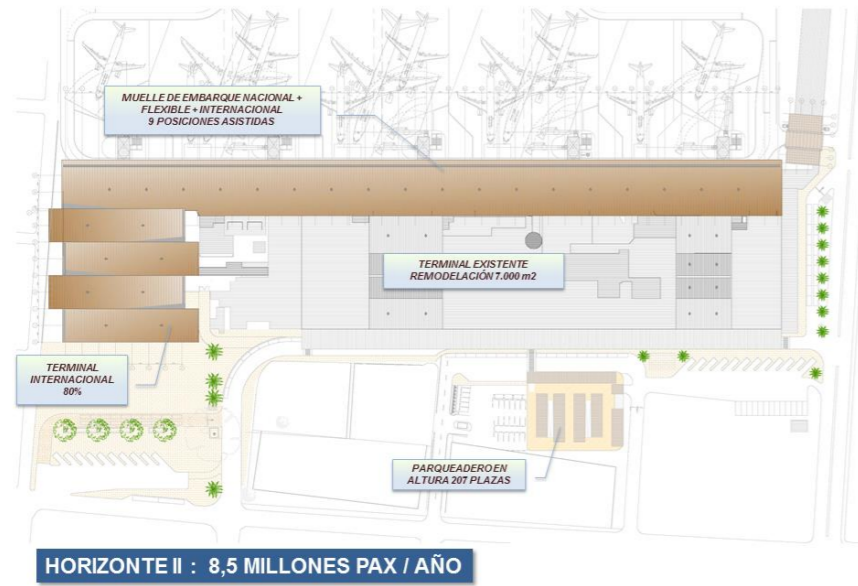
Los % indicados en los mismos, indican el % de desarrollo frente al Horizonte de 11,5 MPax (Horizonte IV).

Ilustración 24 Desarrollo Propuesto: Horizonte I



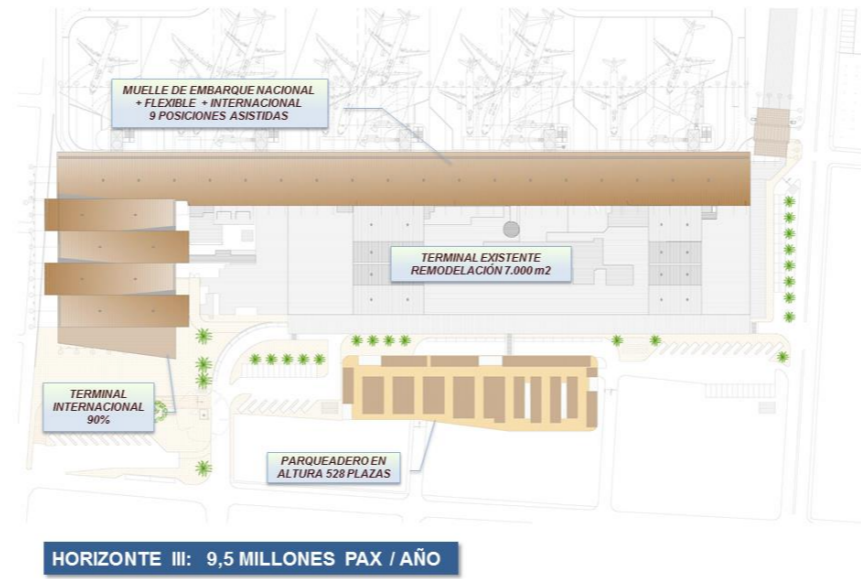
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 25 Desarrollo Propuesto: Horizonte II



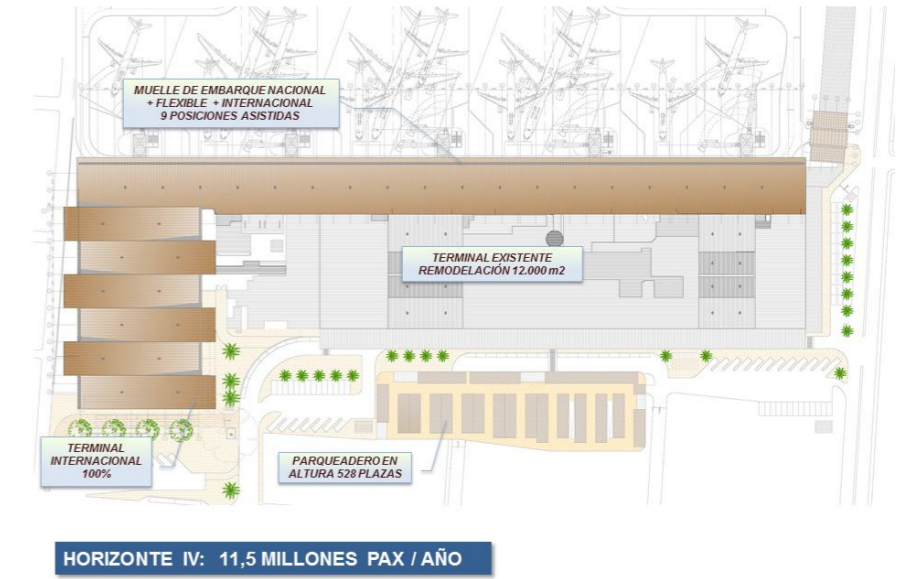
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26 Desarrollo Propuesto: Horizonte III



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27 Desarrollo Propuesto: Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia



## 5.2. Estrategia de Ampliación del Edificio Terminal Existente

La estrategia de Ampliación del Edificio se fundamenta en los siguientes conceptos:

- Reducir al mínimo el impacto a la operación del Aeropuerto durante las obras.
- Crear nuevas capacidades de proceso de pasajeros alternativas a las existentes.
- Poner en servicio estas nuevas instalaciones.
- Actuar sobre las áreas del edificio existente afectadas.

La ampliación del Edificio Terminal, se ha concebido como sigue:

- En el espacio que queda entre la fachada del Edificio Terminal Existente y la alineación de la plataforma se construirá un muelle de embarque flexible (operación conjunta pasajeros internacionales y nacionales), concebido con los siguientes niveles y funciones:
  - **Nivel 1 +0,00:** Salas de Embarque de pasajeros en remoto tanto Nacionales como internacionales, Espacios para instalaciones y viales internos.
  - **Nivel 2 + 5,10 - Llegadas:** Se dispone el corredor de llegadas, de operación flexible (nacional e internacional). Adicionalmente se prevé un área de ampliación para espacios dedicados a la Torre de Control Existente.
  - **Nivel 3 + 9,10 - Salidas:** Se disponen de 9 puertas de embarque en asistido (tipo C equivalente) configuradas en cinco puentes fijos de abordaje dobles. La configuración de las salas de embarque es tal que permite la operación flexible del edificio, dotándolo de puertas de embarque flexibles (operación nacional-internacional). Adicionalmente se disponen las correspondientes zonas comerciales y otras dependencias asociadas. Tres de los puentes fijos de abordajes o posiciones de plataforma pueden configurarse para albergar aeronaves TIPO E (posiciones C).
  - **Nivel 4 + 13,10:** Esta previsto la ubicación de un Centro de Gestión Aeroportuaria y CECOA.
- En el espacio que actualmente ocupa las instalaciones de Terpel (Combustible) se desarrolla un Nuevo Edificio Terminal Internacional (de concepto arquitectónico emblemático y representativo de Cartagena) conectado con el muelle de embarque anteriormente descrito, concebido con los siguientes niveles y funciones:
  - o **Nivel 1 +0,00:** Llegadas Internacionales. Se procesan las llegadas internacionales tanto provenientes del nuevo muelle de embarque como de posiciones remotas. Se disponen también de los siguientes espacios y elementos: controles de inmigración. Hall de Recogida de Equipajes, Aduanas, Hall de Espera, Zonas Comerciales y resto de dependencias de apoyo pertinentes.

- o **Nivel 2 + 5,10 - Llegadas:** Se dispone de espacios de oficinas para una potencial ampliación de las dependencias para autoridades, y entreplanta técnica de instalaciones,
- o **Nivel 3 + 9,10 - Salidas:** De concepción conjunta lado-aire – lado tierra, se disponen los procesos de salida de pasajeros internacionales (salvo facturación que se seguirá realizando en el Edificio Terminal Existente): controles de emigración, filtros de seguridad, y plaza comercial lado aire (duty-free). En el lado tierra está previsto el desarrollo comercial con vistas a la plaza urbanizada que se dispone entre la fachada de este edificio y la calle 70. Este nivel se encuentra conectado con la Terminal Actual con un puente elevado que canalizará los pasajeros internacionales de salidas desde facturación.

- El Terminal Existente se reforma y redistribuye como sigue:

- o **Nivel 1 +0,00:** Nacional:
  - Se amplía la zona y elementos de la zona de filtros de seguridad.
  - Se disponen de nuevos accesos de pasajeros de salidas nacionales hasta alcanzar el nuevo muelle de embarque en la zona que actualmente ocupa la Sala Vips de Avianca.
  - La actual Sala de Embarque Nacional, se utiliza para ampliar la Sala de Recogidas de Equipajes nacional.
- o **Nivel 1 +0,00:** Internacional. Se reforma completamente como sigue:
  - Se amplía el Hall de Salidas hasta la fachada norte del edificio, consiguiendo un espacio amplio, homogéneo y con capacidad de desarrollo de actividades comerciales lado tierra. Desemboca en el nuevo puente elevado que conecta con el Nuevo Edificio Terminal Internacional canalizando los pasajeros internacionales de salidas de forma clara y sin confusión.
  - En la zona actual de salidas se disponen 30 mostradores de embarque adicionales y espacios para el proceso de equipajes.
  - La zona actual de llegadas internacional se queda como espacio disponibles, que podrán ser destinados a funciones o usos complementarios a la actividad aeroportuaria (sala de grandes retrasos, espacios para compañías, tour operadores, bodegas concesiones, vestuarios personal, etc.)
- o **En los niveles 2 y 3 del Terminal Existente** no está previsto realizar modificaciones

Se ha previsto la construcción de un Nuevo Central de Instalaciones con tres niveles:

- **Sótano:** Se ubican los depósitos de agua contraincendios, agua potable y su correspondientes grupos de bombeo
- **Nivel I:** Subestación Principal, Sala de Producción y Bombeo de Agua de Climatización. Sala de almacenamiento de Basuras.
- **Nivel II:** Torres de refrigeración, Nuevo CPD, oficinas y espacios para personal de mantenimiento.

El actual acceso a lado aire existente entre la parcela de combustibles y el edificio de sanidad se queda como acceso de emergencia, sanidad, autoridades, etc.

Se crea un nuevo acceso lado aire en la zona de bodegas actuales en la parte sur de la plataforma.

Una descripción más detallada de la configuración de accesos, urbanización y parqueaderos para el Horizonte II: 8,5 MPax (Horizonte más probable) y Horizonte IV: 11,5MPax se encuentra reflejada en apartados sucesivos de este Capítulo.

Las siguientes ilustraciones muestran la distribución de espacios del Edificio Terminal una vez ampliado y reformado para el Horizonte más probable (Horizonte II: 8,5 MPax) y para el último Horizonte de estudio (Capacidad: 11,5 MPax / Horizonte IV).

Horizonte II: 8,5 MPax – Horizonte más probable

Tabla 9.- Cuadro de Áreas de Nueva Construcción y Remodeladas. Horizonte II: 8,5 MPax

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
PLANTA PRIMER PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Hall llegadas Internacionales	518,61	Hall principal de salidas	1.282,21
Reclamo de equipajes Internacionales	1.461,2	Reclamo de equipajes Nacionales	1.130,06
Control de pasaportes llegadas (inmigración)	499,12	Disponible	77,35
Control de pasaportes llegadas (oficinas)	98,97	Área clasificación equipaje	1.894,15
Aduanas	460,2	Aseos	251,86
Aduanas Oficinas	39,98	Control de Seguridad Nacional	847,19
Aduanas Control Personal / Staff	39,98	Control de Seguridad Nacional Oficinas	63,41
Aseos	601,8	Ampliación Check-in	649,75
Sala de Abordaje Remotos Nacional	609,25	Comercial Nacional	248,8
Sala de Abordaje Remotos Internacional	604,92	Comercial Lado Tierra	279,42
Instalaciones	1.355,7	Oficinas	120,3
Comercial Internacional	264,75	Zonas de Bodega	100,87
Comercial Lado Tierra	18,45	Circulación	100,87
Núcleo vertical	535,43	Vestuario Personal	44,55
Control Acceso Lado Aire	22,71	Rent a car	20,57
Disponible	135,91	Ticket Taxi/Ticket Vans	45,72
Sala no admitidos	144,31	Cuarto Reconciliación equipajes	67,2
Rent a car	32,1	Núcleo Vertical	150,68
Lost & Found	18,45	Depósito Basuras	34,36
Circulación	63,5	Instalaciones	83,45
		Hall llegadas Nacionales	1.139,47
		Vigilancia	29,82
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>7.389,40</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>8.597,50</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>15.986,90</b>	
PLANTA SEGUNDO PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Núcleo Vertical	405,27	Circulación	245,26
Puentes Abordaje Fijos	740,02	Sala VIP	447,65

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
Rampa	506,82	Núcleo Vertical	207,23
Corredor de Llegadas	2.532,54		
Instalaciones	1.409,86		
Circulación	327,80		
Área de descanso Torre de Control	325,58		
Potencial desarrollo Autoridades/Otros	812,5		
Punto de Control	82,61		
Sala no admitidos	99,31		
Sala Tránsito	261,89		
Disponible	30,74		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>7.534,90</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>900,14</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>8.435,10</b>	
PLANTA TERCER PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Control y Seguridad Internacional	286,61	Depósito Basuras	26,96
Body Scan	37,12	Núcleo Vertical	133,64
Oficina Pasaportes	25,02		
Control de Seguridad Internacional (Oficinas)	23,99		
Control de Pasaportes Salidas (emigración)	399,61		
Control de Pasaportes Salidas (Oficinas)	45,26		
Sala VIP Internacional	466,95		
Sala de Abordaje Internacional	1.285,58		
Sala de Abordaje Nacional	1.693,38		
Sala de Abordaje Flexible	808,28		
Comercial Nacional	1.099		
Comercial Internacional	1.383,38		
Comercial Lado Tierra	800,45		
Núcleo Vertical	183,13		
Aseos	595,23		
Corredor-Circulación	1.205,35		
Rampa	428,02		
Puente de Abordaje Fijo	151,85		
Cuarto de Almacenamiento	103,30		
Instalaciones	112,53		

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
Sala de Inspección Maletas	49,15		
Disponible	17,61		
Oficina de Policías	65,87		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>11.266,7</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>160,6</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>11.427,30</b>	
PLANTA CUARTO PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Sala VIP	616,60	Núcleo Vertical	53,71
Núcleo Vertical	8,96		
Aseos	35,09		
Instalaciones	49,50		
CECOA	125,07		
CGA	124,33		
Sala de Conferencia/Crisis	89,69		
Oficinas	48,28		
Descanso (CECOA/CGA)	66,49		
Circulación	226,41		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>1.390,42</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>53,71</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>1.444,11</b>	
TOTAL ÁREAS CONSTRUIDAS			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>27.581,46</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>9.711,9</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA TERMINAL ( AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN)</b>		<b>37.293,40</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.- Cuadro de Áreas de Áreas Consolidadas Nivel I después de Ampliación. Horizonte II: 8,5 MPax – Horizonte más probable**

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
CONSOLIDADO PLANTA PRIMER PISO			
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Hall Llegadas Nacionales	1.139,73	Enfermería	211,00
Hall Llegadas Internacionales	518,61	Área de Clasificación de Equipajes	1.677,80
Reclamo de Equipajes Internacional	1.461,20	Aseos	1.427,38
Reclamo de Equipaje Nacional	1.943,73	Check in	2.134,11
Control de Pasaportes Llegadas (Inmigración)	499,12	Hall Principal Salidas	3.024,16
Control de Pasaportes Llegadas (Oficinas)	98,97	Disponible	1.871,36
Control de Seguridad Nacional	847,19	Control Acceso Lado Aire	69,88
Control de Seguridad Nacional (Oficinas)	63,41	Oficinas	1.058,18
Aduanas	460,20	Depósito Basuras	34,36
Aduanas Oficinas	39,98	Cuarto Reconciliación Equipaje	67,20
Aduanas Staff	39,98	Rent a Car	52,67
Sala de Abordaje Remotos Internacional	604,92	Ticket Taxi/Vans	45,72
Sala de Abordaje Remotos Nacional	609,25	Circulación	267,77
Comercial Nacional	284,80	Lost & Found	18,45
Comercial Internacional	264,75	Vigilancia	29,82
Comercial Lado Tierra	848,13	Sala No admitidos	144,31
Instalaciones	1.850,70		
Núcleo vertical	759,20		
<b>TOTAL ÁREA CONSOLIDADO PLANTA PRIMER PISO</b>			<b>24.468,04</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.- Cuadro de Superficies: Central de Instalaciones**

CENTRAL DE INSTALACIONES	
CENTRAL INSTALACIONES SOTANO	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Núcleo Vertical	56,41
Sala Bombeo	110,20
Depósito RCI (600 m <sup>3</sup> )	219,37
Depósito Agua Potable (280 m <sup>3</sup> )	95,02
Depósito Agua Fluxores (280 m <sup>3</sup> )	95,03
Galería Técnica	28,30
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>604,30</b>
CENTRAL INSTALACIONES PRIMER PISO	
Núcleo Vertical	50,91
Depósito de Basuras	66,41
Central Instalaciones	258,97
Subestación eléctrica	184,40
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>560,60</b>
CENTRAL INSTALACIONES SEGUNDO PISO	
Núcleo Vertical	50,91
Oficinas	91,32
Vestuarios	42,84
CPD	114,09
Circulación	23,54
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>322,70</b>
CENTRAL INSTALACIONES TERCER PISO	
Núcleo Vertical	34,77
Depósito de Basuras	66,54
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>101,30</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA CENTRAL DE INSTALACIONES</b>	<b>1.589,00</b>

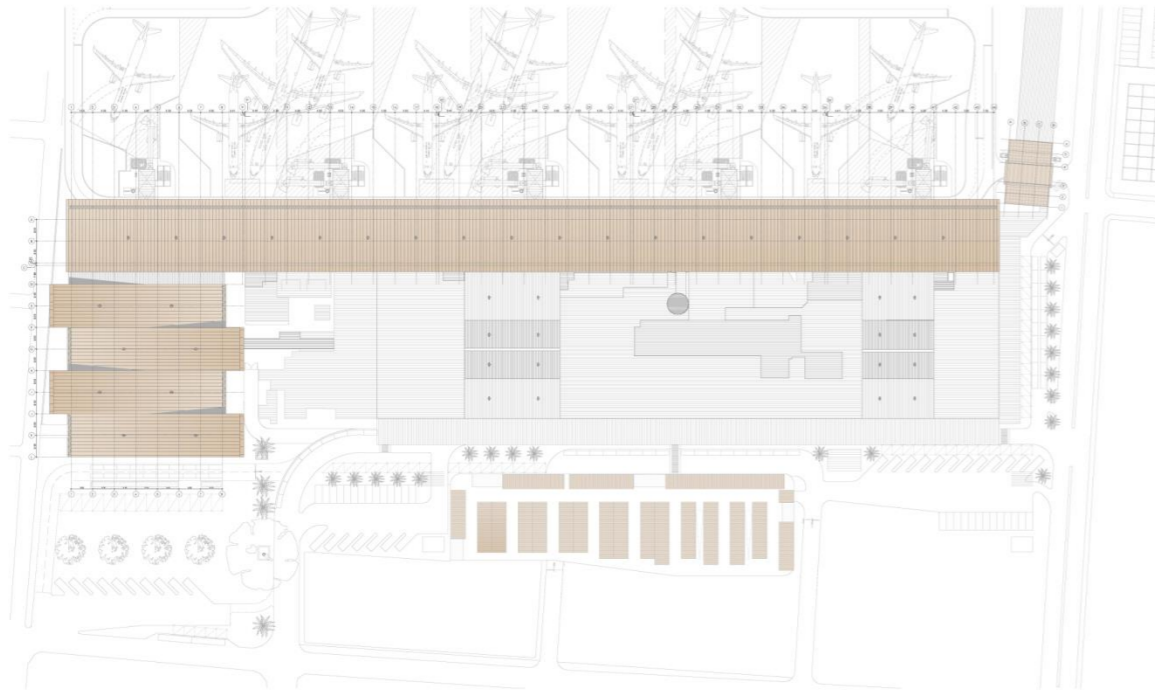
Fuente: Elaboración propia

Una vez completada la Ampliación y Remodelación del Edificio Terminal para el Horizonte más probable (Horizonte II: 8,5 MPax) las Áreas Resultantes son:

- **NUEVA CONSTRUCCIÓN: 27.581,46 m<sup>2</sup>.**
- **ÁREAS REMODELADAS: 7.000,00 m<sup>2</sup>.**
- **ÁREAS REMODELADAS EN EQUIPAJES Y OTROS USOS: 2.711,90 m<sup>2</sup>**
- **ÁREAS NO OBJETO DE REMODELACIÓN: 15.698,10 m<sup>2</sup>**
- **SUPERFICIE FINAL RESULTANTE: 52.991,46 m<sup>2</sup>.**
- **NUEVA CENTRAL DE INSTALACIONES: 1.589,00 m<sup>2</sup>**



Ilustración 28 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Urbanización.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5 MPax). Edificio Terminal. Nivel 1 Consolidado



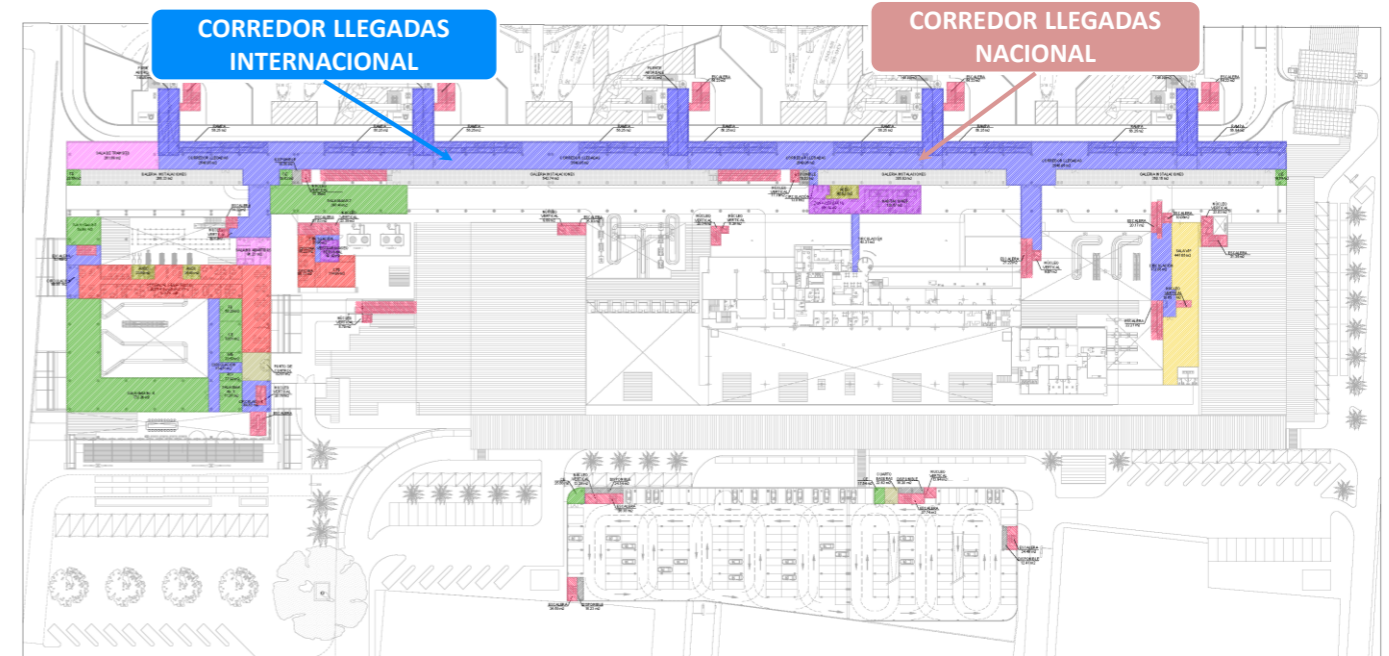
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5 MPax). Edificio Terminal. Nivel 1.



Fuente: Elaboración propia

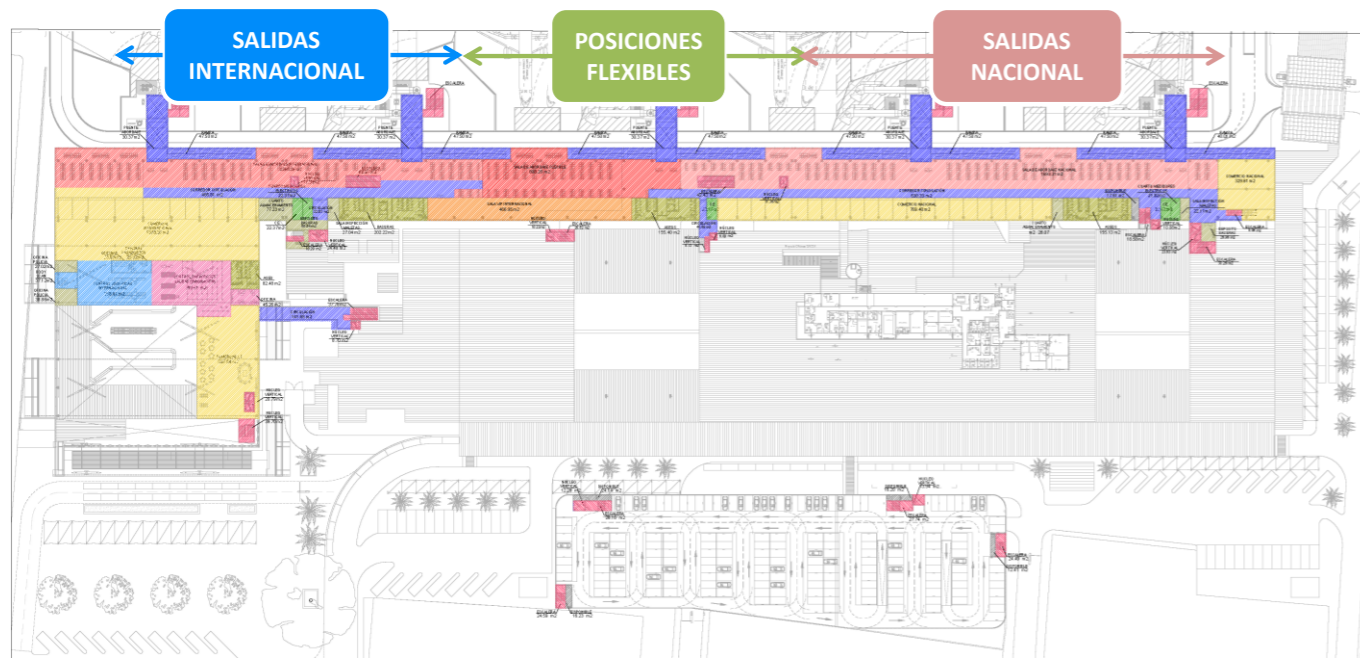
Ilustración 31 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 2



Fuente: Elaboración propia

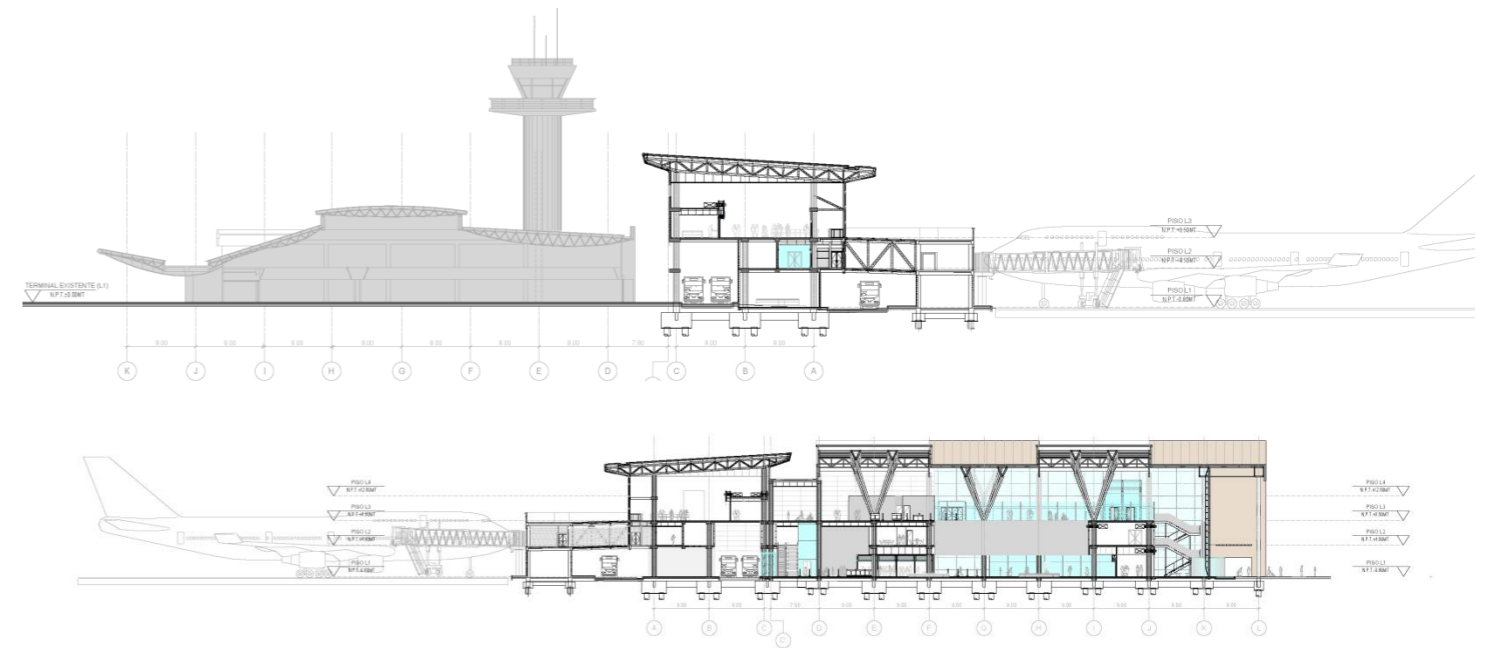


Ilustración 32 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 3.



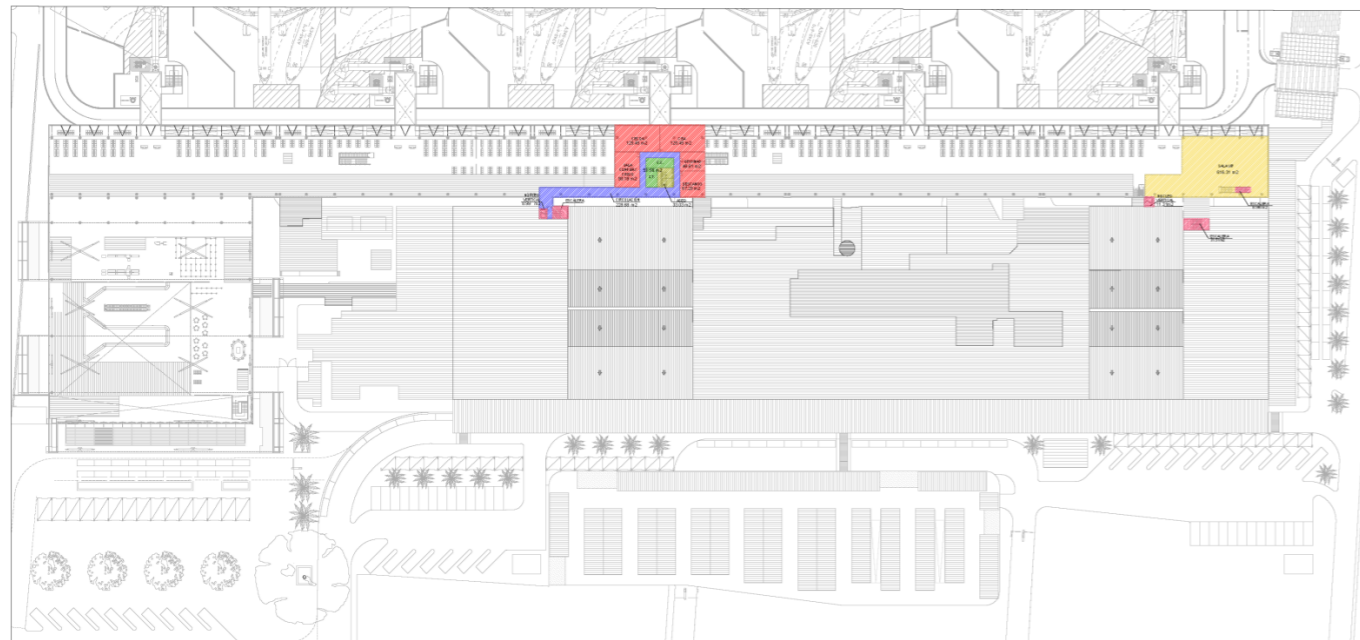
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Secciones



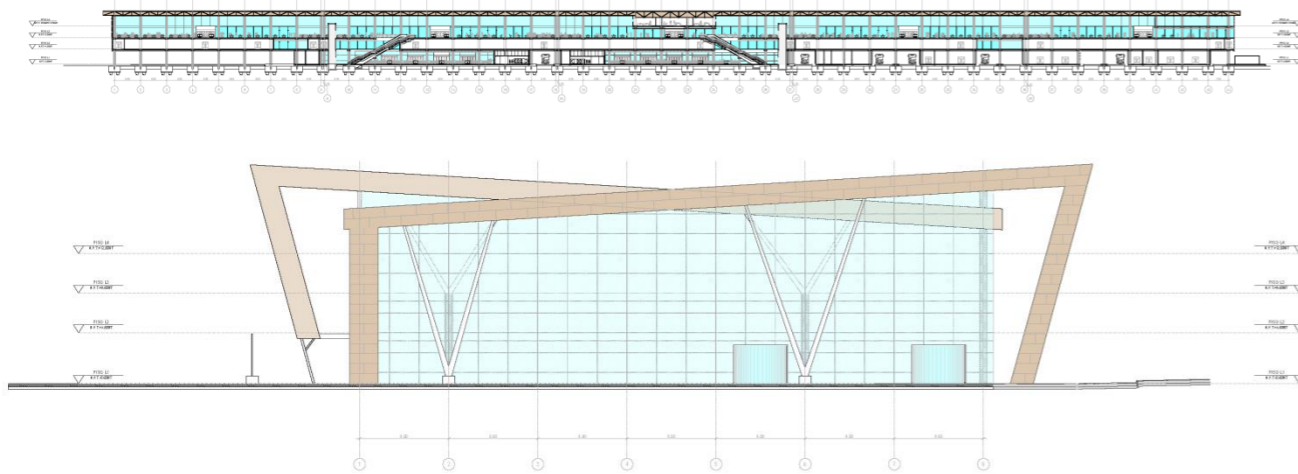
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 4.



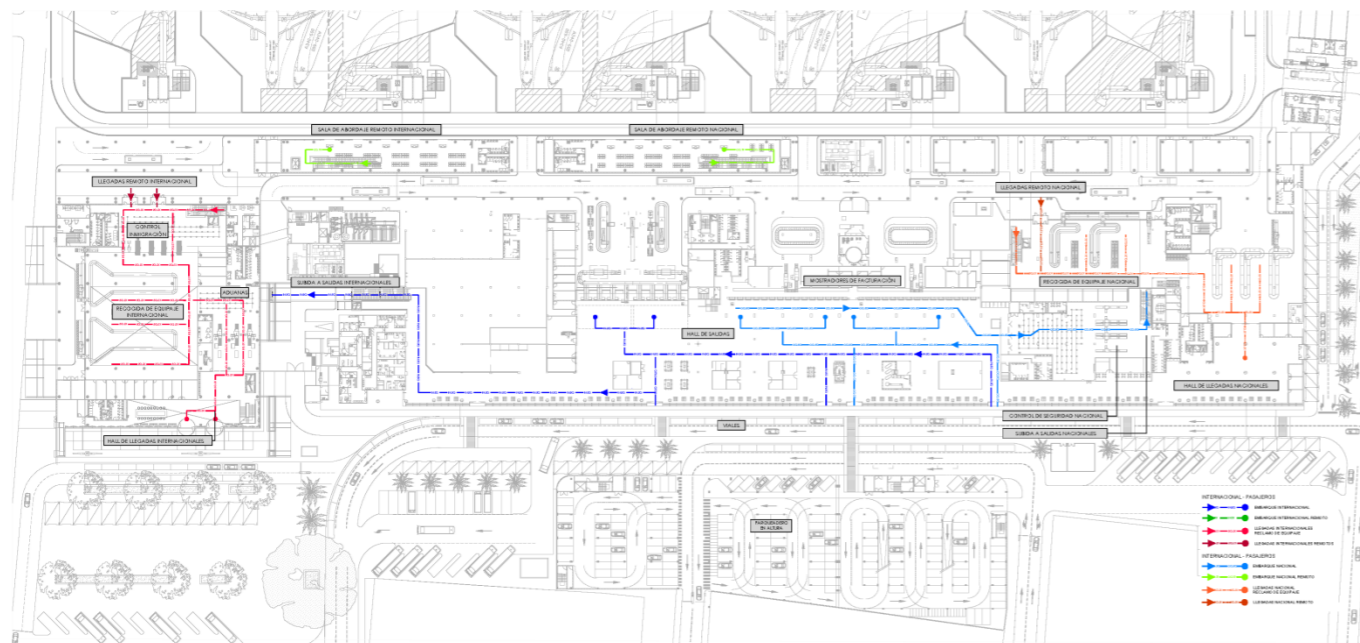
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Alzados



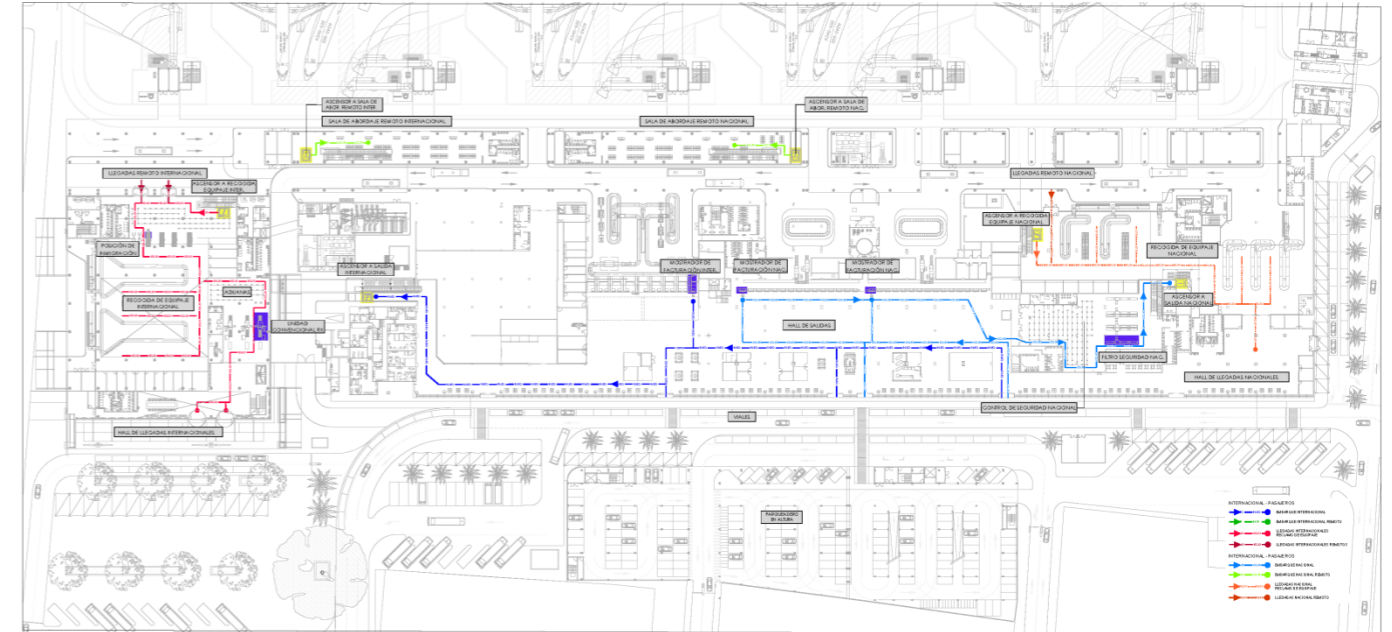
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 36 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Nivel 1



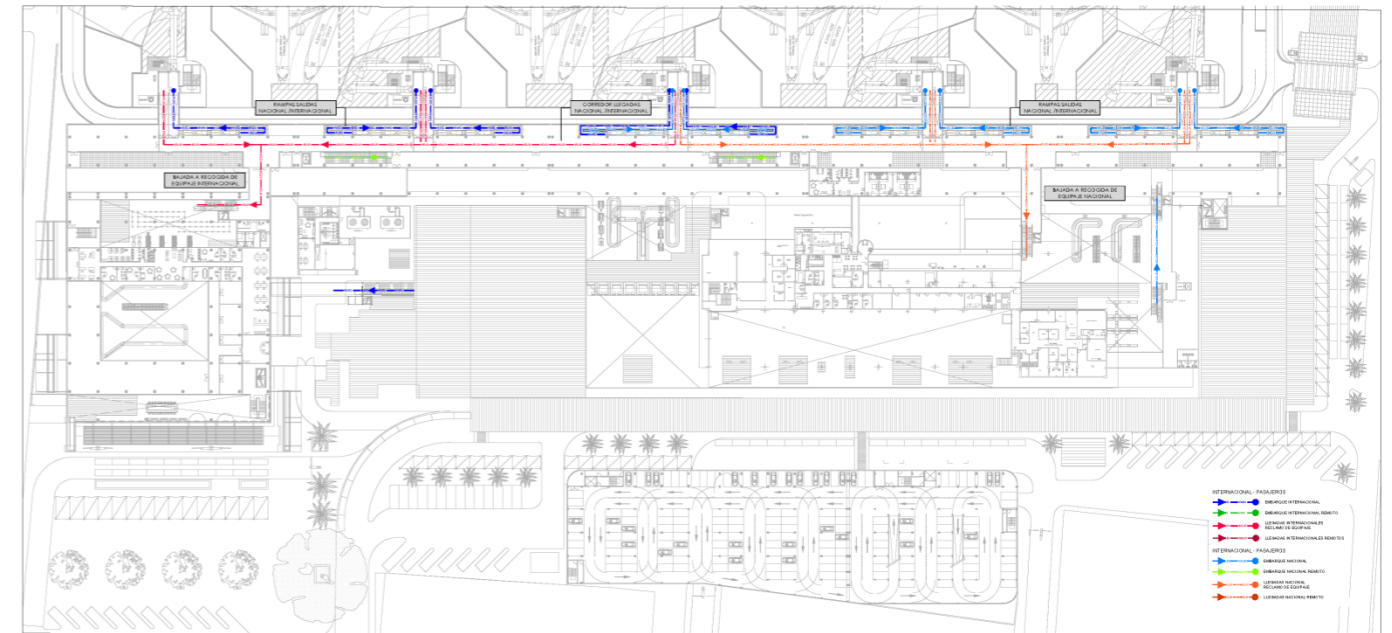
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Situación Discapacidad Nivel 1



Fuente: Elaboración propia

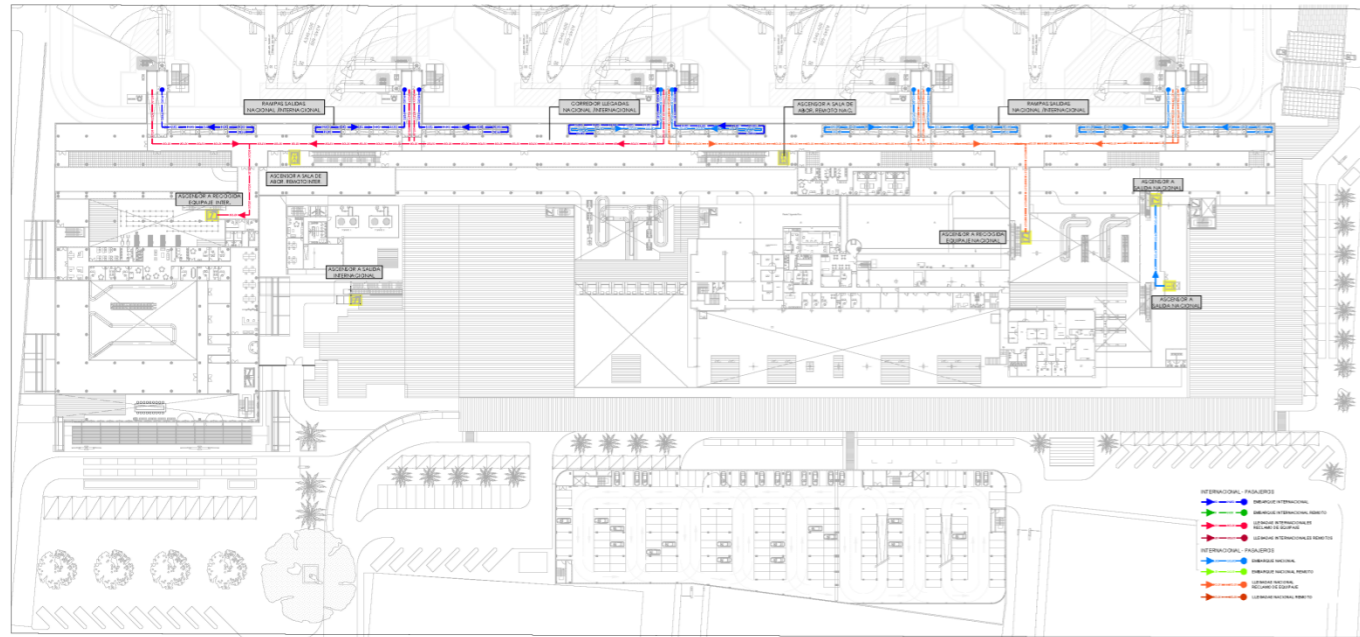
Ilustración 38 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Nivel 2



Fuente: Elaboración propia

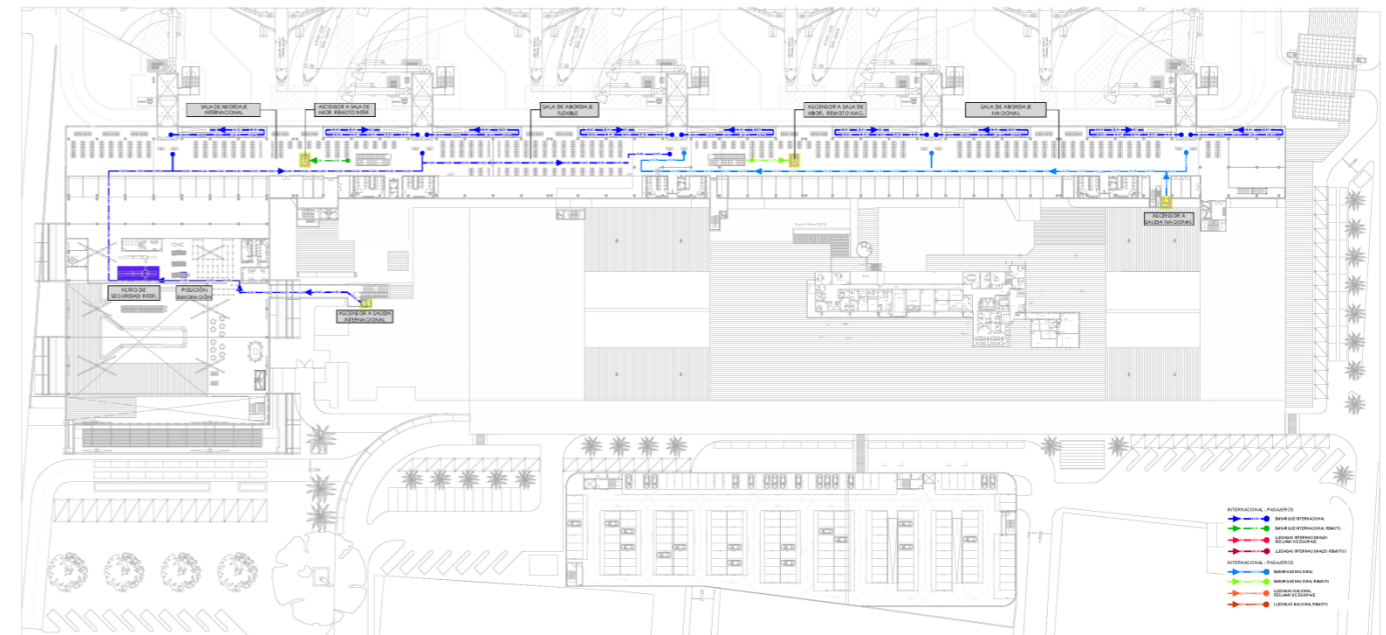


Ilustración 39 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Situación Discapacidad Nivel 2



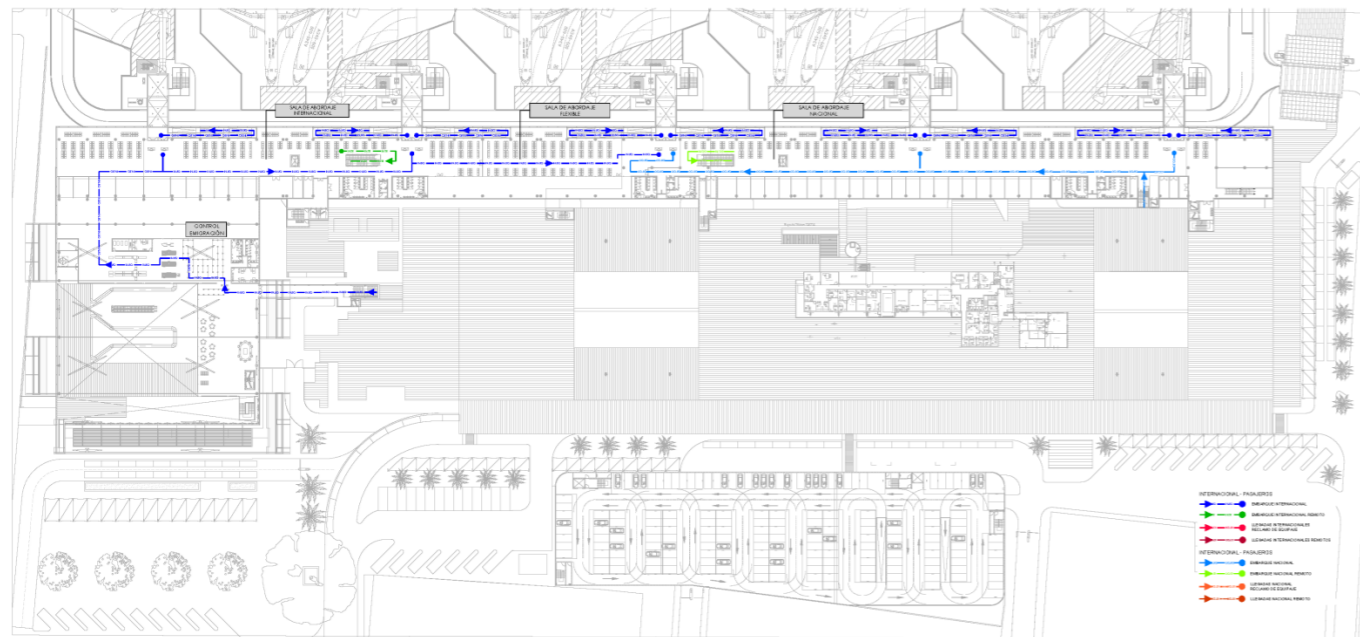
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Situación Discapacidad Nivel 3



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 40 Estado Ampliado (Horizonte II: 8,5MPax). Flujos Pasajeros Nivel 3



Fuente: Elaboración propia

Horizonte IV: 11,5 MPax

Tabla 12.- Cuadro de Áreas de Nueva Construcción y Remodeladas / Horizonte IV: 11,5MPax

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
PLANTA PRIMER PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Hall llegadas Internacionales	800,44	Hall principal de salidas	1.920,38
Reclamo de equipajes Internacionales	2.431,25	Reclamo de equipajes Nacionales	1.143,09
Control de pasaportes llegadas (inmigración)	702,35	Disponible	268
Control de pasaportes llegadas (oficinas)	83,83	Área clasificación equipaje	1.677,80
Aduanas	460,77	Aseos	368,32
Aduanas Oficinas	42,27	Control de Seguridad Nacional	846,09
Aduanas Control Personal / Staff	40,47	Control de Seguridad Nacional Oficinas	63,41
Aseos	626,58	Ampliación Check-in	883,80
Sala de Abordaje Remotos Nacional	609,25	Comercial Nacional	281,32
Sala de Abordaje Remotos Internacional	607,04	Comercial Lado Tierra	726,04
Instalaciones	1.378,97	Oficinas	338,46
Comercial Internacional	288,64	Zonas de Bodega	383,78
Comercial Lado Tierra	85,65	Circulación	275,45
Núcleo vertical	564,42	Vestuario Personal	44,55
Control Acceso Lado Aire	127,54	Rent a car	20,57
Depósito Basuras	108,37	Ticket Taxi/Ticket Vans	45,58
Sala no admitidos	182,77	Cuarto Reconciliación equipajes	67,2
Rent a car	18,80	Núcleo Vertical	149,94
Lost & Found	18,57	Depósito Basuras	60,51
		Instalaciones	88,71
		Devolución maletas	37,01
		Perrera	57,64
		Consigna cruceros	84,38
		Almacenamiento compañías	72,71
		Hall llegadas Nacionales	1.139,47
		Vigilancia	29,82
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>9.178,00</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>11.075,00</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>20.252,90</b>	
PLANTA SEGUNDO PISO			

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Núcleo Vertical	430,78	Circulación	245,26
Puentes Abordaje Fijos	740,02	Sala VIP	447,65
Rampa	506,82	Núcleo Vertical	207,23
Corredor de Llegadas	2.531,22		
Instalaciones	1.762,22		
Circulación	553,30		
Área de descanso Torre de Control	325,58		
Potencial desarrollo Autoridades/Otros	1.308,09		
Punto de Control	83,79		
Sala no admitidos	102,17		
Sala Tránsito	262,2		
Disponibles	30,67		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>8.637,30</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>900,14</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>9.537,40</b>	
PLANTA TERCER PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Control y Seguridad Internacional	280,56	Depósito Basuras	27,55
Body Scan	26,99	Núcleo Vertical	143,03
Inspección Manual	29,92		
Control de Seguridad Internacional (Oficinas)	25,21		
Control de Pasaportes Salidas (emigración)	708,63		
Control de Pasaportes Salidas (Oficinas)	50,20		
Sala VIP Internacional	468,57		
Sala de Abordaje Internacional	1.286,63		
Sala de Abordaje Nacional	1.695,43		
Sala de Abordaje Flexible	806,96		
Comercial Nacional	1.100,27		
Comercial Internacional	1.617,38		
Comercial Lado Tierra	776,78		
Núcleo Vertical	226,96		
Aseos	593,45		
Corredor-Circulación	1.768,76		

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
Rampa	427,51		
Puente de Abordaje Fijo	151,85		
Cuarto de Almacenamiento	103,65		
Instalaciones	111,16		
Sala de Inspección Maletas	49,30		
Disponibles	17,67		
Depósito Basuras	30,67		
Bodega	50,27		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>12.404,80</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>161,58</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>12.566,40</b>	
PLANTA CUARTO PISO			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Sala VIP	616,60	Núcleo Vertical	53,71
Núcleo Vertical	8,96		
Aseos	34,95		
Instalaciones	49,40		
CECOA	126,19		
CGA	125,45		
Sala de Conferencia/Crisis	91,14		
Oficinas	48,80		
Descanso (CECOA/CGA)	67,20		
Circulación	226,67		
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>1.395,36</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>53,71</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN</b>		<b>1.449,10</b>	
TOTAL ÁREAS CONSTRUIDAS			
AMPLIACIÓN		REMODELACIÓN	
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA AMPLIACIÓN</b>	<b>31.615,40</b>	<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA REMODELACIÓN</b>	<b>1.449,10</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA TERMINAL (AMPLIACIÓN + REMODELACIÓN)</b>		<b>43.805,80</b>	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 13.- Cuadro de Áreas de Áreas Consolidadas Nivel I después de Ampliación / Horizonte IV: 11,5MPax**

AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN TERMINAL DE PASAJEROS			
CONSOLIDADO PLANTA PRIMER PISO			
ESPACIOS	m <sup>2</sup>	ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Hall Llegadas Nacionales	1.139,47	Núcleo Vertical	787,46
Hall Llegadas Internacionales	800,44	Enfermería	211,00
Reclamo de Equipajes Internacional	2.431,25	Área de Clasificación de Equipajes	1.677,80
Reclamo de Equipaje Nacional	1.956,76	Aseos	1.568,62
Control de Pasaportes Llegadas (Inmigración)	702,35	Check in	2.368,16
Control de Pasaportes Llegadas (Oficinas)	83,83	Hall Principal Salidas	3.605,01
Control de Seguridad Nacional	846,09	Disponible	298,36
Control de Seguridad Nacional (Oficinas)	63,41	Control Acceso Lado Aire	174,71
Aduanas	460,77	Oficinas	1.276,34
Aduanas Oficinas	42,27	Depósito Basuras	168,88
Aduanas Staff	40,47	Zona de Bodega	383,78
Sala de Abordaje Remotos Internacional	607,40	Vestuario Personal	44,55
Sala de Abordaje Remotos Nacional	609,25	Cuarto Reconciliación Equipaje	67,20
Comercial Nacional	281,32	Rent a Car	39,37
Comercial Internacional	288,64	Ticket Taxi/Vans	45,58
Comercial Lado Tierra	1.361,95	Circulación	378,85
Instalaciones	1.879,23	Almacenamiento Compañías	72,71
Sala No Admitidos	182,77	Consigna Cruceros	84,38
Devolución maletas	37,01	Lost & Found	18,57
Perrera	57,64	Vigilancia	29,82
<b>TOTAL ÁREA CONSOLIDADO PLANTA PRIMER PISO</b>			<b>27.173,47</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.- Cuadro de Superficies: Central de Instalaciones / Horizonte IV: 11,5 MPax**

CENTRAL DE INSTALACIONES	
CENTRAL INSTALACIONES SOTANO	
ESPACIOS	m <sup>2</sup>
Núcleo Vertical	56,41
Sala Bombeo	110,20
Depósito RCI (600 m <sup>3</sup> )	219,37
Depósito Agua Potable (280 m <sup>3</sup> )	95,02
Depósito Agua Fluxores (280 m <sup>3</sup> )	95,03
Galería Técnica	28,30
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>604,30</b>
CENTRAL INSTALACIONES PRIMER PISO	
Núcleo Vertical	50,91
Depósito de Basuras	66,41
Central Instalaciones	258,97
Subestación eléctrica	184,40
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>560,60</b>
CENTRAL INSTALACIONES SEGUNDO PISO	
Núcleo Vertical	50,91
Oficinas	91,32
Vestuarios	42,84
CPD	114,09
Circulación	23,54
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>322,70</b>
CENTRAL INSTALACIONES TERCER PISO	
Núcleo Vertical	34,77
Depósito de Basuras	66,54
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA</b>	<b>101,30</b>
<b>TOTAL ÁREA CONSTRUIDA CENTRAL DE INSTALACIONES</b>	<b>1.589,00</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez completada la Ampliación y Remodelación del Edificio Terminal (Horizonte IV: 11,5 MPax) las Áreas Resultantes son:

- **NUEVA CONSTRUCCIÓN: 31.615,40 m<sup>2</sup>.**
- **ÁREAS REMODELADAS: 12.190,40 m<sup>2</sup>.**
- **ÁREAS NO OBJETO DE REMODELACIÓN: 13.210,00 m<sup>2</sup>.**
- **SUPERFICIE FINAL RESULTANTE: 57.015,80 m<sup>2</sup>.**
- **NUEVA CENTRAL DE INSTALACIONES: 1.589,00 m<sup>2</sup>**



Ilustración 42 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Urbanización.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 1.



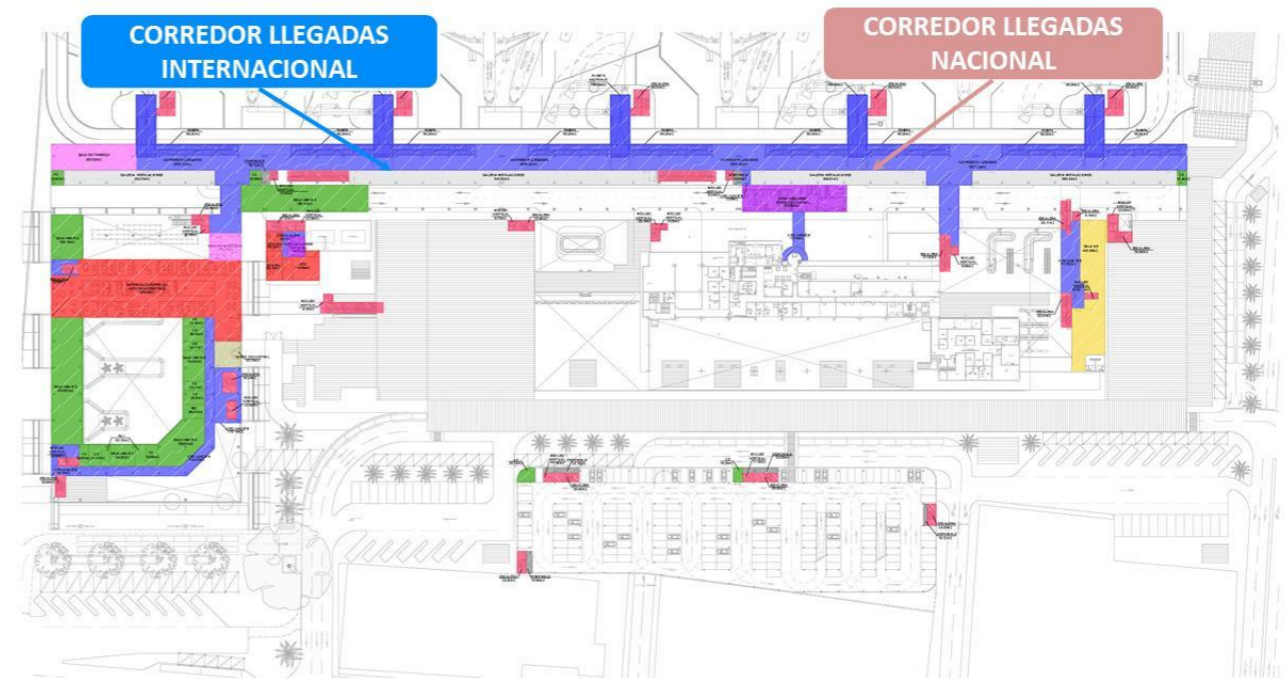
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 1 Consolidado



Fuente: Elaboración propia

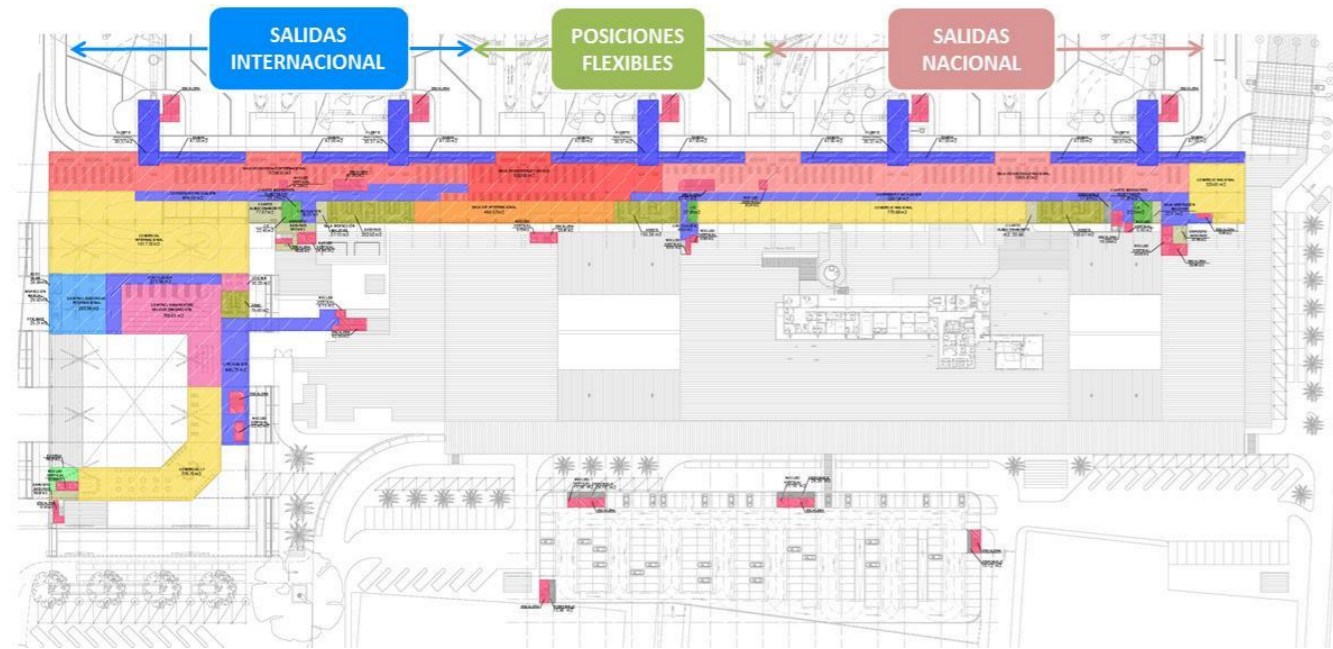
Ilustración 45 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 2



Fuente: Elaboración propia

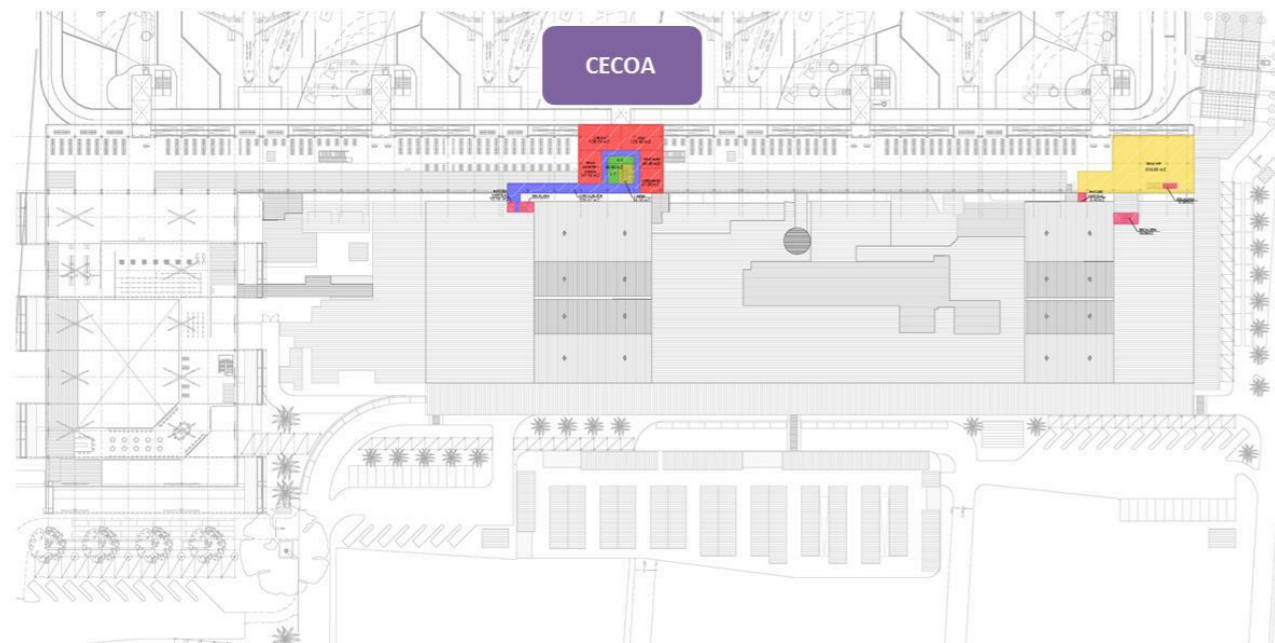


Ilustración 46 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 3.



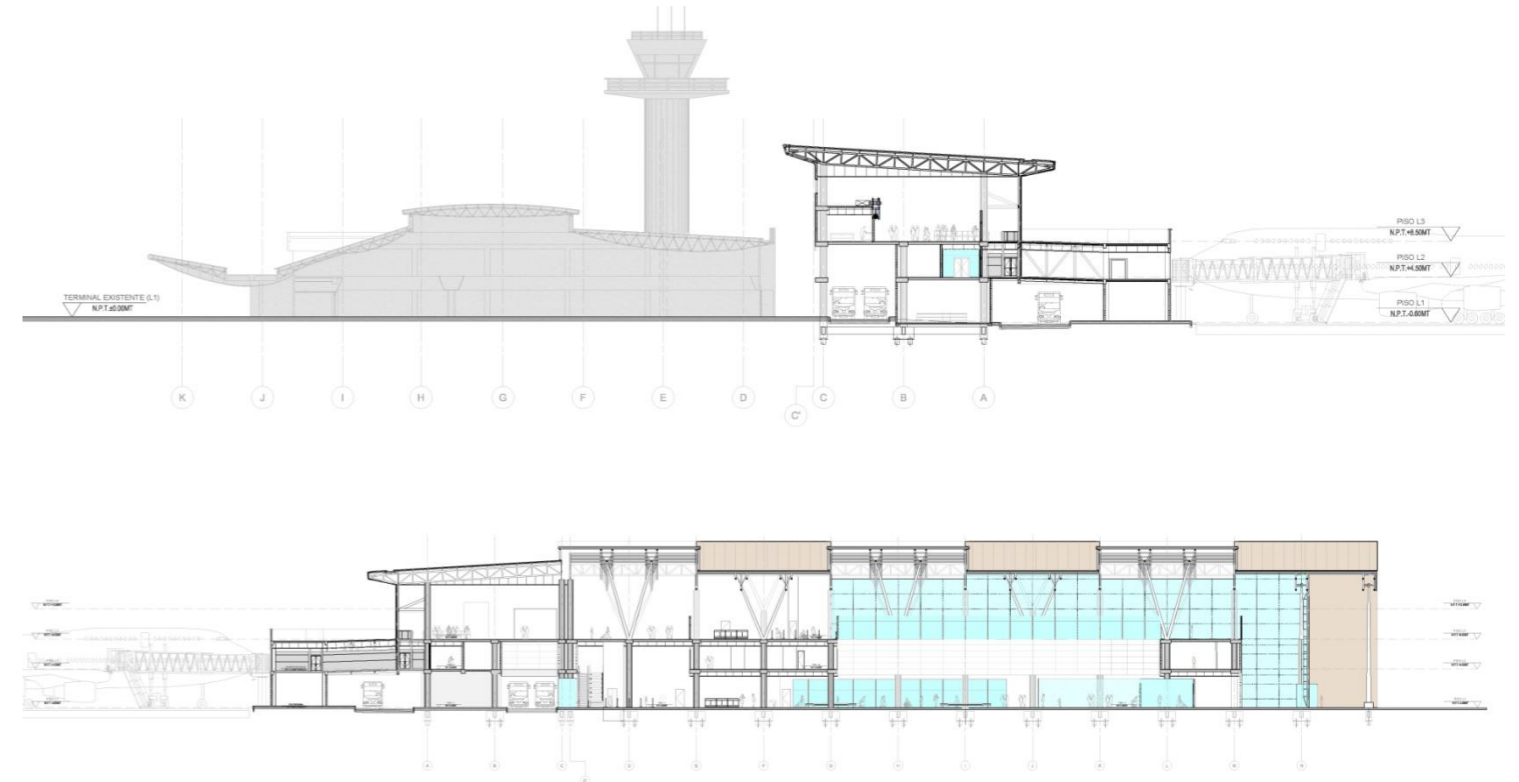
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Edificio Terminal. Nivel 4.



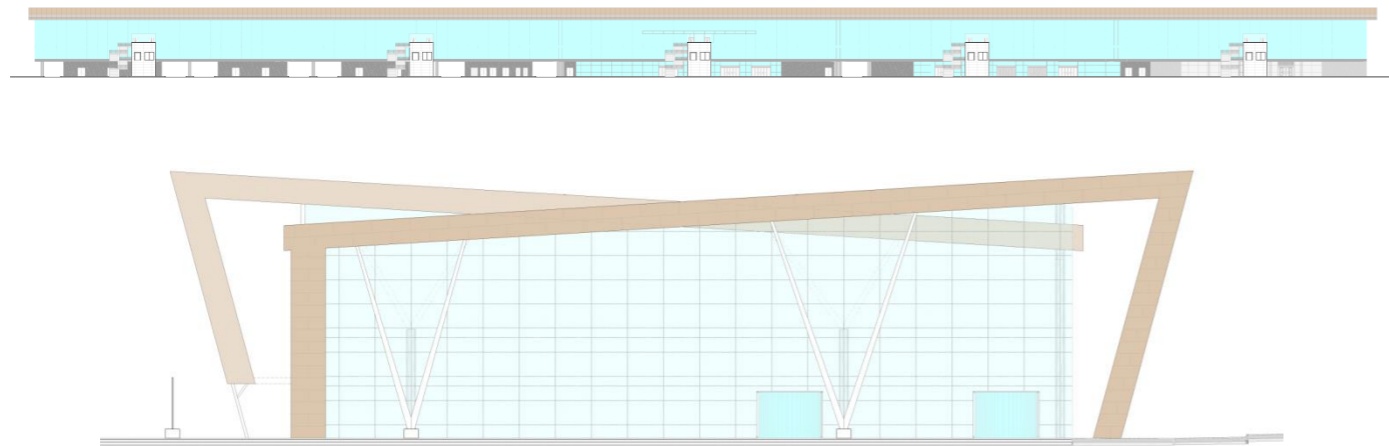
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Secciones



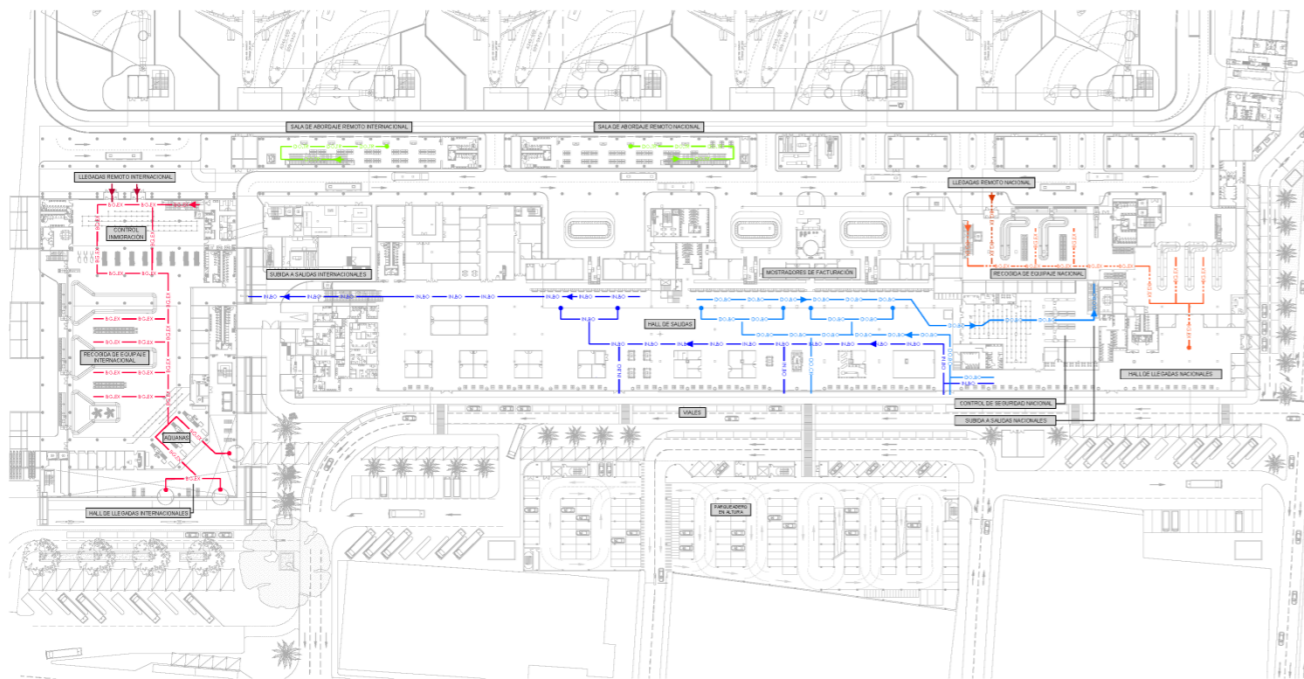
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Alzados



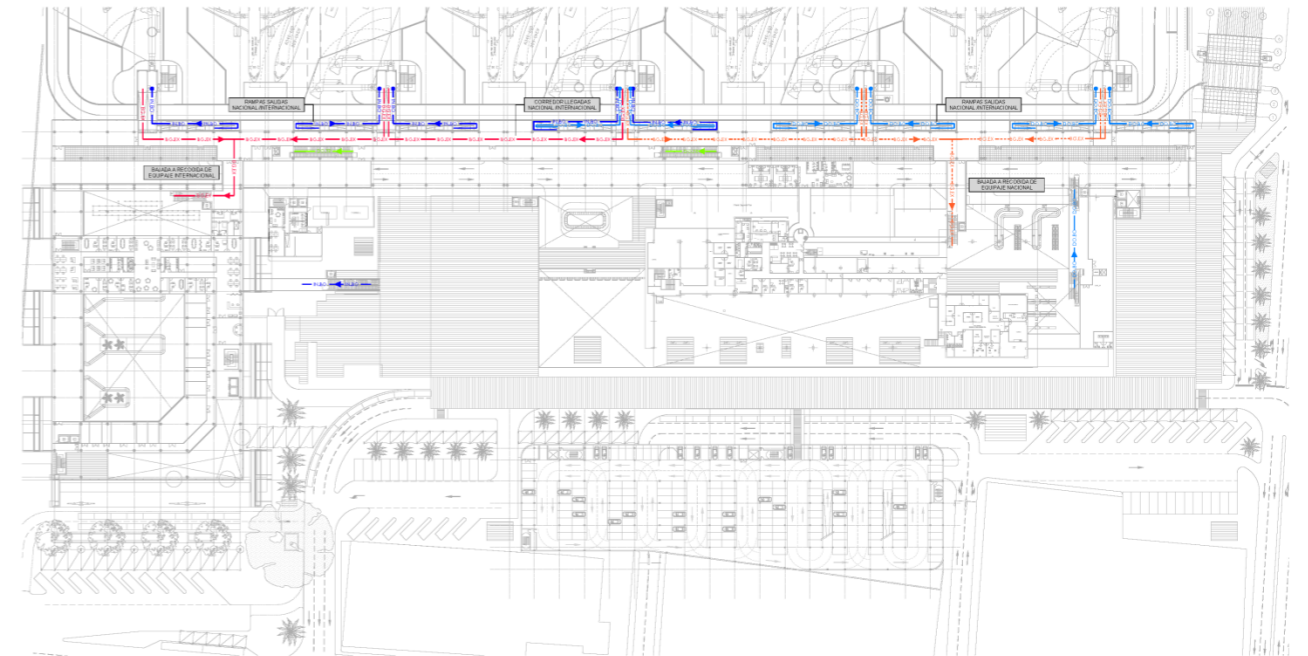
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Flujos Nivel 1



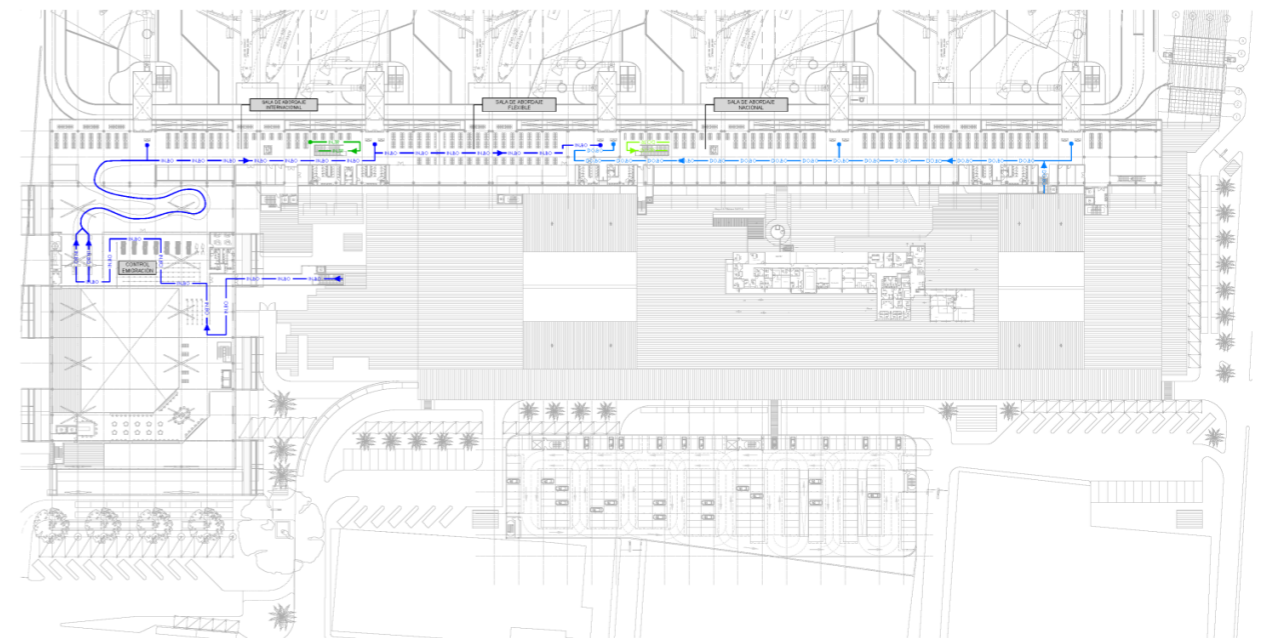
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Flujos Nivel 2



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52 Estado Ampliado (Horizonte IV: 11,5MPax). Flujos Nivel 3



Fuente: Elaboración propia



### 5.3. Estrategia de Ampliación: Parqueaderos

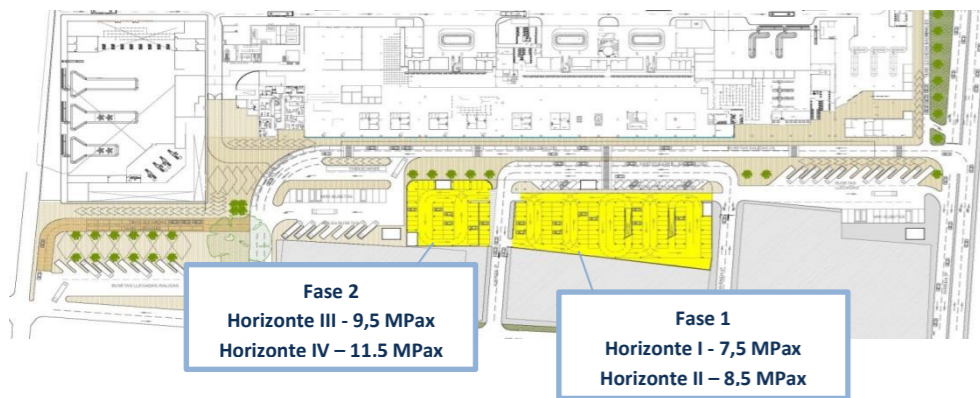
El continuo crecimiento del Aeropuerto Rafael Núñez conlleva una necesidad de ampliación de zonas de servicio imprescindibles para el correcto funcionamiento del Aeropuerto. Los parqueaderos son una parte muy importante de estas zonas de servicio, es por ello que se plantea la reforma de las tres zonas de aparcamiento existente, ampliando el número de plazas para carros y busetas. Del mismo modo, se han creado nuevas áreas de carga y recogida de pasajeros que actualmente no existen y se realizan frente a la fachada del Terminal. El crecimiento de pasajeros implica la necesidad de reordenar estas actividades, ya que de otra manera colapsarían el carril más cercano a la acera del Terminal.

#### Ampliación del parqueadero público, trabajadores y Rent-a-car

El parqueadero central, destinado al público general y a los trabajadores del Aeropuerto aumentará su capacidad construyéndose un parqueadero en altura, capaz de atender las necesidades estimadas para los horizontes de desarrollo.

En una primera fase se construirá un nuevo parqueadero con capacidad para dar servicio al Terminal de 8,5 millones de pasajeros anuales (Horizonte I y Horizonte II). En una segunda fase se ampliará dando capacidad para atender al Horizonte III y IV (9,5 MPax y 11,5 MPax respectivamente).

Ilustración 53 Ampliación Parqueadero Público



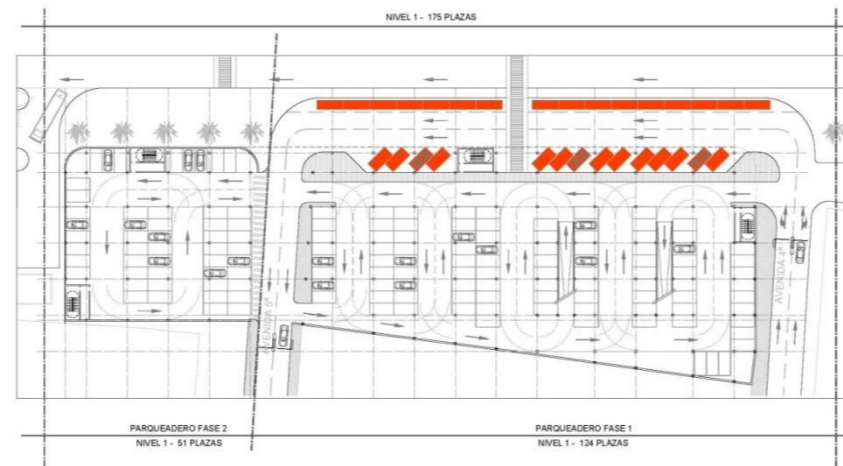
Fuente: Elaboración propia

Al nuevo parqueadero público se accede por la Avda. 4ª, en esta misma avenida todos los vehículos recogerán el tique del parqueadero.

Para recogida y descarga de pasajeros se han previsto 30 plazas exteriores al edificio del parqueadero para estancia corta. Se permitirá la parada por un máximo de diez minutos de forma gratuita. Para evitar colapsos en la llegada y salida de pasajeros se abrirán dos carriles de circulación centrales con una hilera de aparcamiento de corta estancia a cada lado.

Para estancias superiores a diez minutos será necesario acceder al interior del edificio parqueadero.

Ilustración 54 Planta primera Parqueadero – Plazas de estancia corta



Fuente: Elaboración propia

Contando conjuntamente las plazas de larga y de corta estancia, en nivel 1 se contará con 123 plazas de parqueadero y 40 motos para el primer y segundo horizonte (7,5 MPax y 8,5 MPax respectivamente). Para la segunda fase de construcción del parqueadero (Horizonte III y IV) se contará con 48 plazas más, haciendo un total de 171 plazas.

Ilustración 55 Parqueadero Nivel 1



Fuente: Elaboración propia

El parqueadero contará con dos niveles superiores que, de la misma manera que la planta inferior se construirán en dos fases. En nivel 2, para la primera fase se tendrá una capacidad para 131 vehículos y en segunda fase se añadirán 47 plazas más, alcanzando una capacidad de 178 plazas de parqueadero. En el nivel 3 se construirán 132 plazas en primera fase y 45 en segunda, haciendo un total de 180. El número total de plazas ascenderá en las dos fases a 529.

Ilustración 56 Parqueadero Nivel 2



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.- Número de plazas nuevo parqueadero en altura

NIVEL	PARQUEADERO		TOTAL POR NIVEL
	FASE 1	FASE 2	
L1	123 (40 motos)	48	171
L2	131	47	178
L3	132	45	180
<b>TOTAL</b>	<b>386</b>	<b>140</b>	<b>429</b>

Fuente: Elaboración propia

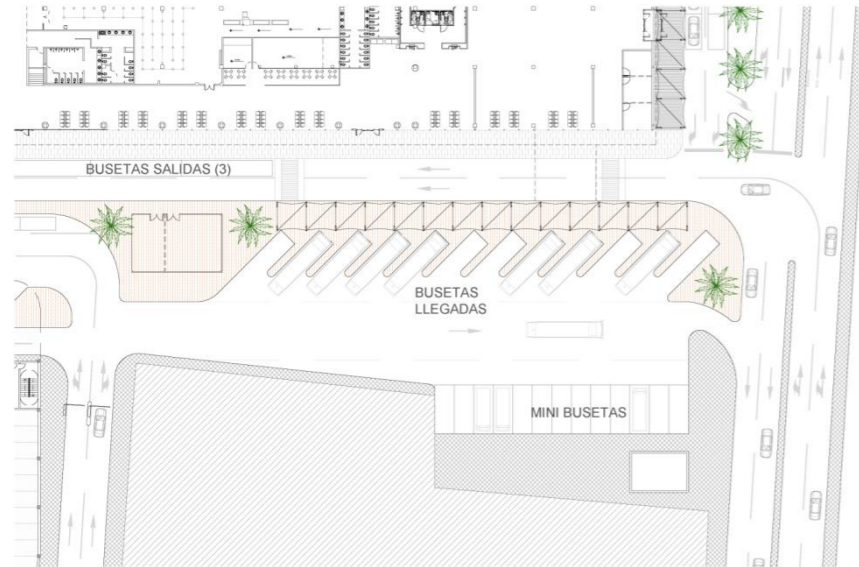
### Ampliación del parqueadero de busetas nacionales

El parqueadero existente se reordenará para crear una zona de dársenas para busetas nacionales frente a la zona de llegadas de vuelos nacionales. Los pasajeros que salgan del aeropuerto encontrarán frente a la salida las dársenas de busetas. Las nuevas dársenas tendrán una capacidad para 12 busetas de gran tamaño (12 metros). Adicionalmente se han ubicado también 13 plazas para busetas de menor tamaño. Se contará con un total de **25 plazas** de parada de busetas.

El acceso a este parqueadero desde la avenida 4ª y su salida por la 3ª impiden que todo el tráfico de busetas nacionales circule frente a la fachada del terminal, ayudando así a la descongestión de los viales de descarga y recogida de pasajeros.

Se ubicará también un pequeño edificio de servicio y descanso para los conductores de las busetas.

Ilustración 57 Ampliación Parqueadero de Busetas Nacionales



Fuente: Elaboración propia

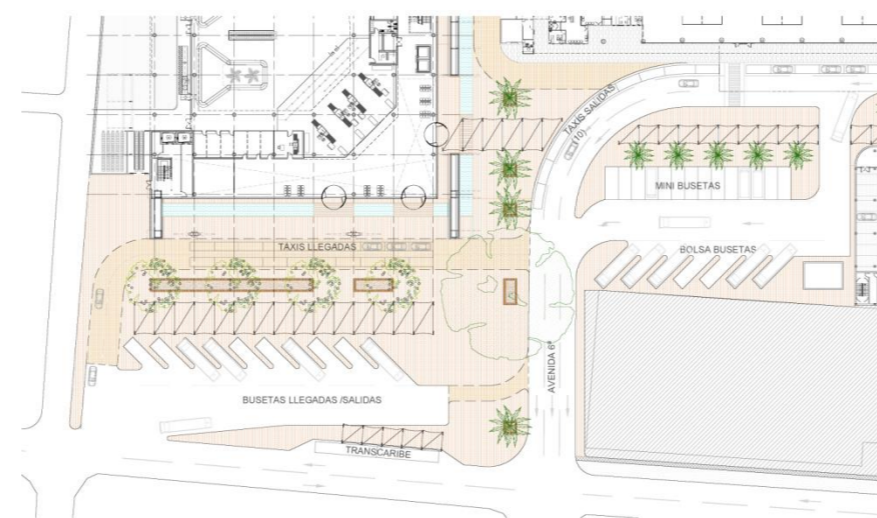
### Ampliación del parqueadero de busetas internacionales

La zona de parqueadero de busetas internacionales se reordenará para albergar una bolsa de busetas de apoyo a las dársenas de recogida de pasajeros. También se destinará a las busetas que lleguen con antelación a la llegada de los viajeros, así puedan esperar antes de ocupar una dársena en la zona de recogida de pasajeros ubicada frente al nuevo edificio procesador. La capacidad de parqueamiento de esta zona será de 7 busetas de gran tamaño más 14 de busetas medianas, haciendo un total de **21 plazas** para busetas. Adicionalmente se tendrán **10 dársenas** para recogida de pasajeros en el espacio público entre el procesador y la Avenida 70.

De igual manera que el parqueadero de busetas nacionales se proveerá a esta zona de un pequeño edificio de servicio para los conductores de las busetas.

En esta reordenación se ubicarán además dos plazas de parada para la línea Transcaribe en la Avenida 70 frente al edificio de internacional.

Ilustración 58 Ampliación Parqueadero de Busetas Internacionales



Fuente: Elaboración propia



### 5.4. Estrategia de Ampliación: Accesos

Atendiendo al incremento del número de pasajeros para los próximos años y, en consecuencia, de la afluencia de vehículos al aeropuerto se proponen una mejora al sistema de accesos interno del Aeropuerto, la reordenación de las circulaciones en los accesos para conseguir unos niveles de servicio aceptables.

Se siguen los principios de circulación que rigen en la mayoría de los aeropuertos internacionales, estos son:

- **Completa segregación entre tráfico de vehículos particulares y profesionales.**
- **Acceso exclusivo a la fachada del terminal de vehículos profesionales**
- **Mínima interferencia entre flujos**
- **Zonas específicas destinadas a parada y espera para cada tipo de vehículo**

Combinando todos los aspectos anteriores, la solución adoptada consiste en un diseño de flujos unidireccionales, eliminando en la medida de lo posible los puntos conflictivos.

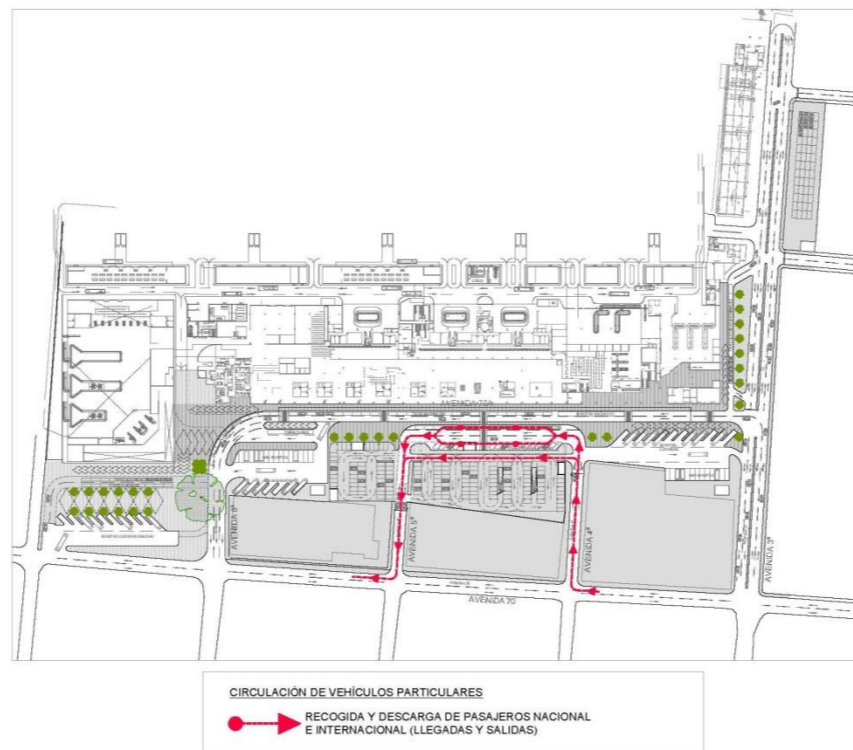
Así se ha planteado el acceso de vehículos profesionales de forma exclusiva por la Avenida 3ª y la salida por la Avenida 6ª. Por el contrario, el acceso de los vehículos particulares se ha ubicado en la Avenida 4ª, con salida por la Avenida 5ª. De esta manera, los flujos privado y profesional no se mezclan en ningún momento, evitando de esta manera los colapsos frente a la fachada del terminal en las horas pico de llegada y salida de pasajeros.

### Circulación de vehículos particulares

El acceso de los vehículos particulares se efectuará desde la Avenida 70 por la Avenida 4ª, siendo en todo caso necesaria la adquisición de tique de parqueadero. Se han dispuesto 30 plazas de corta estancia a ambos lados de los viales que recorren la fachada del terminal. Estas plazas tendrán permitida una parada máxima de 10 minutos libre de pago, sin necesidad de validar el tique en la máquina. Esta solución está destinada principalmente a la descarga de pasajeros en Salidas, aunque pueden también ser usadas para la recogida inmediata de pasajeros en Llegadas.

Para estancias superiores a 10 minutos será necesario hacer uso del resto del parqueadero.

Ilustración 59 Esquema de flujos de vehículos particulares

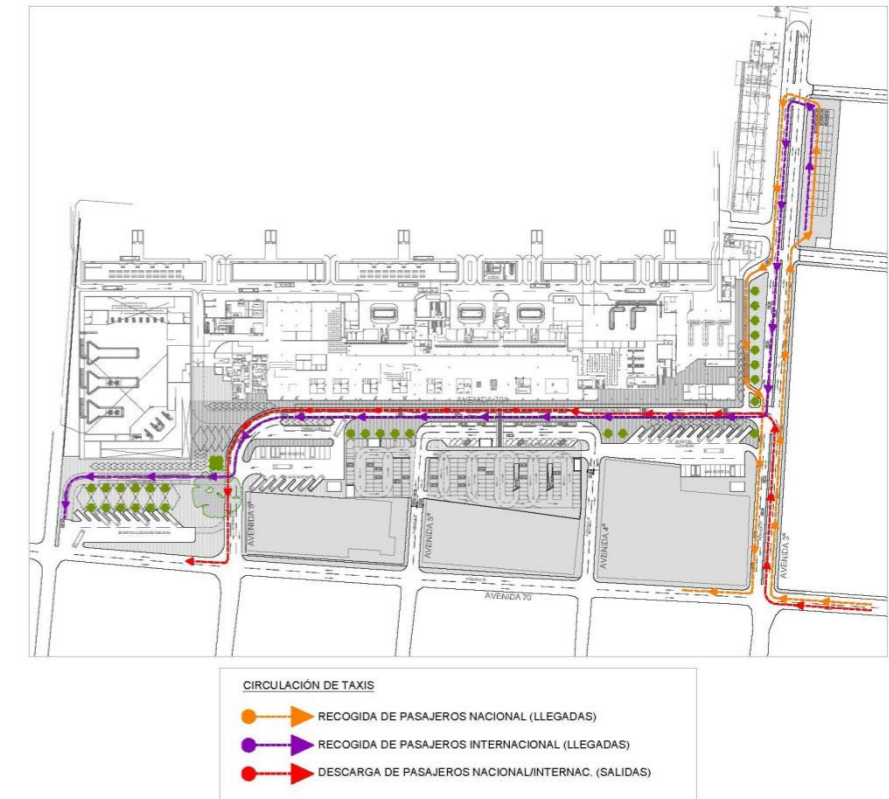


Fuente: Elaboración propia

### Circulación de taxis

Para la circulación de taxis, se han tomado dos decisiones principales para la ordenación de los flujos: la salida de los taxis de recogida de viajeros en llegadas nacionales se realizará por la Avenida 3ª y la configuración de dos carriles exclusivos para profesionales frente al terminal (uno para parada y otro para circulación).

Ilustración 60 Esquema de flujos de Taxis



Fuente: Elaboración propia

En las circulaciones de taxis distinguimos entre tres tipos de flujos diferentes:

- **Recogida de pasajeros en llegadas nacionales:** Este flujo supone el mayor porcentaje de vehículos que circulan por el aeropuerto. Por esta razón se ha decidido cambiar la parada de taxis actual del frente al lateral del terminal, alimentada por la bolsa de taxis que se reordenará al final de la Avenida 3ª. Una vez cargados los pasajeros, este importante flujo saldrá por la Avenida 3ª de forma que evitamos que todos estos vehículos pasen por el frente del terminal. Esta solución supone una reducción considerable de vehículos en la Avenida 70A.



Ilustración 61 Recogida de pasajeros en llegadas nacionales



Fuente: Elaboración propia

- **Recogida de pasajeros en llegadas internacionales:** Como el resto de vehículos profesionales accederán desde la Avda. 70 por la Avda. 3ª. Deberán esperar en la bolsa de taxis a ser requeridos en la parada de la zona internacional.

Entre el nuevo edificio procesador para la zona internacional y la Avda. 70 se ha planteado un espacio público que, además de servir como un espacio de presentación del nuevo edificio, se ha destinado a la recogida y descarga de pasajeros. La parada de taxis, provenientes correctamente identificados desde la bolsa de taxis, se ha integrado en la plaza, delimitándose mediante un cambio de pavimento o de color del mismo.

La salida de los taxis desde esta parada se realiza directamente a la Avda. 70

Ilustración 62 Recogida de pasajeros en llegadas Internacionales



Fuente: Elaboración propia

- **Descarga de pasajeros en salidas nacionales e internacionales:** La descarga de pasajeros que se disponen a tomar su vuelo se realizará frente a la fachada del terminal, a la altura del hall de salidas. De esta manera el recorrido desde el taxi hasta los counters se reduce al mínimo posible.

La configuración de los dos carriles destinados a este uso se puede observar en la siguiente ilustración, la descarga se producirá en el carril más cercano a la fachada mientras que el segundo carril queda libre para salida y para tránsito de otros vehículos profesionales autorizados para circular por esta zona.

Ilustración 63 Ejemplo de configuración de descarga de pasajeros en Salidas



Fuente: Elaboración propia

### Circulación de busetas

Las actuaciones más importantes para la organización de la recogida y descarga de pasajeros por medio de busetas son tres: nueva zona de dársenas en la zona de vuelos nacionales; otra nueva zona de dársenas en la zona de vuelos internacionales; y por último una bolsa de busetas y mini-busetas para esperas prolongadas.

La circulación de las busetas para descarga de pasajeros será, como en el caso de los taxis, la de los vehículos profesionales, entrando por la Avda. 3ª, saliendo por la 6ª y pasando por todo el frente del terminal.

Ilustración 64 Esquema de flujos de Busetas



Fuente: Elaboración propia

De igual manera que en la circulación de taxis, podemos diferenciar entre tres tipos de circulación de busetas:

- **Recogida de pasajeros en llegadas nacionales:** Para los pasajeros en llegadas de vuelos nacionales se han ubicado unas dársenas con capacidad para 12 busetas de gran tamaño frente a la zona de llegadas.

Para despejar en la medida de lo posible la cantidad de busetas frente al terminal, se ha planteado el acceso a las dársenas desde la Avda. 70 a través de la Avda. 4ª y con salida desde la Avda 3ª.

Se dispone también de una zona de parqueadero para busetas de menor tamaño para esperas prolongadas.

Ilustración 65 Dársena de busetas en llegadas nacionales



Fuente: Elaboración propia

- **Recogida de pasajeros en llegadas internacionales:** Se han integrado dentro del espacio público, creado frente al nuevo edificio procesador, unas dársenas con capacidad para diez busetas de gran tamaño. A esta zona acceden las busetas que llegan al aeropuerto a través de la Avda. 3ª y recorren el vial de circulación para profesionales frente al terminal. Si la recogida es inmediata accederán directamente a las dársenas, si por el contrario deben esperar a que llegue el vuelo, podrán hacerlo en la bolsa de busetas ubicada frente a la plaza, para más tarde entrar a las dársenas para recoger a los pasajeros.

Ilustración 66 Dársenas y bolsa de busetas para recogida de pasajeros en llegadas internacionales



Fuente: Elaboración propia

- **Descarga de pasajeros en salidas nacionales e internacionales:** La descarga de pasajeros en Salidas se realiza de la misma manera que los taxis. Se han reservado tres plazas para busetas de gran tamaño en el carril de descarga, el más cercano a la acera del terminal.

Una vez descargada la buseta podrá salir por la 6ª a la Avda.70 o bien entrar en la bolsa de busetas a la espera de la llegada de nuevos pasajeros en Llegadas.

### Circulación de línea Transcribe

Para la línea Transcribe se ha ubicado una parada en de la Avenida 70 con capacidad para dos busetas de gran tamaño. La parada de Transcribe se sitúa en la plaza que queda frente al terminal de internacional, teniendo un acceso directo de los pasajeros desde el edificio.

Ilustración 67 Esquema de flujos de línea Transcribe



Fuente: Elaboración propia

### Circulación de camiones de carga

Los camiones de carga de mercancías accederán a la zona de carga y entrada de mercancías a lado aire a través de la Avda. 70 y saliendo por la misma sin necesidad de pasar en ningún momento por el frente de terminal.

Ilustración 68 Esquema de flujos de carga de mercancías



Fuente: Elaboración propia



### 5.5. Justificación de Cumplimiento de Necesidades de Espacios y Elementos de proceso: Desarrollo Propuesto Edificio Terminal

#### NECESIDADES DE ESPACIOS

Se incluye a continuación el resumen de Necesidades por Horizonte de Desarrollo establecidas en el Capítulo 5: Programa de Espacios. Ajuste Capacidad/Demanda.

Tabla 16.- Resumen de Necesidades, por Horizonte, de Superficie por Dependencia (IATA ADRM 10)

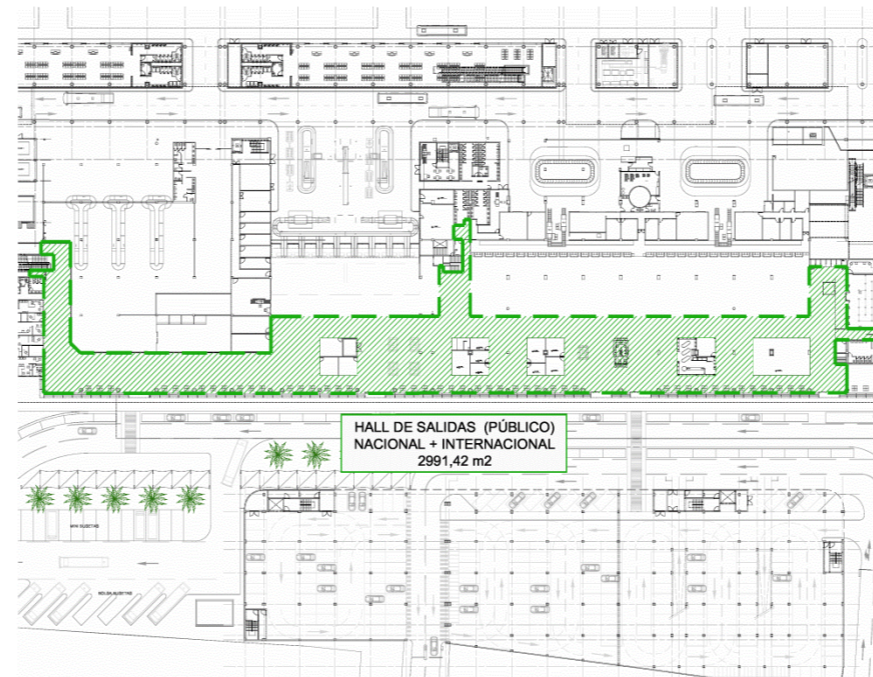
DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero					Capacidad Actual (m2) VALOR CONSENSUADO 2015	
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax		
Hall de salidas (público) NAC	1.217	1.695	1.875	2.017	2.108	3.000	
Hall de salidas (público) INT	634	885	970	1.099	1.687		
Hall de salidas (público) NAC+INT COMBINADO	1.329	1.854	2.068	2.278	2.752		
Check-in (colas) NAC	625	769	827	917	917		
Check-in (colas) INT	336	457	496	544	821		
Check-in (colas) TOTALES INT+NAC	961	1.226	1.323	1.461	1.738		
TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING	2.290	3.080	3.391	3.739	4.490		
Seguridad (equipos + colas) NAC	253	343	400	420	420		243
Seguridad (equipos + colas) INT	156	172	186	232	324		216
Emigración INT (Pasaportes Salidas)	146	169	189	218	318		345
Salas de embarque NAC	1.426	1.987	2.197	2.364	2.365		2.051 <sup>(1)</sup>
Salas de embarque INT	676	829	910	1.031	1.955		1.010
Salas de embarque NAC+INT (TOTALES)	2.102	2.816	3.107	3.395	4.320		3.061
Inmigración (equipos + colas) INT	115	140	230	245	313		556
Recogida de equipajes NAC (hipód. recog. y circulac.)	977	1.466	1.466	1.466	1.466		1.172
Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.188	1.188	1.188	1.188	1.887		1.112
Aduana	132	165	165	198	231		192
Hall de llegadas (público) NAC	506	609	667	703	839	610	
Hall de llegadas (público) INT	239	294	322	365	559	616	

<sup>(1)</sup> Incluye Sala VIP (503 m<sup>2</sup>)  
Fuente: Elaboración propia

#### HORIZONTE II: 8,5 MPAX – HORIZONTE MÁS PROBABLE

#### HALL DE SALIDAS. INTERNACIONAL + NACIONAL

Ilustración 69 Hall de Salidas. Nacional + Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

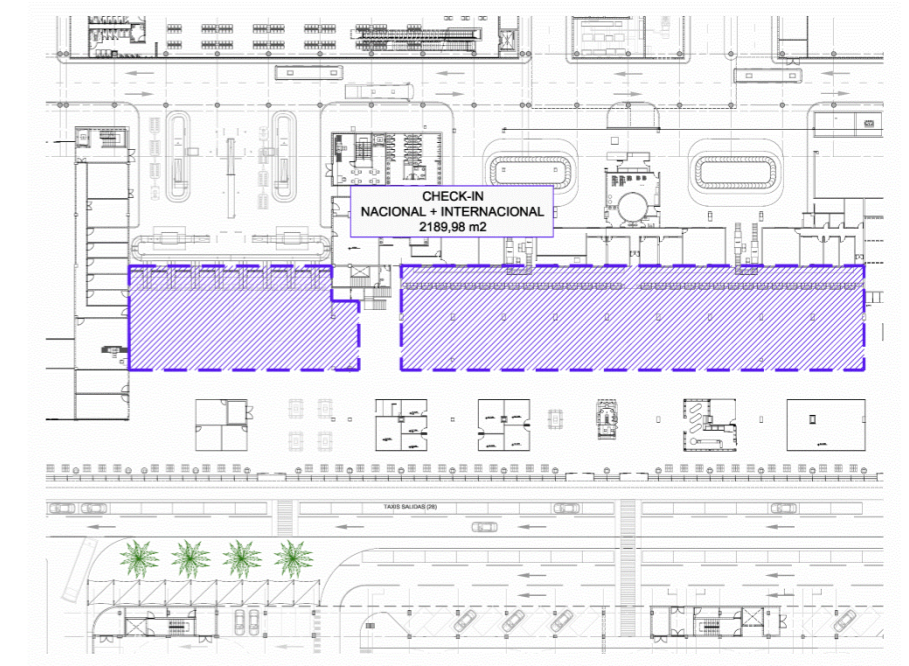
Tabla 17.- Hall de Salidas. Nacional + Internacional / Horizonte II: 8,5MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de Salidas, Nacional + Internacional	2.068	2.991

Fuente: Elaboración propia

#### CHECK-IN. INTERNACIONAL + NACIONAL (Colas)

Ilustración 70 Check-in (Colas). Nacional + Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.- Check-in (Colas). Nacional + Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

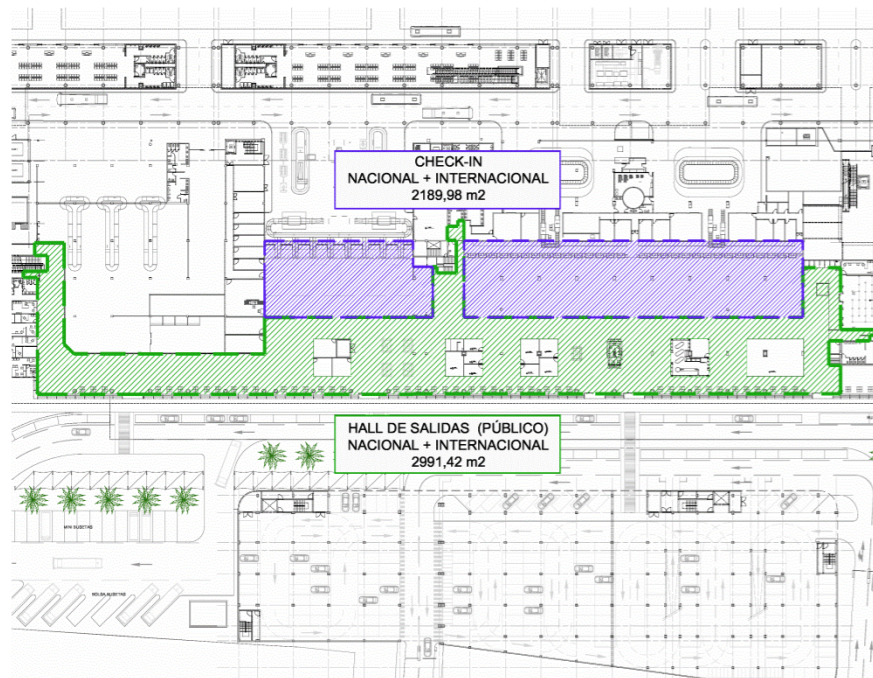
Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Check-in (Colas). Nacional + Internacional	1.323	2.190

Fuente: Elaboración propia



TOTAL HALL DE SALIDAS + CHECK-IN. INTERNAC. + NACIONAL

Ilustración 71 Total Hall Salidas. Nacional + Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

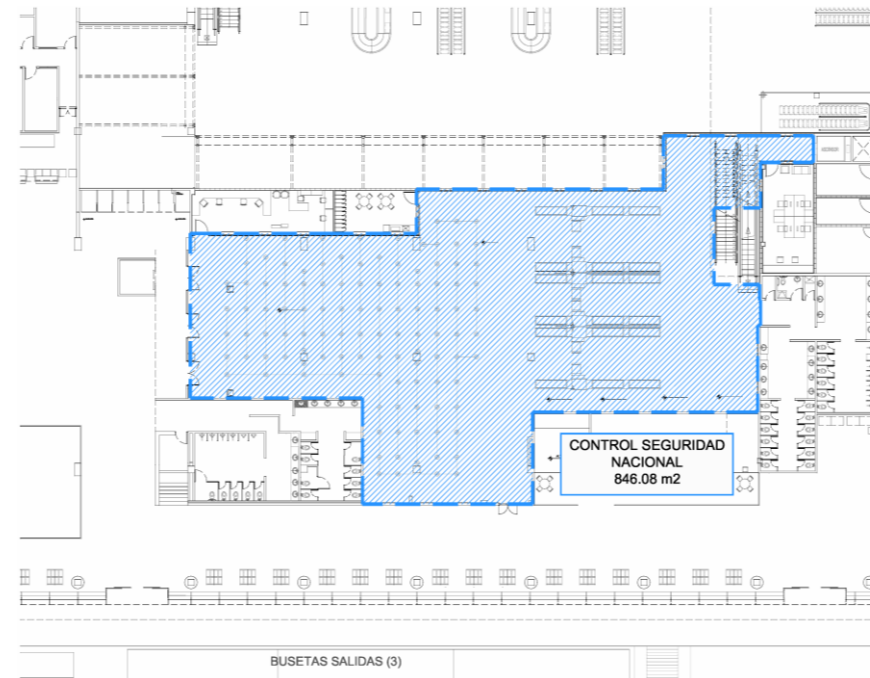
Tabla 19.- Total Hall Salidas: Nacional + Internacional / Horizonte II: 8, 5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Total Hall Salidas Nacional + Internacional	3.391	5.181

Fuente: Elaboración propia

SEGURIDAD. EQUIPOS + COLAS. NACIONAL

Ilustración 72 Seguridad. Equipos + Colas. Nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

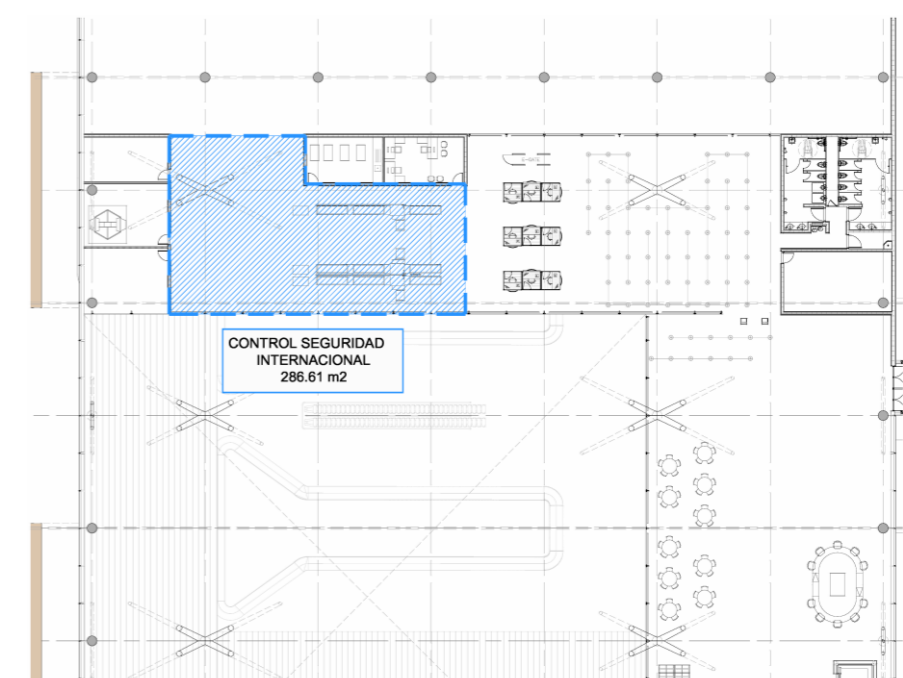
Tabla 20.- Seguridad. Equipos + Colas. Nacional

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Seguridad. Equipos + Colas. Nacional	400	846

Fuente: Elaboración propia

SEGURIDAD. EQUIPOS + COLAS. INTERNACIONAL

Ilustración 73 Seguridad. Equipos + Colas. Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

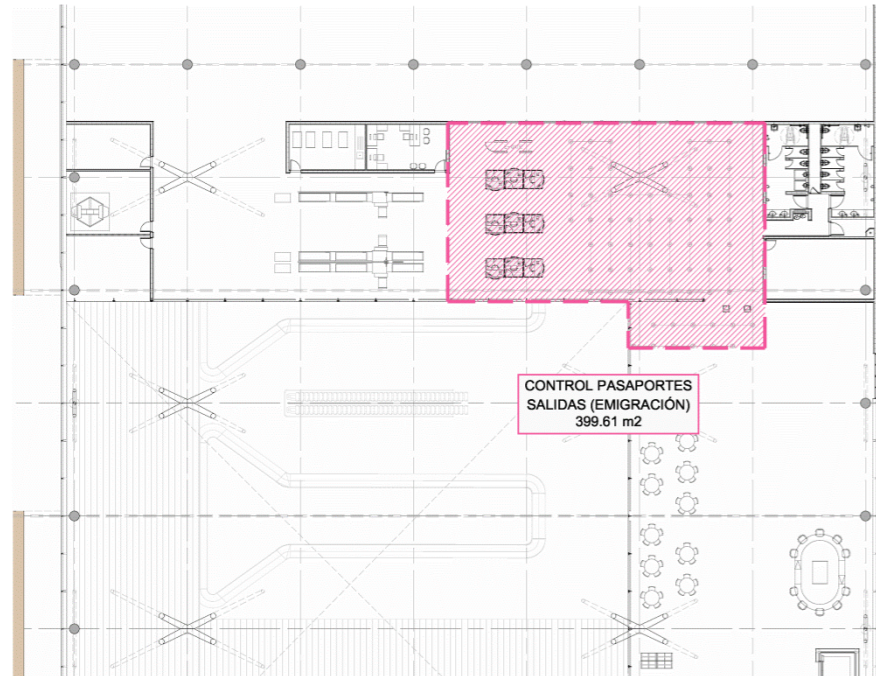
Tabla 21.- Seguridad. Equipos + Colas. Internacional

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Seguridad. Equipos + Colas. Internacional	186	287

Fuente: Elaboración propia

EMIGRACIÓN INTERNACIONAL. PASAPORTES SALIDAS

Ilustración 74 Emigración Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

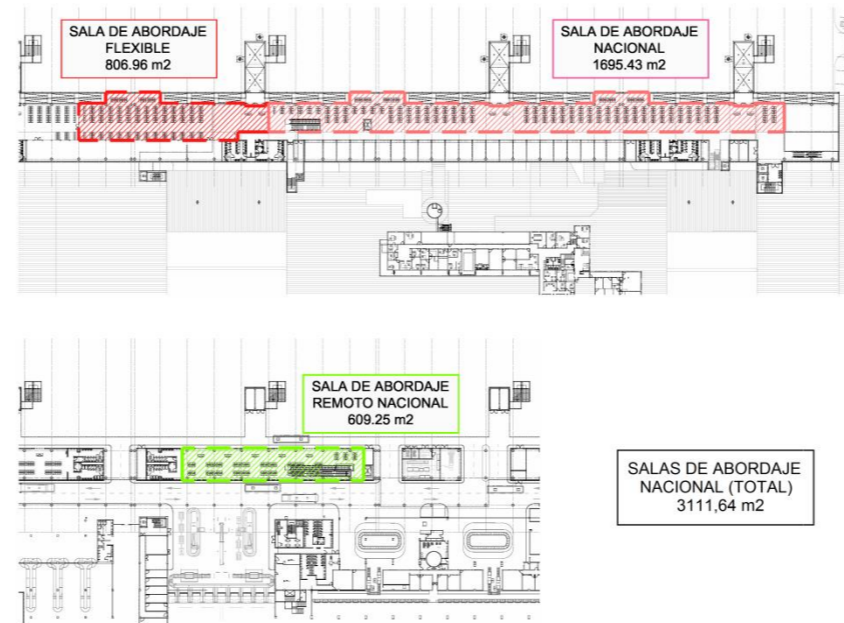
Tabla 22.- Emigración Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Emigración Internacional	189	399

Fuente: Elaboración propia

SALAS DE EMBARQUE NACIONAL. (INCL. FLEXIBLE Y REMOTOS)

Ilustración 75 Salas de embarque nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

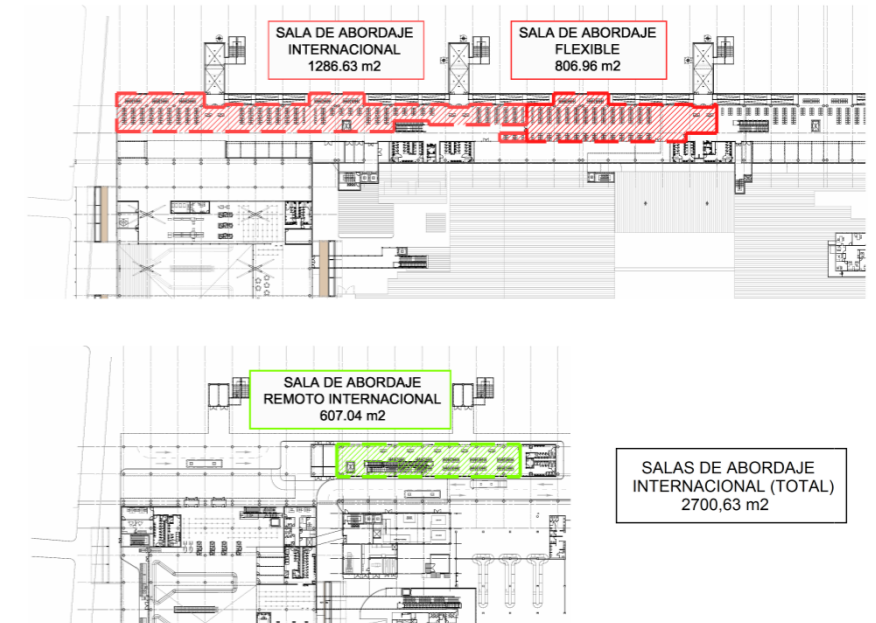
Tabla 23.- Sala de embarque nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Salas de Embarque Nacional	2.197	3.111

Fuente: Elaboración propia

SALAS DE EMBARQUE INTERNACIONAL. (INCL. FLEXIBLE Y REMOTOS)

Ilustración 76 Salas de embarque internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 24.- Sala de embarque internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

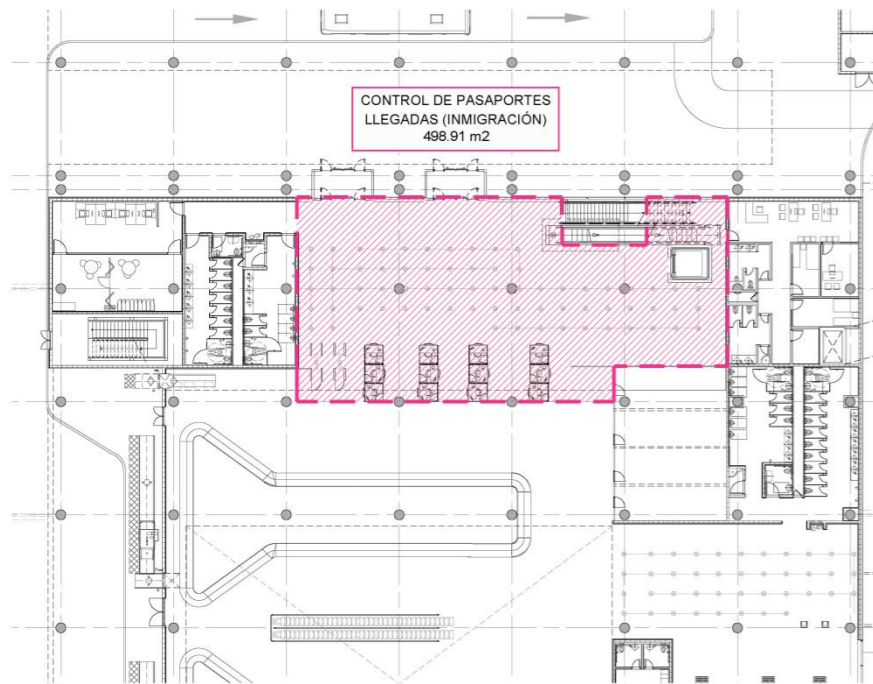
Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Salas de Embarque Internacional	910	2.701

Fuente: Elaboración propia



INMIGRACIÓN. INTERNACIONAL PASAPORTES LLEGADAS

Ilustración 77 Inmigración Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

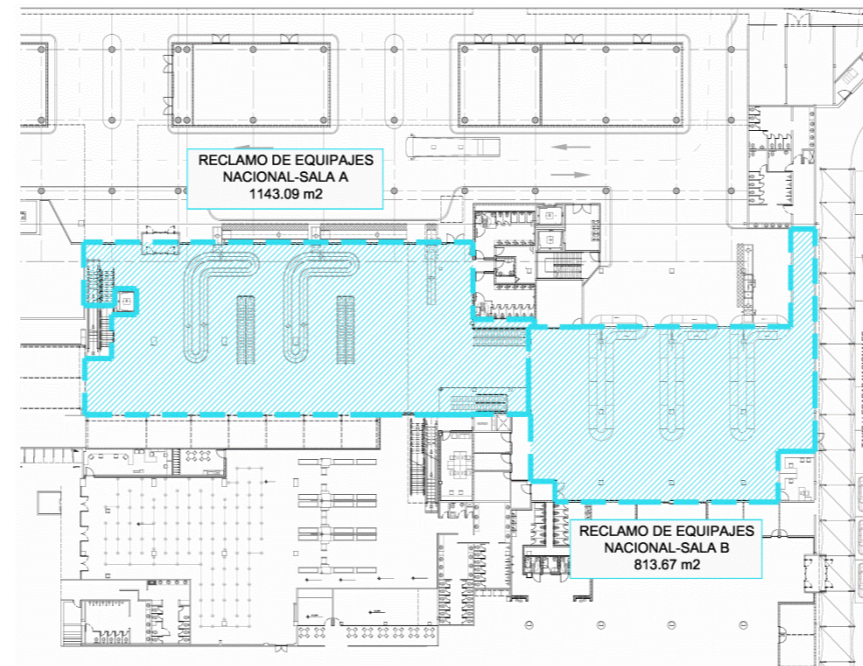
Tabla 25.- Inmigración Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Inmigración Internacional Pasaportes llegadas Equipos + colas	230	499

Fuente: Elaboración propia

RECOGIDA DE EQUIPAJES NACIONAL

Ilustración 78 Recogida de equipajes nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

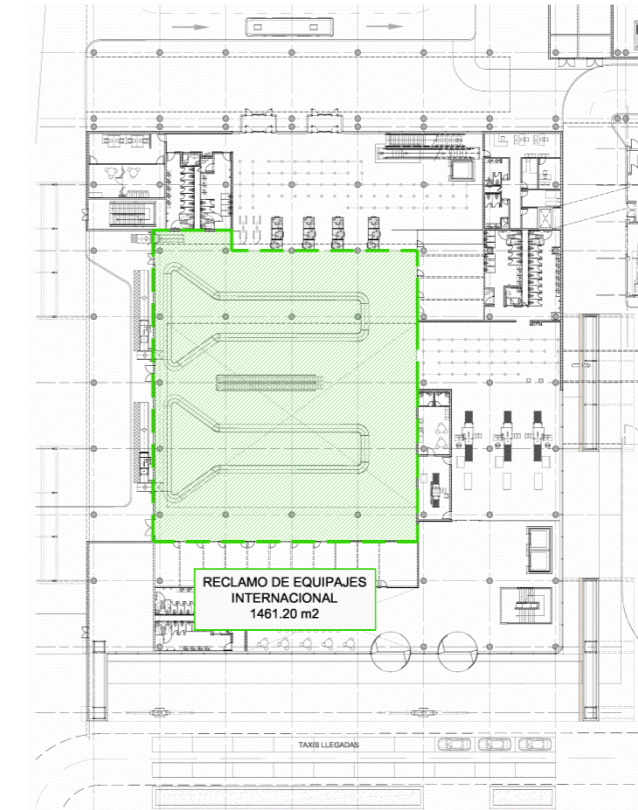
Tabla 26.- Recogida de equipajes nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Recogida de equipajes nacional	1.466	1.957

Fuente: Elaboración propia

RECOGIDA DE EQUIPAJES INTERNACIONAL

Ilustración 79 Recogida de equipajes Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 27.- Recogida de equipajes internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

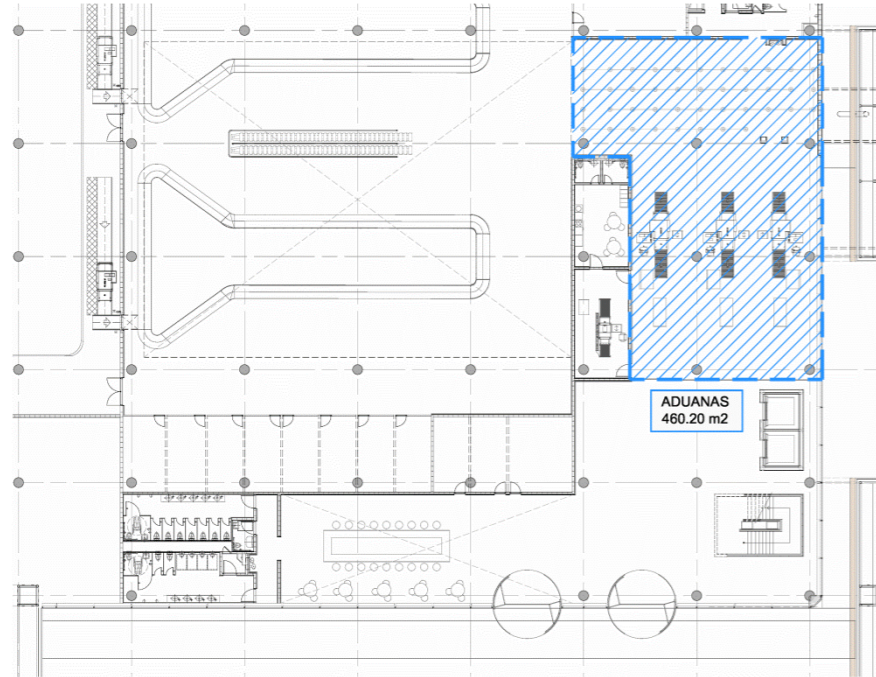
Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Recogida de equipajes internacional	1.188	1.461

Fuente: Elaboración propia



ADUANA. LLEGADAS INTERNACIONAL

Ilustración 80 Aduana / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

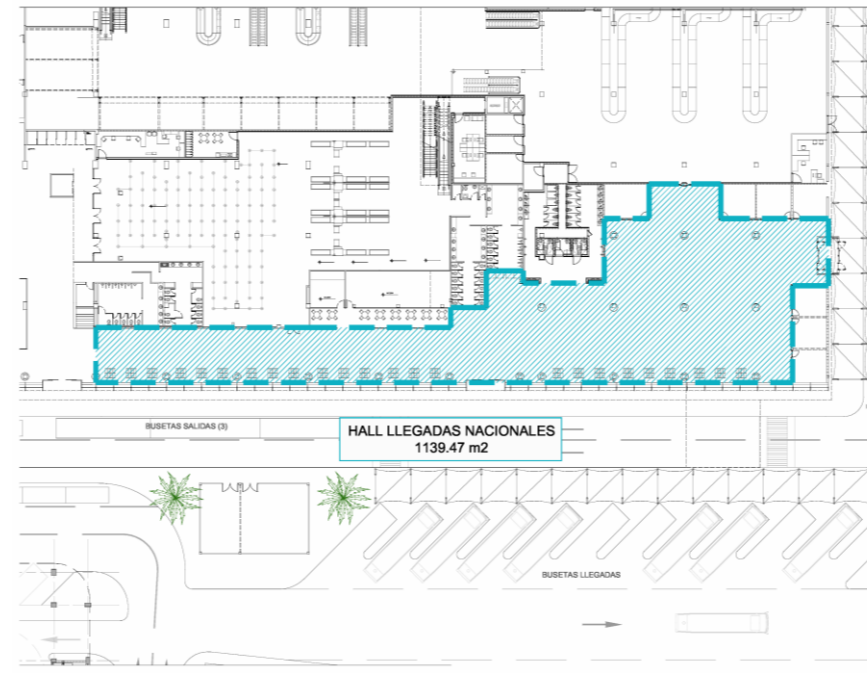
Tabla 28.- Aduana / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Aduana. Llegadas internacional	165	461

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADAS NACIONAL

Ilustración 81 Hall de llegadas nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

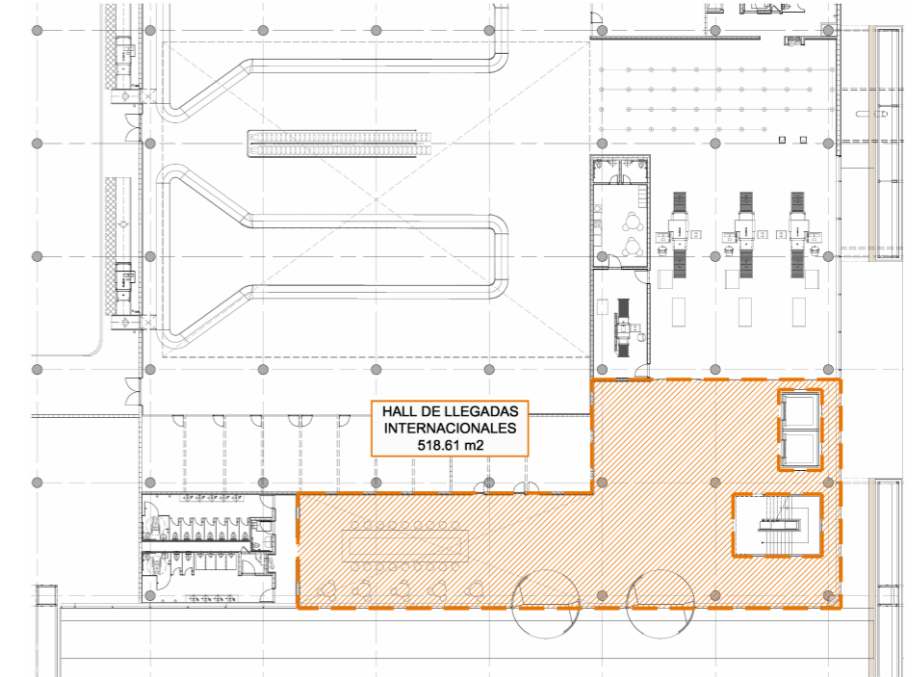
Tabla 29.- Hall de llegadas nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de llegadas nacional	667	1.140

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADAS INTERNACIONAL

Ilustración 82 Hall de llegadas internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 30.- Hall de llegadas internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de llegadas internacional	322	519

Fuente: Elaboración propia

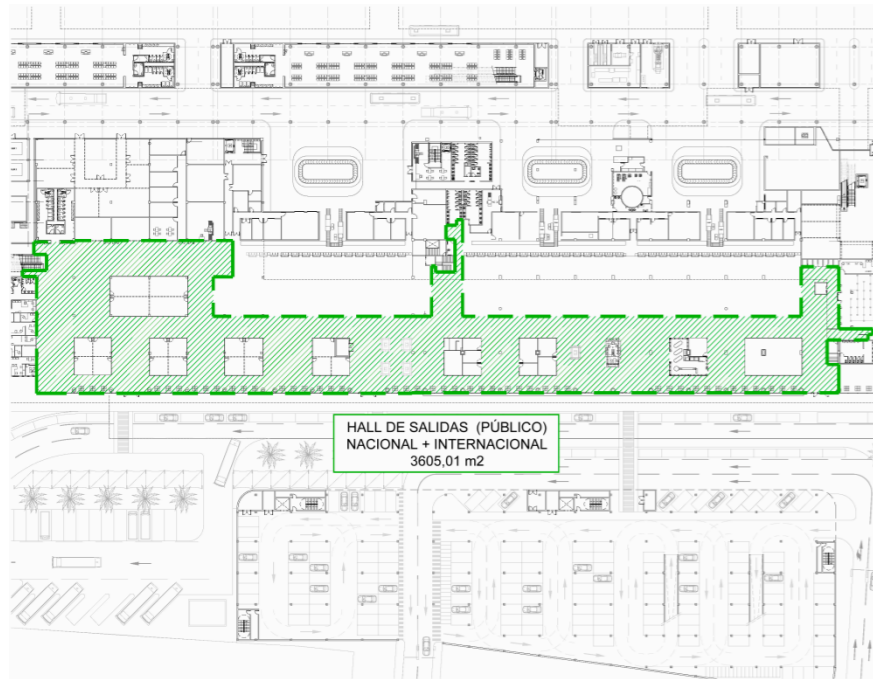
HORIZONTE IV: 11,5 MPax

CHECK-IN. INTERNACIONAL + NACIONAL (Colas)

TOTAL HALL DE SALIDAS + CHECK-IN. INTERNAC. + NACIONAL

HALL DE SALIDAS. INTERNACIONAL + NACIONAL

Ilustración 83 Hall de Salidas. Nacional + Internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



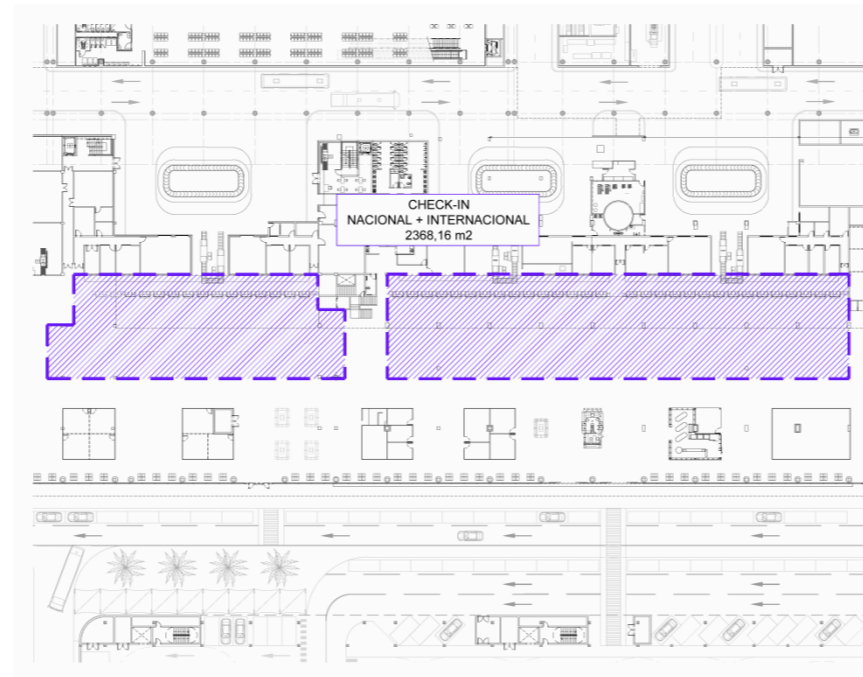
Fuente: Elaboración propia

Tabla 31.- Hall de Salidas. Nacional + Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de Salidas. Nacional + Internacional	2.752	3.605

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 84 Check-in (Colas). Nacional + Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



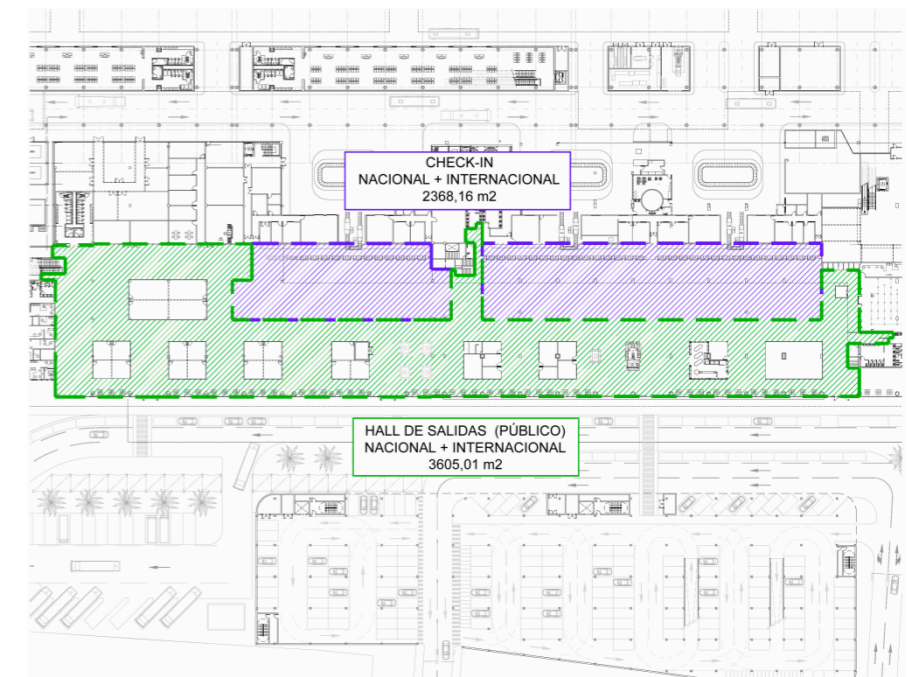
Fuente: Elaboración propia

Tabla 32.- Check-in (Colas). Nacional + Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Check-in (Colas). Nacional + Internacional	1.738	2.368

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 85 Total Hall Salidas. Nacional + Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33.- Total Hall Salidas: Nacional + Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

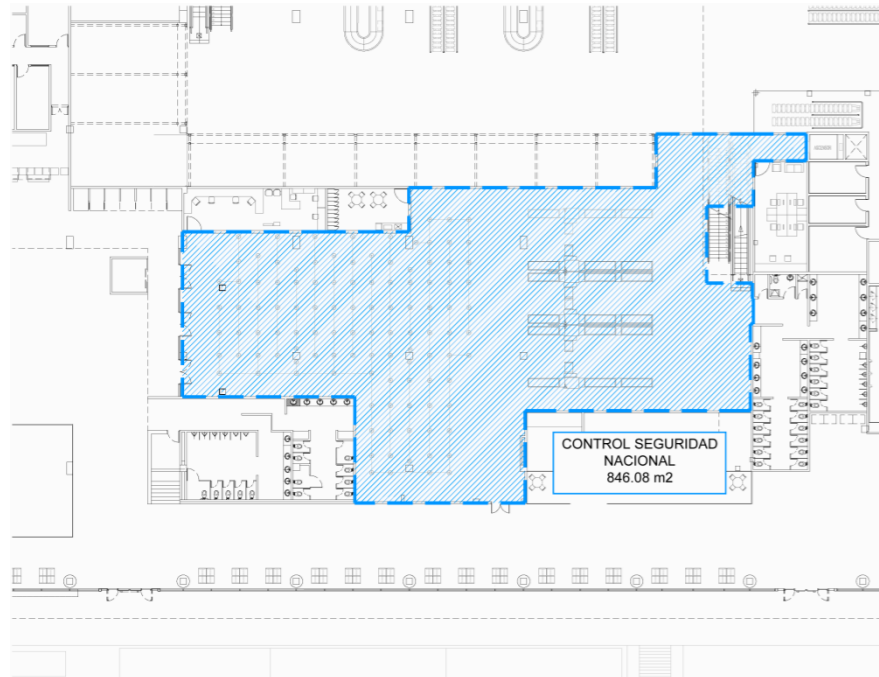
Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Total Hall Salidas Nacional + Internacional	4.490	5.973

Fuente: Elaboración propia



SEGURIDAD. EQUIPOS + COLAS. NACIONAL

Ilustración 86 Seguridad. Equipos + Colas. Nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

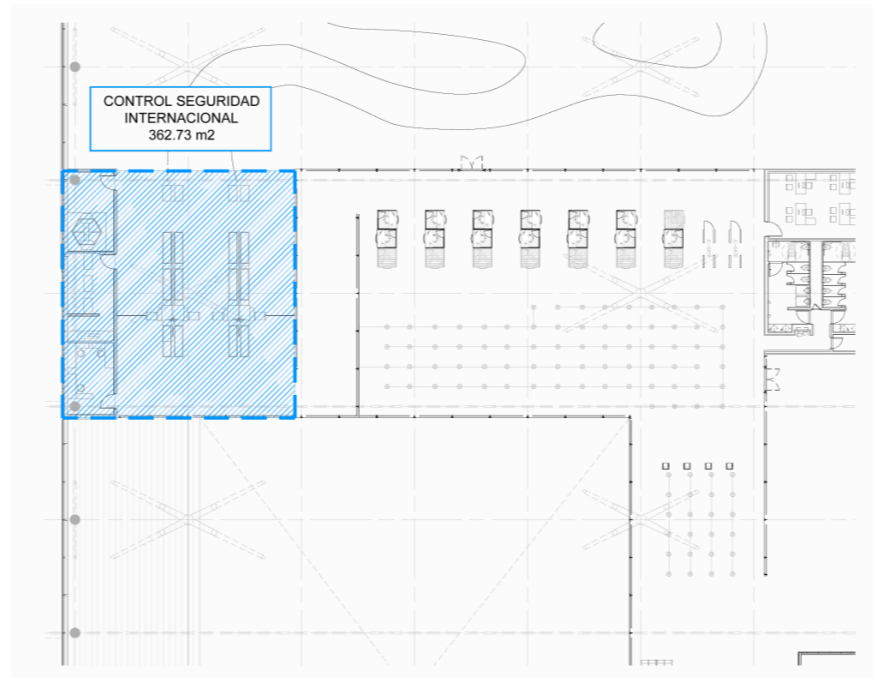
Tabla 34.- Seguridad. Equipos + Colas. Nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Seguridad. Equipos + Colas. Nacional	420	847

Fuente: Elaboración propia

SEGURIDAD. EQUIPOS + COLAS. INTERNACIONAL

Ilustración 87 Seguridad. Equipos + Colas. Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

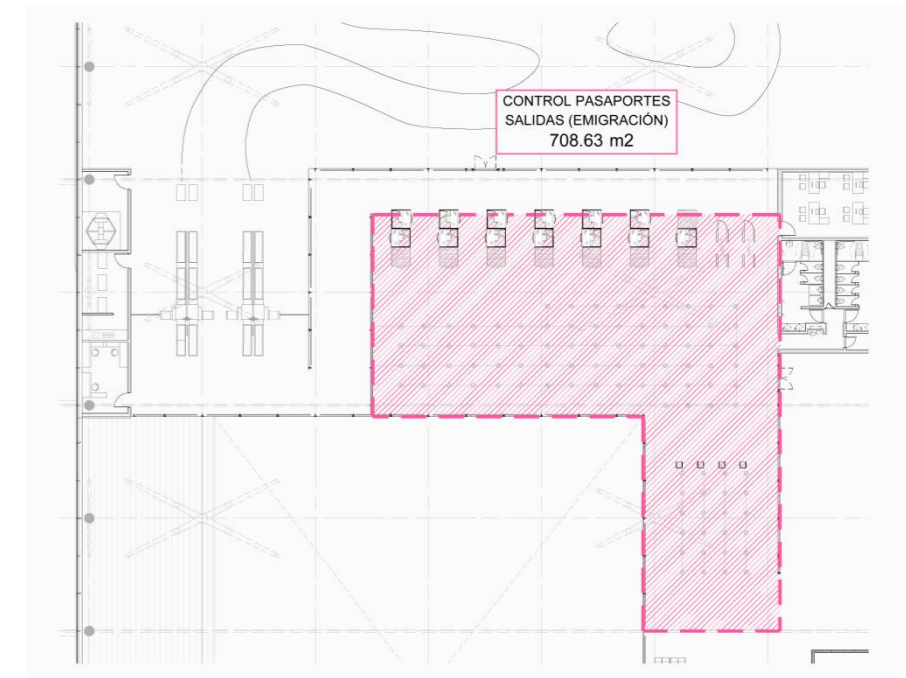
Tabla 35.- Seguridad. Equipos + Colas. Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Seguridad. Equipos + Colas. Internacional	324	362

Fuente: Elaboración propia

EMIGRACIÓN INTERNACIONAL. PASAPORTES SALIDAS

Ilustración 88 Emigración Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 36.- Emigración Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

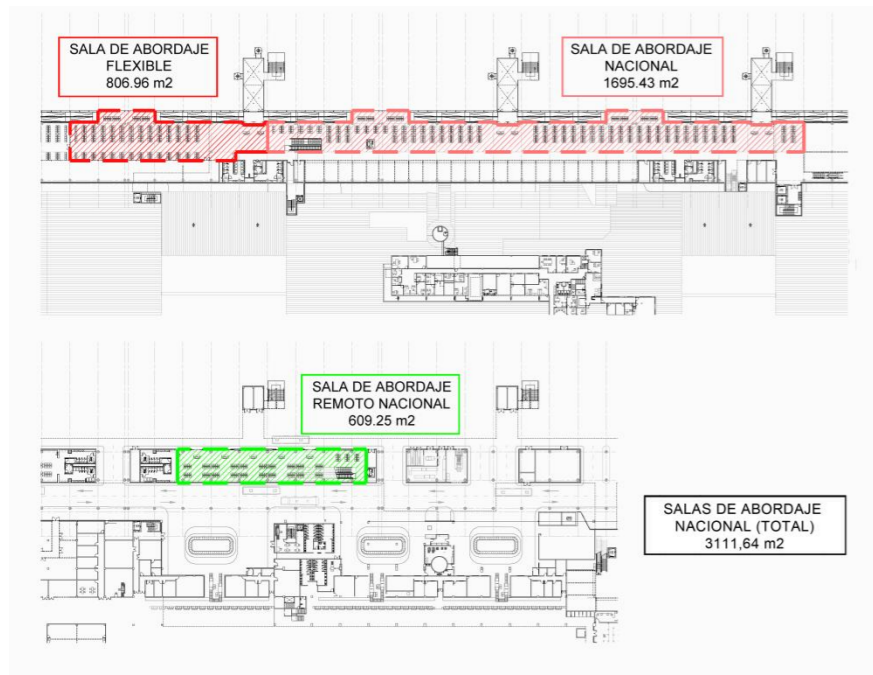
Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Emigración Internacional	318	708

Fuente: Elaboración propia



**SALAS DE EMBARQUE NACIONAL. (INCL. FLEXIBLE Y REMOTOS)**

Ilustración 89 Salas de embarque nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

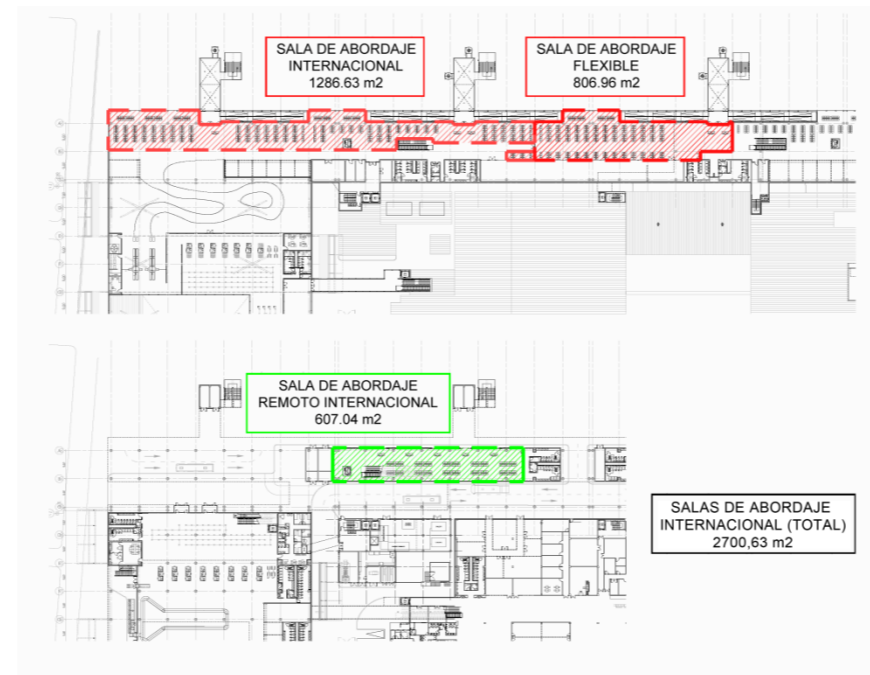
Tabla 37.- Sala de embarque nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Salas de Embarque Nacional	2.365	3.110

Fuente: Elaboración propia

**SALAS DE EMBARQUE INTERNACIONAL. (INCL. FLEXIBLE Y REMOTOS)**

Ilustración 90 Salas de embarque internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 38.- Sala de embarque internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Salas de Embarque Internacional	1.955	2.701

Fuente: Elaboración propia

**INMIGRACIÓN. INTERNACIONAL PASAPORTES LLEGADAS**

Ilustración 91 Inmigración Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

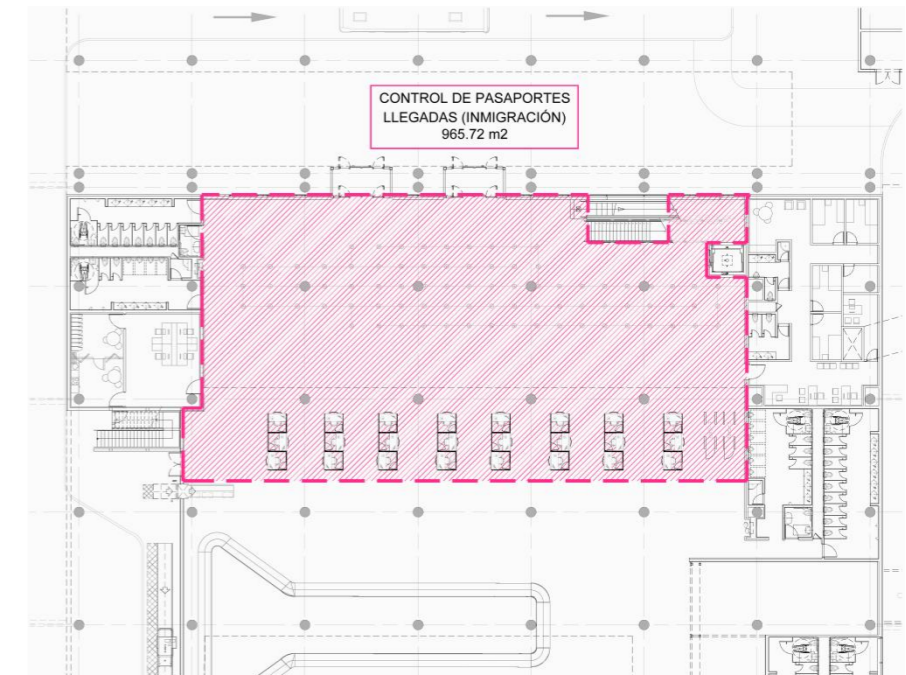


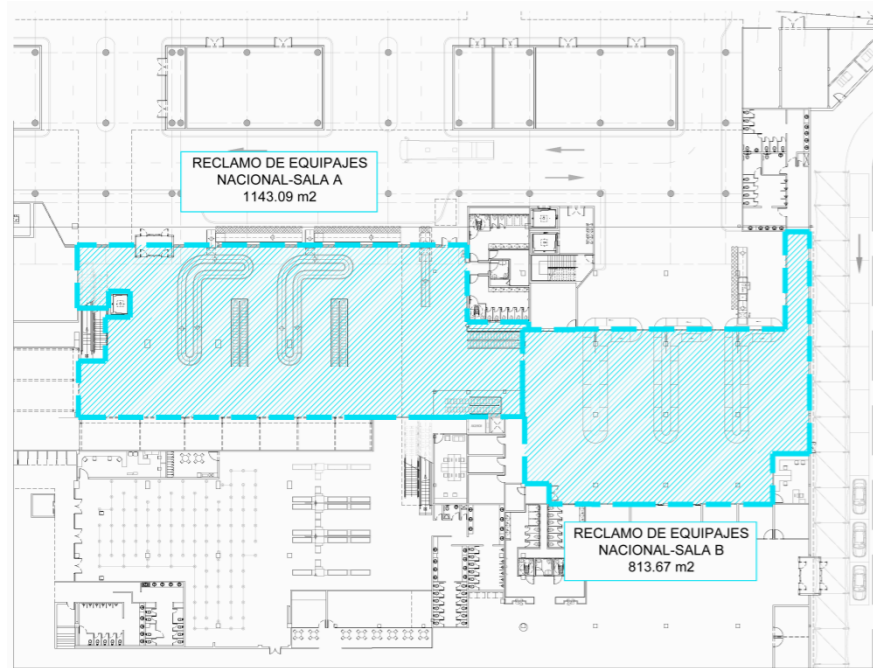
Tabla 39.- Inmigración Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Inmigración Internacional Pasaportes llegadas Equipos + colas	313	966

Fuente: Elaboración propia

RECOGIDA DE EQUIPAJES NACIONAL

Ilustración 92 Recogida de equipajes nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

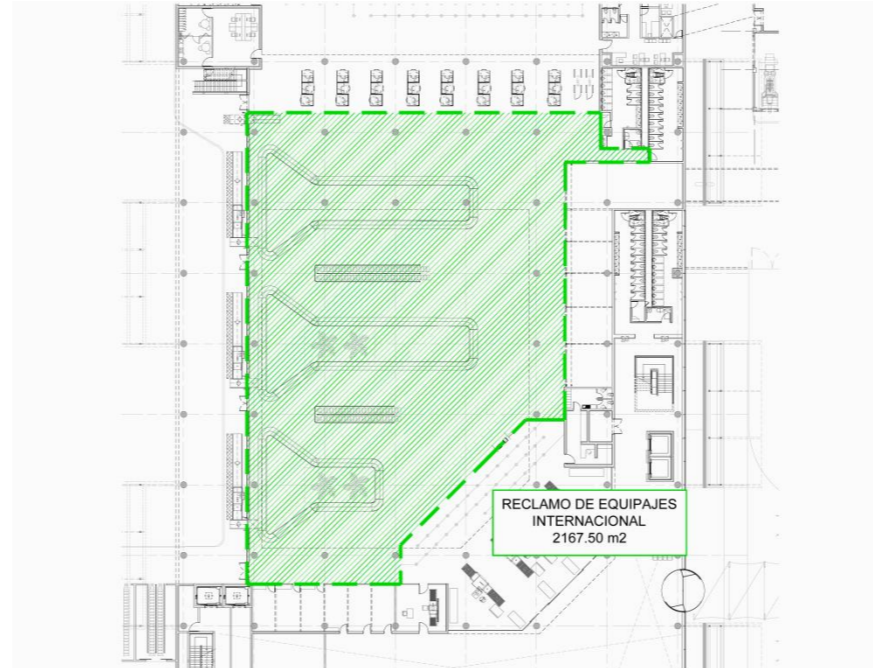
Tabla 40.- Recogida de equipajes nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Recogida de equipajes nacional	1.466	1.957

Fuente: Elaboración propia

RECOGIDA DE EQUIPAJES INTERNACIONAL

Ilustración 93 Recogida de equipajes Internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

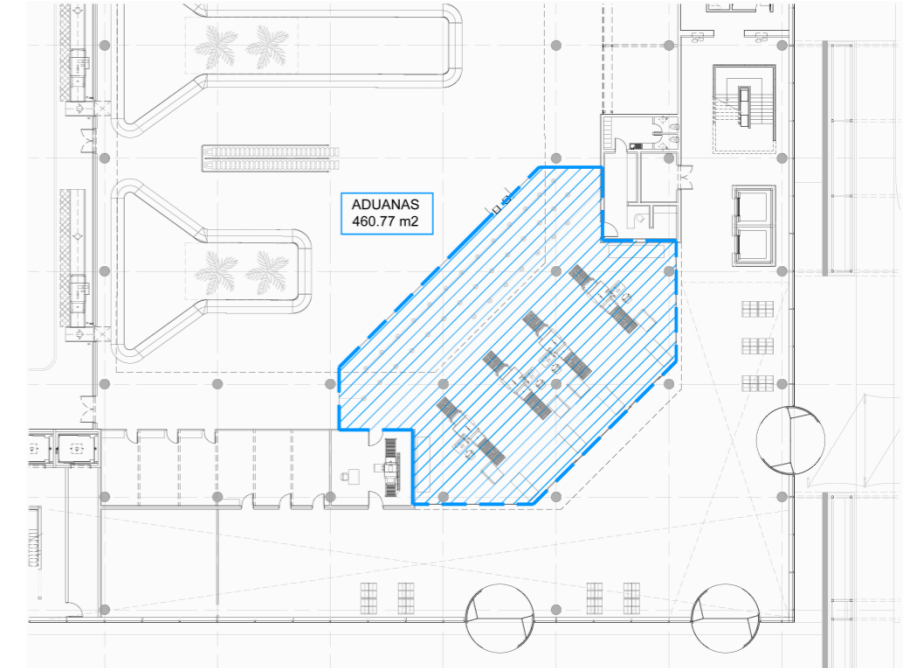
Tabla 41.- Recogida de equipajes internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Recogida de equipajes internacional	1.887	2.167

Fuente: Elaboración propia

ADUANA. LLEGADAS INTERNACIONAL

Ilustración 94 Aduana / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 42.- Aduana/ Horizonte IV: 11,5 MPax

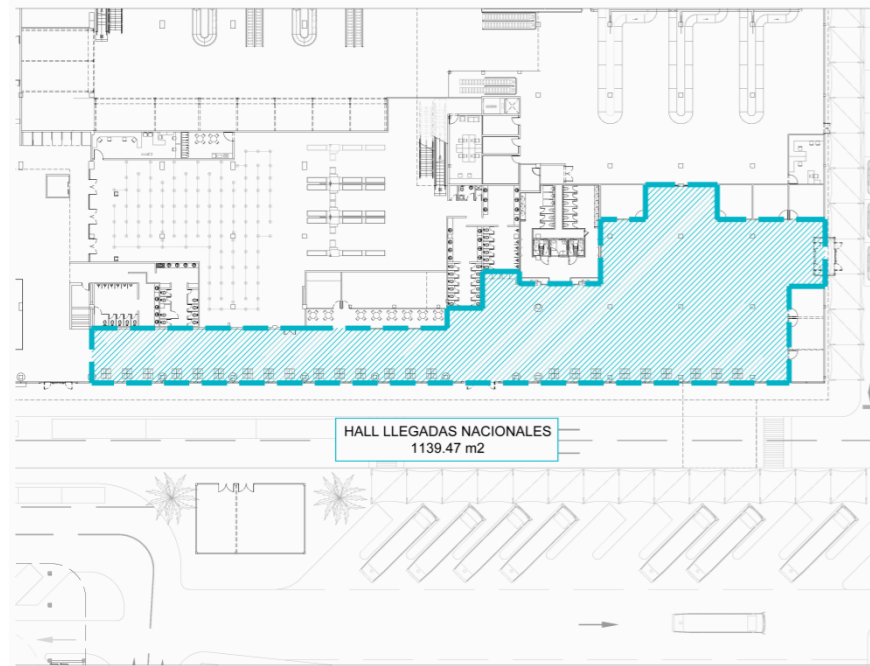
Dependencia	Requerimiento de superficie (m²)	Capacidad Proyectada (m²)
Aduana. Llegadas internacional	231	461

Fuente: Elaboración propia



HALL DE LLEGADAS NACIONAL

Ilustración 95 Hall de llegadas nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

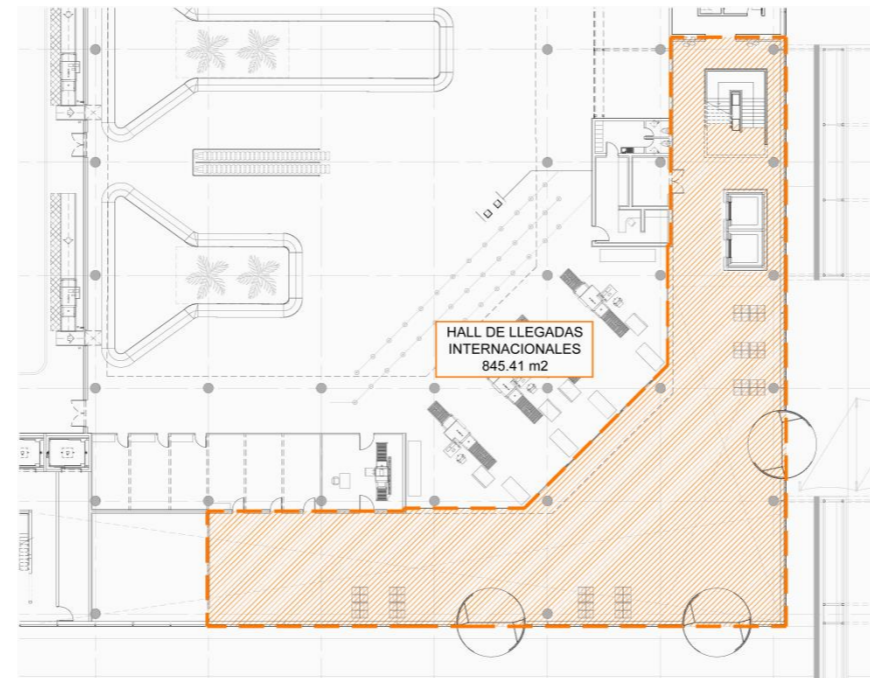
Tabla 43.- Hall de llegadas nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de llegadas nacional	839	1.140

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADAS INTERNACIONAL

Ilustración 96 Hall de llegadas internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 44.- Hall de llegadas internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Dependencia	Requerimiento de superficie (m <sup>2</sup> )	Capacidad Proyectada (m <sup>2</sup> )
Hall de llegadas internacional	559	845

Fuente: Elaboración propia

NECESIDADES DE ELEMENTOS DE PROCESO

Se incluye a continuación el resumen de Necesidades por Horizonte de Desarrollo establecidas en el Capítulo 5: Programa de Espacios. Ajuste Capacidad/Demanda.

Tabla 45.- Resumen de Necesidades de Elementos de Proceso (IATA-ADRM-10)

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesado					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	
Mostradores de Check-in NAC	26	30	38	43	43	
Mostradores de Check-in INT	19	24	26	28	42	60
Mostradores de Check-in TOTALES	45	54	64	71	85	
Posiciones emigración (salidas)	6	7	9	9	13	9 + 1 (e_gate)
Filtros seguridad NAC	3	4	5	5	5	3
Filtros seguridad INT	2	2	3	3	4	2
Posiciones inmigración (llegadas)	10	13	14	16	24	11 + 1 (e_gate)
Carruseles recogida de equipajes NAC	2	3	3	3	3	3 <sup>(*)</sup>
Carruseles recogida de equipajes INT	2	2	2	2	3	3 <sup>(*)</sup>
Aduanas Unidades Convencionales	2	2	2	3	3	
Aduanas Unidades Convencionales RX	4	5	5	6	7	2

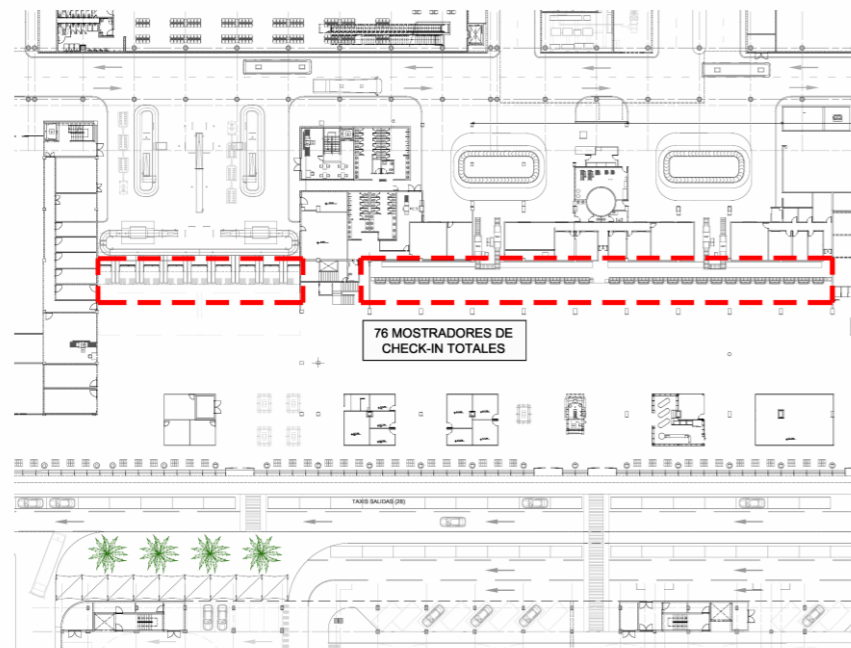
<sup>(\*)</sup> Longitud Insuficiente

Fuente: Elaboración propia



MOSTRADORES DE CHECK-IN NACIONAL + INTERNACIONAL

Ilustración 97 Mostradores de Check-in / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

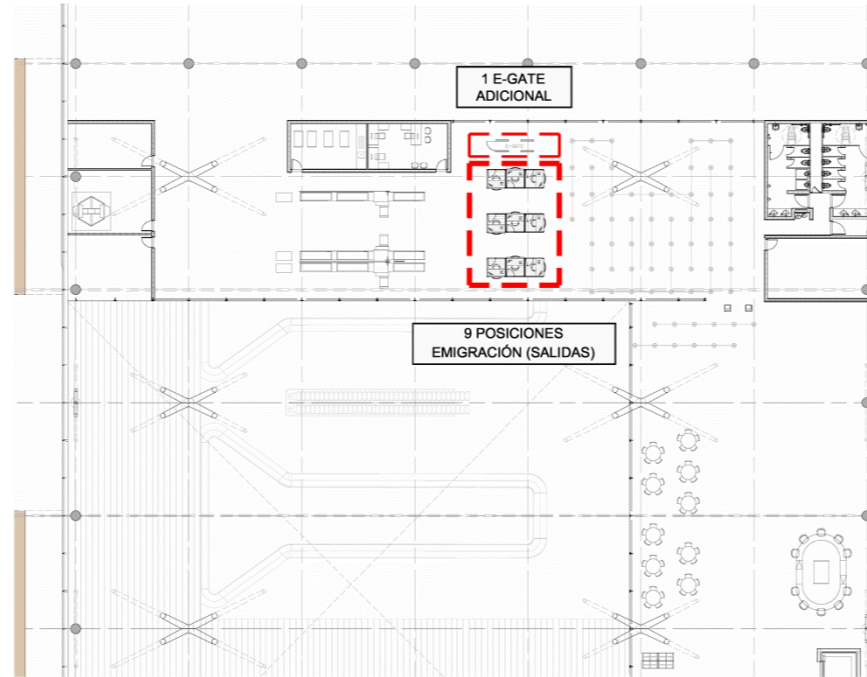
Tabla 46.- Mostradores de Check-in / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Mostradores Check-in Nacional + Internacional	64	76

Fuente: Elaboración propia

POSICIONES EMIGRACIÓN. INTERNACIONAL (SALIDAS)

Ilustración 98 Posiciones Emigración / Horizonte II: 8,5 MPax



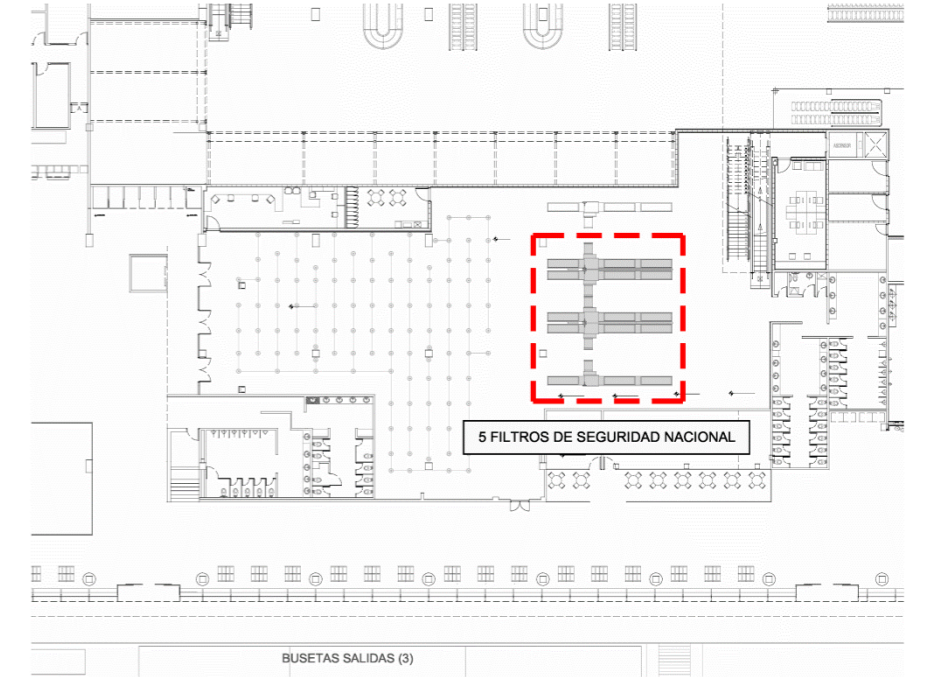
Fuente: Elaboración propia

Tabla 47.- Posiciones Emigración / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Posiciones de Emigración. Control de pasaportes	9	9 + 1 e-gate
Fuente:	Elaboración	propia

FILTROS DE SEGURIDAD NACIONAL

Ilustración 99 Filtros de seguridad nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



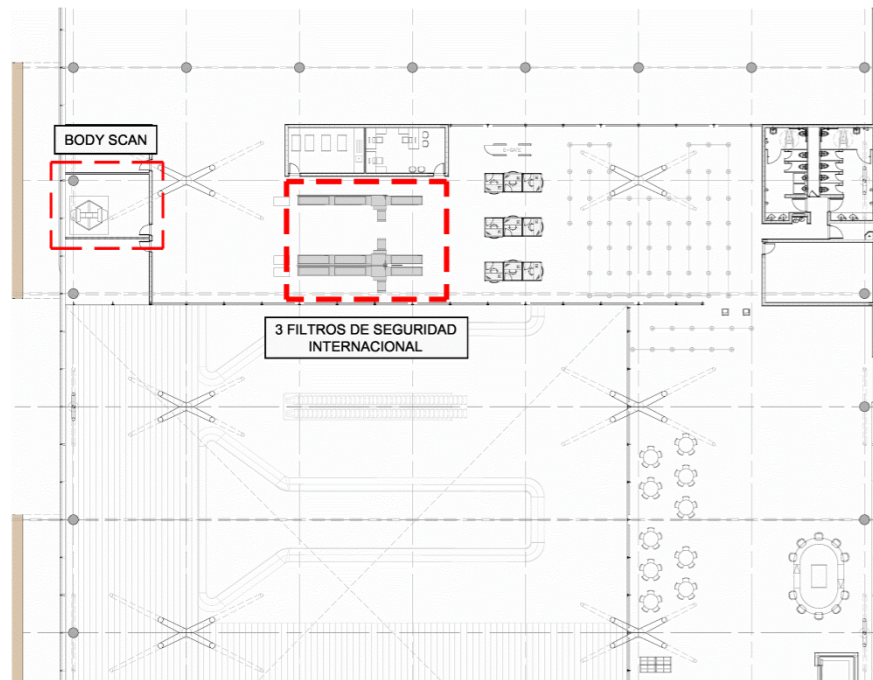
Fuente: Elaboración propia

Tabla 48.- Filtros de seguridad nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Filtros de seguridad nacional	5	5
Fuente:	Elaboración	propia

FILTROS DE SEGURIDAD INTERNACIONAL

Ilustración 100 Filtros de seguridad Internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

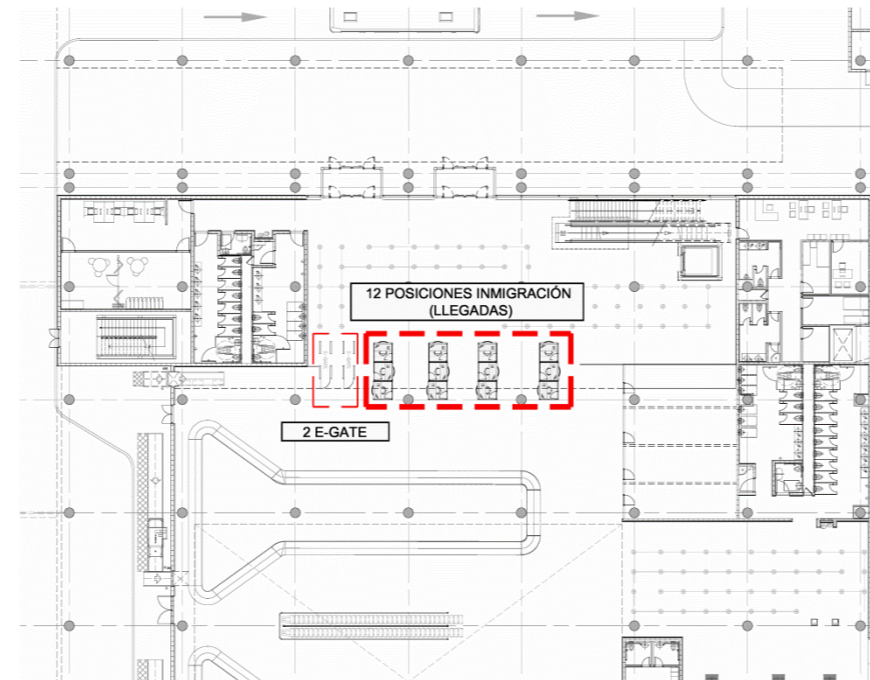
Tabla 49.- Filtros de seguridad internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Filtros de seguridad internacional	3	3

Fuente: Elaboración propia

POSICIONES DE INMIGRACIÓN (LLEGADAS)

Ilustración 101 Posiciones de inmigración / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

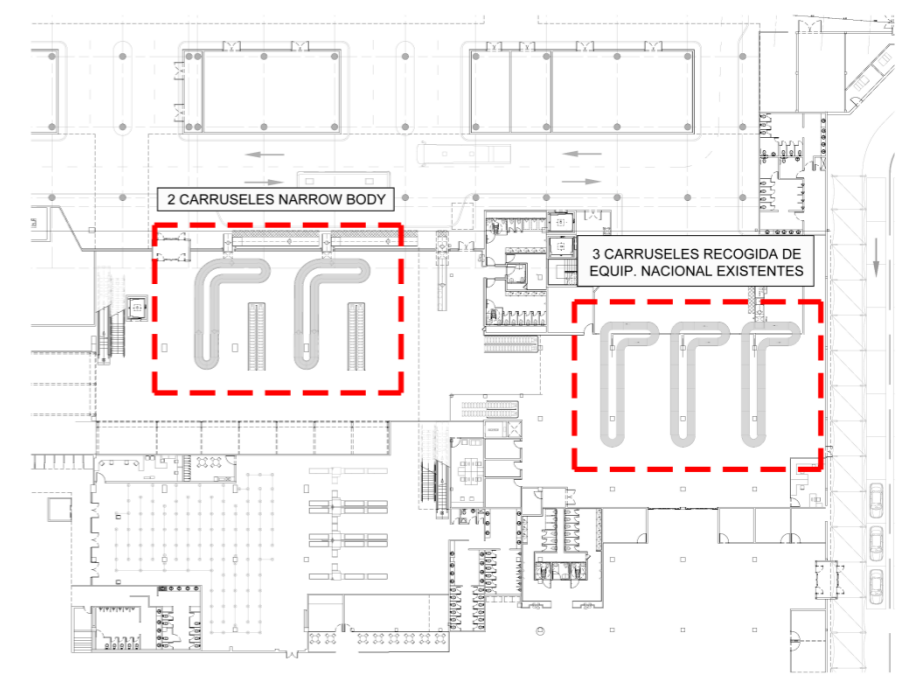
Tabla 50.- Posiciones de inmigración / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Posiciones de Inmigración. Control de pasaportes	14	12 + 2 e-gate

Fuente: Elaboración propia

CARRUSELES RECOGIDA DE EQUIPAJES. NACIONAL

Ilustración 102 Carruseles recogida de equipajes nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 51.- Carruseles recogida de equipajes nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Carruseles recogida de equipajes nacional	3 "Narrow Body"	3 existentes (longitud insuficiente) + 2 "Narrow Body"

Fuente: Elaboración propia

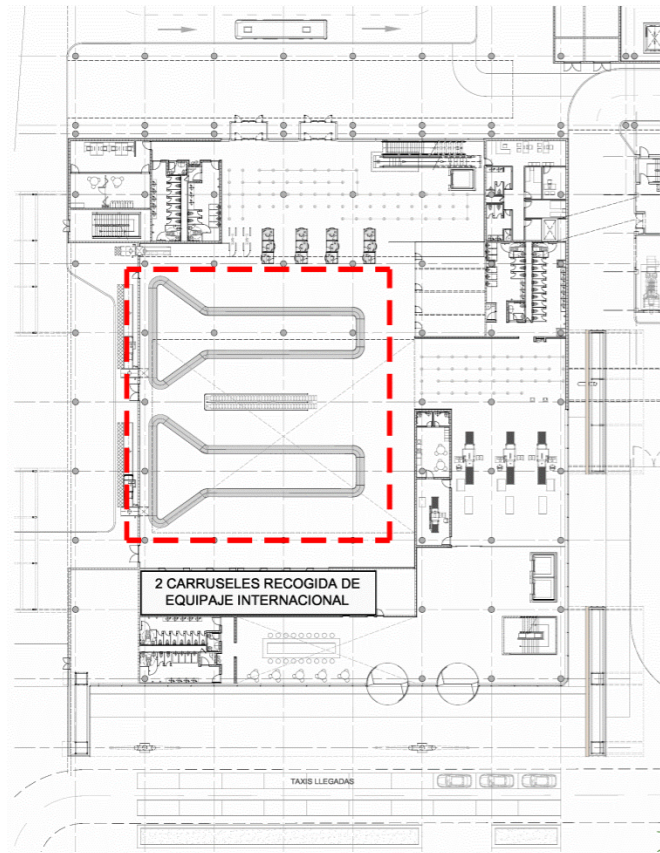


CARRUSELES RECOGIDA DE EQUIPAJES. INTERNACIONAL

ADUANAS

HORIZONTE IV: 11,5 MPax

Ilustración 103 Carruseles recogida de equipajes internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



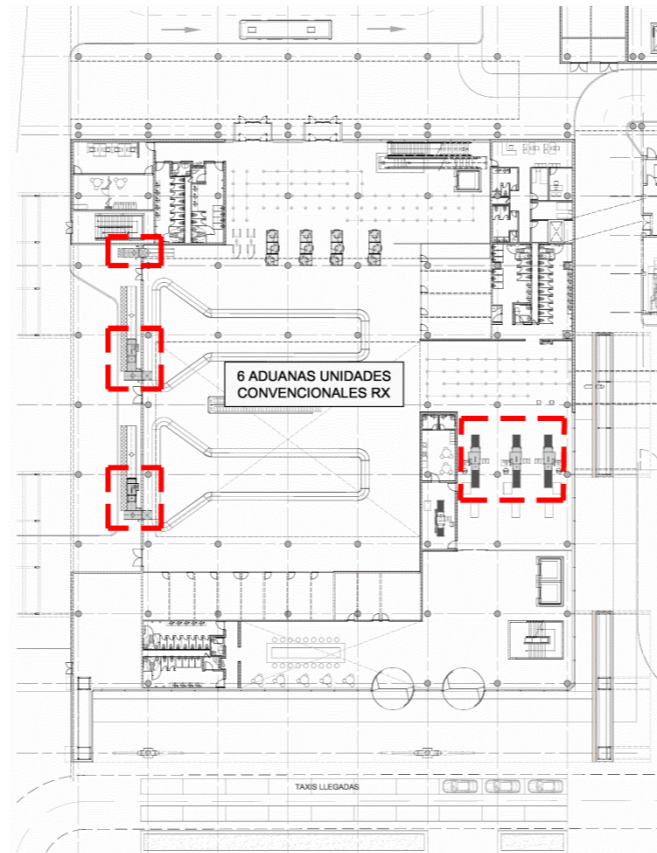
Fuente: Elaboración propia

Tabla 52.- Carruseles recogida de equipajes internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Carruseles recogida de equipajes internacional	2	2

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 104 Aduanas / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

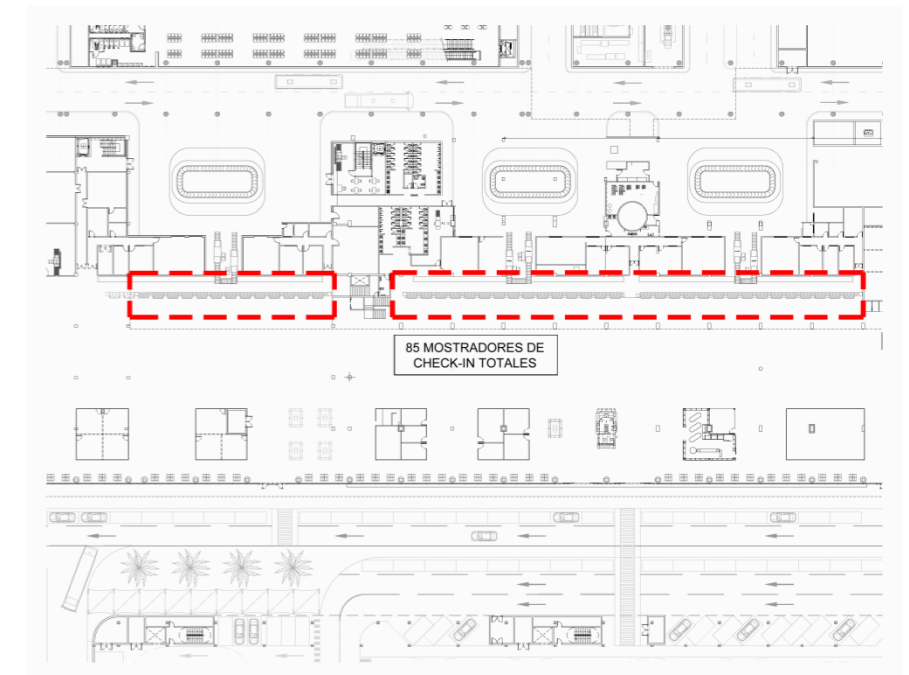
Tabla 53.- Aduanas / Horizonte II: 8,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Aduanas. Unidades RX	5	6

Fuente: Elaboración propia

MOSTRADORES DE CHECK-IN NACIONAL + INTERNACIONAL

Ilustración 105 Mostradores de Check-in / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 54.- Mostradores de Check-in/ Horizonte IV: 11,5 MPax

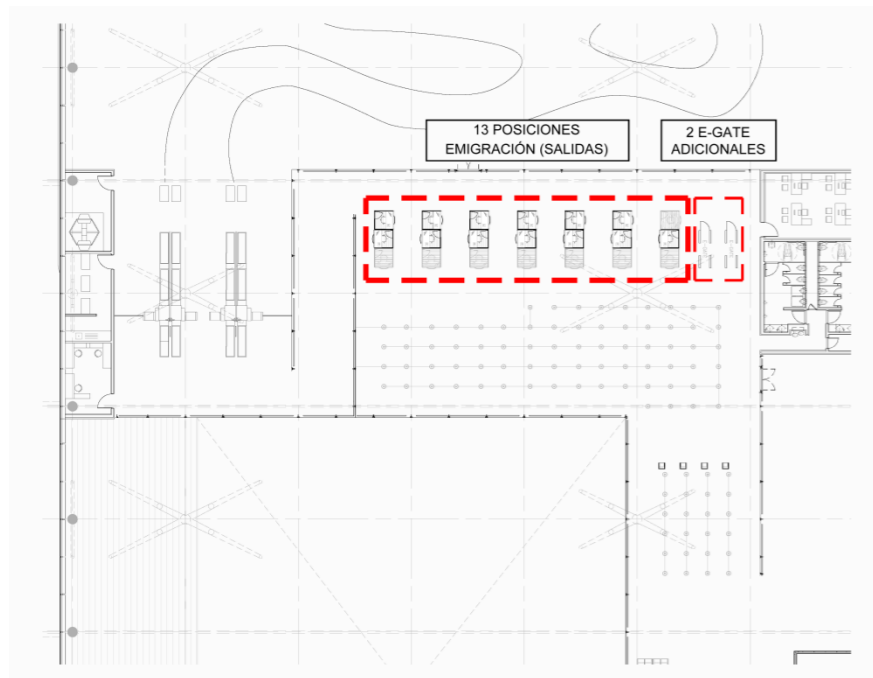
Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Mostradores Check-in Nacional + Internacional	85	85 (ampliable a 90)

Fuente: Elaboración propia



POSICIONES EMIGRACIÓN. INTERNACIONAL (SALIDAS)

Ilustración 106 Posiciones Emigración/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

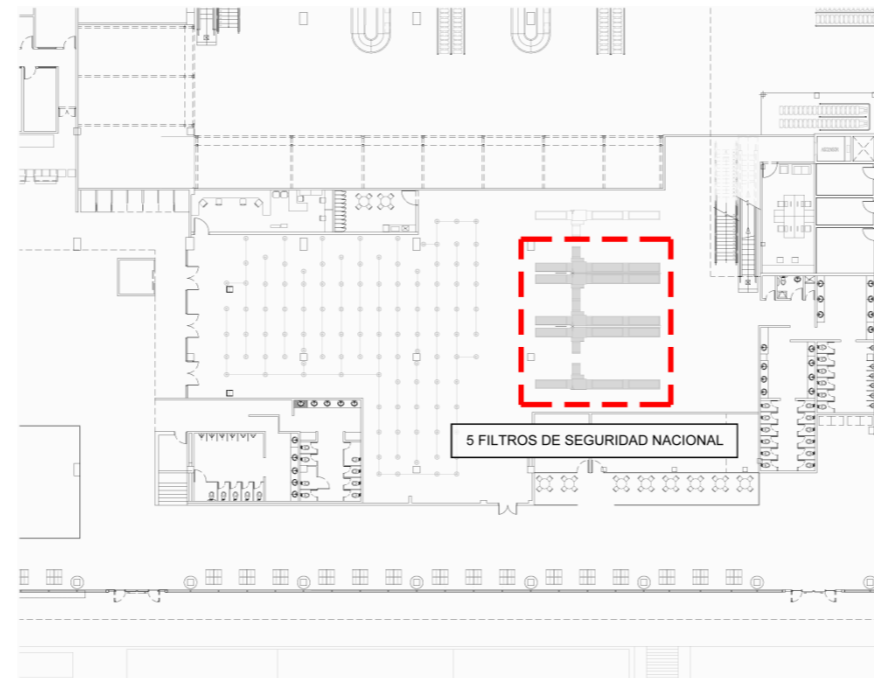
Tabla 55.- Posiciones Emigración/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Posiciones de Emigración. Control de pasaportes	13	13 + 2 e-gate (ampliable a 21 + 2 e-gate)

Fuente: Elaboración propia

FILTROS DE SEGURIDAD NACIONAL

Ilustración 107 Filtros de seguridad nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

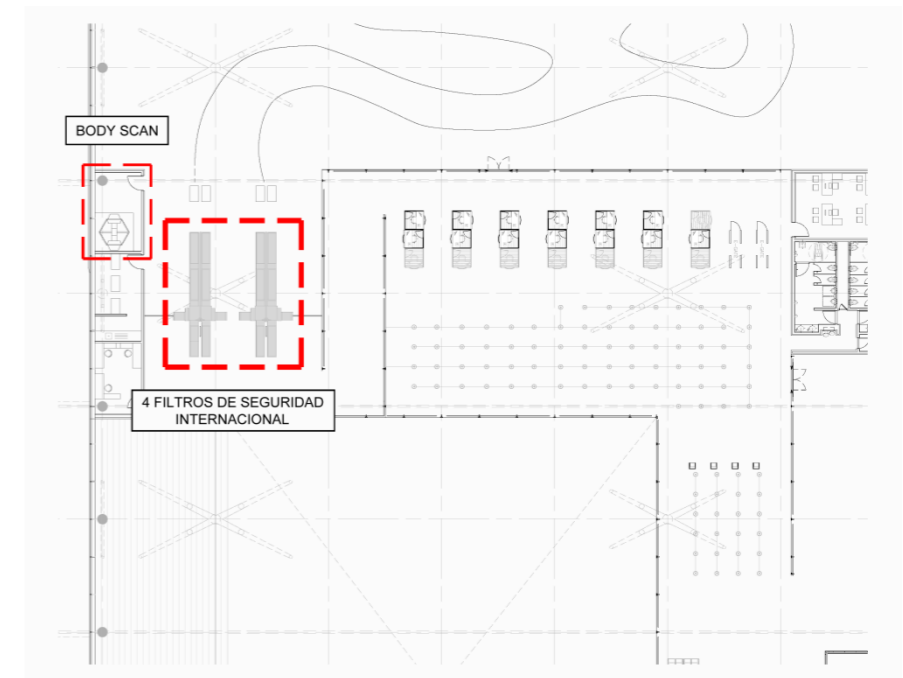
Tabla 56.- Filtros de seguridad nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Filtros de seguridad nacional	5	5

Fuente: Elaboración propia

FILTROS DE SEGURIDAD INTERNACIONAL

Ilustración 108 Filtros de seguridad Internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

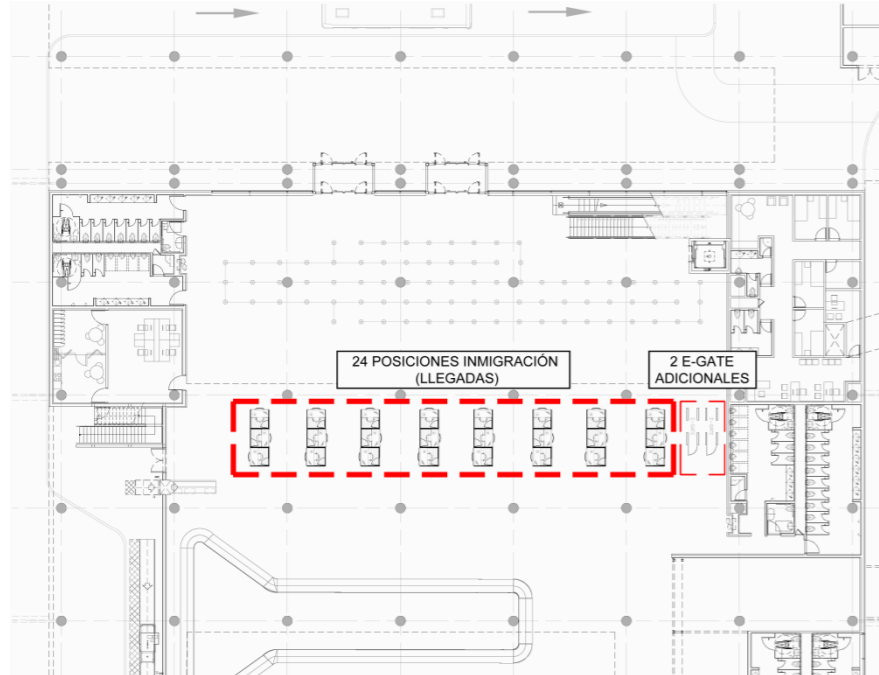
Tabla 57.- Filtros de seguridad internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Filtros de seguridad internacional	4	4

Fuente: Elaboración propia

POSICIONES DE INMIGRACIÓN (LLEGADAS)

Ilustración 109 Posiciones de inmigración/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

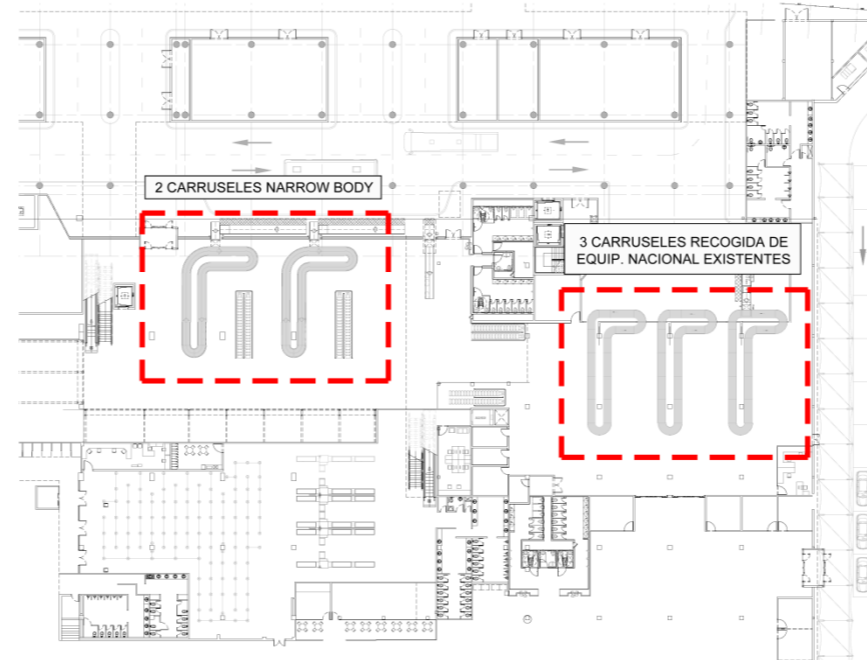
Tabla 58.- Posiciones de inmigración/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Posiciones de Inmigración. Control de pasaportes	24	24 + 2 e-gate

Fuente: Elaboración propia

CARRUSELES RECOGIDA DE EQUIPAJES. NACIONAL

Ilustración 110 Carruseles recogida de equipajes nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

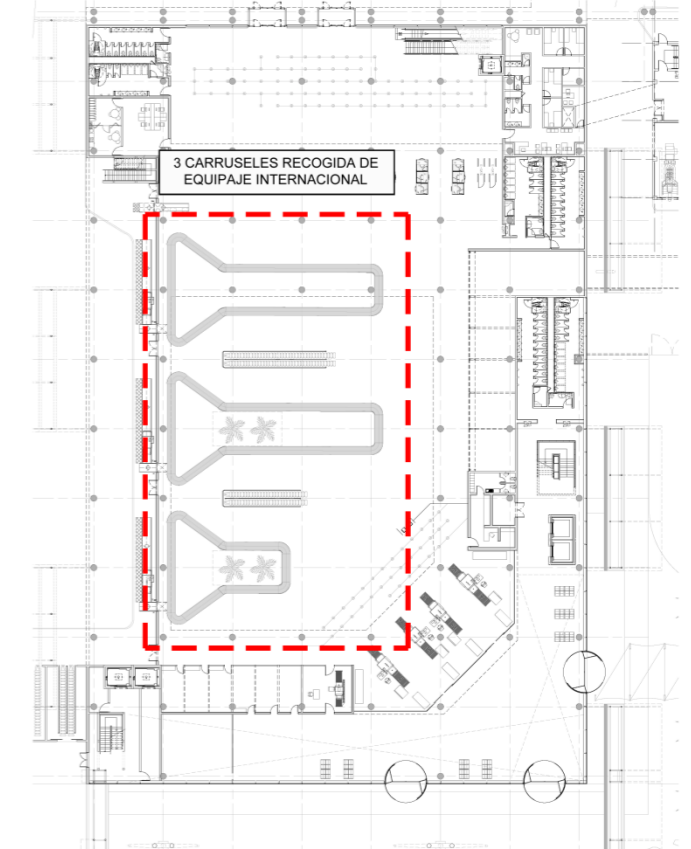
Tabla 59.- Carruseles recogida de equipajes nacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Carruseles recogida de equipajes nacional	3 "Narrow Body"	3 existentes (longitud insuficiente) + 2 "Narrow Body"

Fuente: Elaboración propia

CARRUSELES RECOGIDA DE EQUIPAJES. INTERNACIONAL

Ilustración 111 Carruseles recogida de equipajes internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

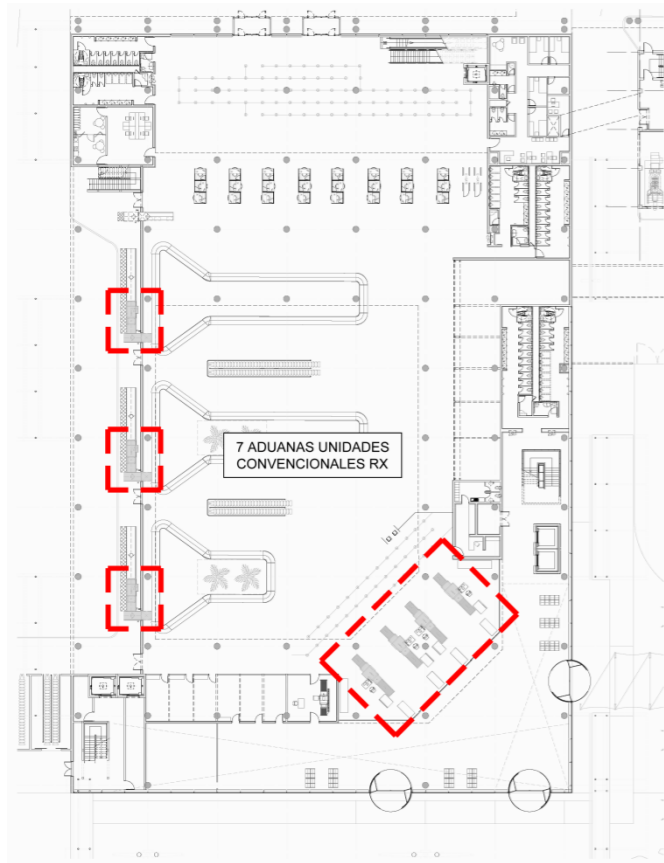
Tabla 60.- Carruseles recogida de equipajes internacional/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Carruseles recogida de equipajes internacional	3	3

Fuente: Elaboración propia

ADUANAS

Ilustración 112 Aduanas/ Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 61.- Aduanas/ Horizonte IV: 11,5 MPax

Elementos de Proceso	Requerimiento (unidades)	Unidades proyectadas
Aduanas. Unidades RX	7	7

Fuente: Elaboración propia

PUERTAS DE EMBARQUE

En lo que respecta a la proporción de puestos en contacto/remotos, el criterio a aplicar será la atención al máximo porcentaje de pasajeros con una adecuada eficiencia.

Como se ha comentado en el Capítulo 5: Programa de Espacios. Ajuste Capacidad/Demanda, las necesidades mínimas de pasarelas para garantizar la atención del 90% del tráfico serían las siguientes:

Tabla 62.- Resumen de Necesidades de Puertas de Embarque

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento		Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015
	HII 8,5 MPax	H IV 11,5MPax	
EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Puertas de Embarque	15	20
	Puertas de Embarque con pasarela (*)	8	12

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla anterior, el número de puertas de embarque, atendiendo mediante pasarelas a un 70% de los pasajeros, queda de la siguiente manera:

Tabla 63.- Resumen de Necesidades de Puertas de Embarque

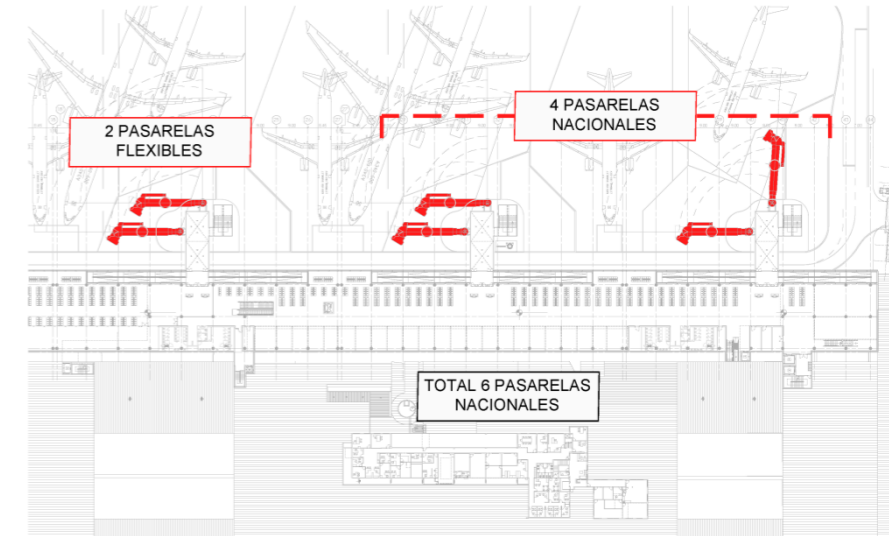
Horizonte	Total Puertas	Puertas de Contacto	Distribución
Horizonte II (8,5 MPax)	15	8	3 MARS con doble pasarela E/2C + 2C
Horizonte IV (11,5 MPax)	20	15	5 MARS con doble pasarela E/2C + 2C

Fuente: Elaboración propia

HORIZONTE II: 8,5 MPAX – HORIZONTE MÁS PROBABLE

PUERTAS DE CONTACTO NACIONAL

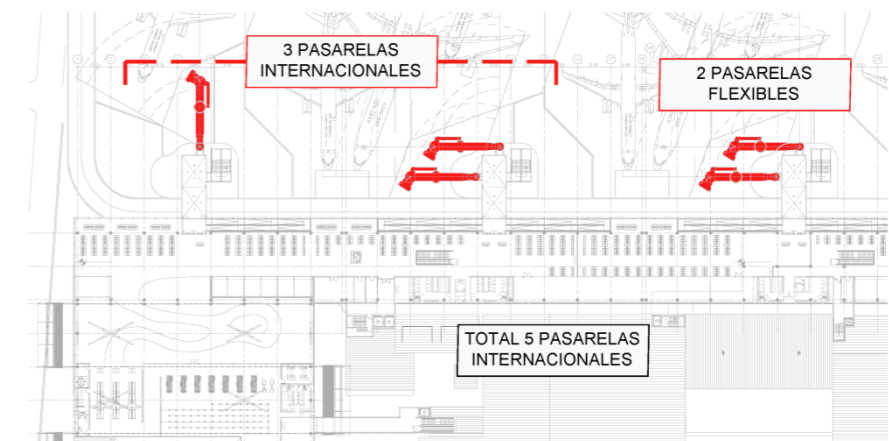
Ilustración 113 Pasarelas de abordaje nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

PUERTAS DE CONTACTO INTERNACIONAL

Ilustración 114 Pasarelas de abordaje internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

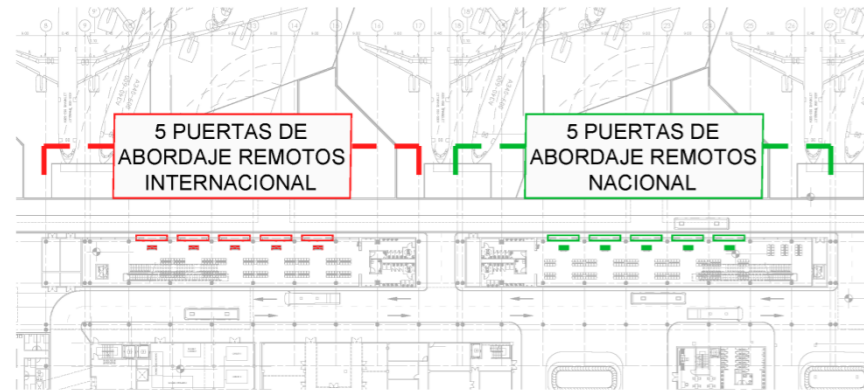




Fuente: Elaboración propia

PUERTAS DE REMOTOS NACIONALES E INTERNACIONALES

Ilustración 115 Puertas de abordaje de remotos / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

TOTAL DE PUERTAS DE ABORDAJE

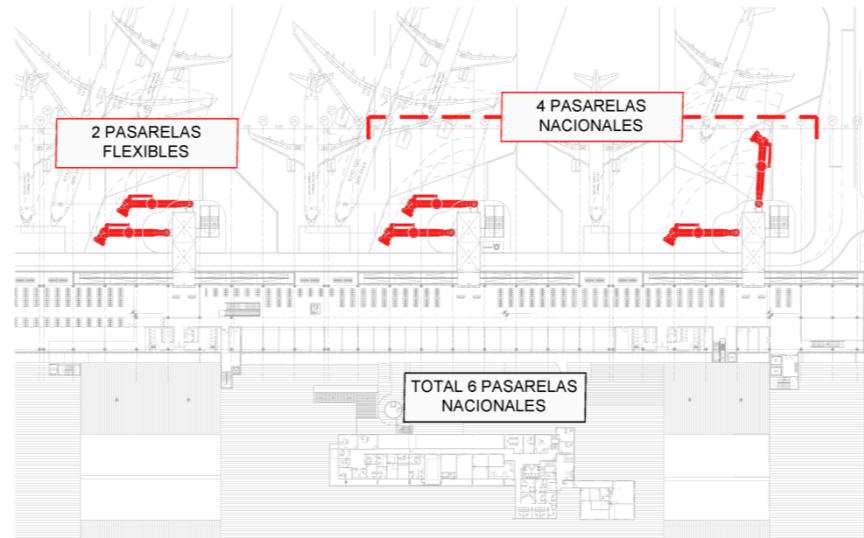
Tabla 64.- Puertas de Embarque / Horizonte II: 8,5 MPax

Puertas de abordaje	Puestos con pasarela	Puestos para remotos	Requeridas	Total
Nacional	6	5		11
Internacional	5	5		10
<b>TOTALES</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>21</b>

HORIZONTE IV: 11,5 MPax

PUERTAS DE CONTACTO NACIONAL

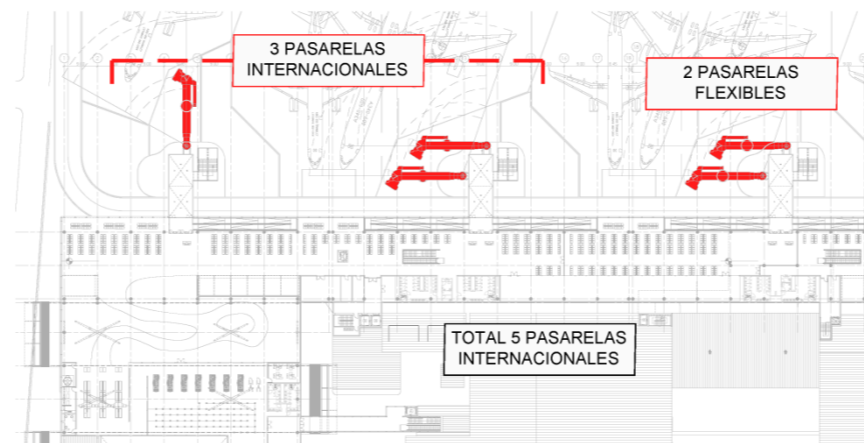
Ilustración 116 Pasarelas de abordaje nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

PUERTAS DE CONTACTO INTERNACIONAL

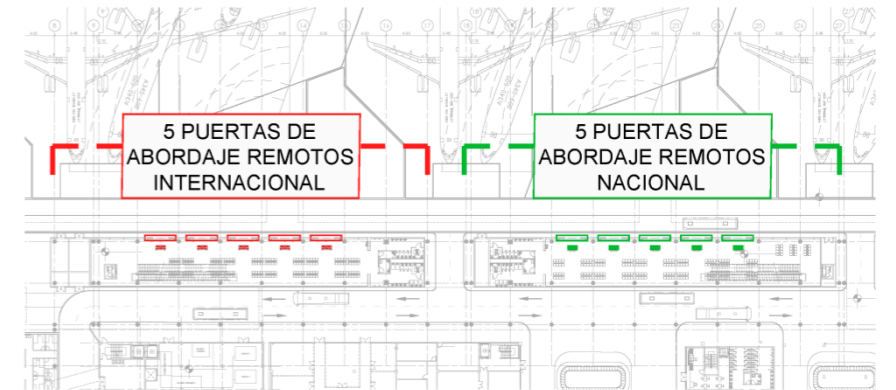
Ilustración 117 Pasarelas de abordaje internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

PUERTAS DE REMOTOS NACIONALES E INTERNACIONALES

Ilustración 118 Puertas de abordaje de remotos / Horizonte IV: 11,5



Fuente: Elaboración propia

TOTAL DE PUERTAS DE ABORDAJE

Tabla 65.- Puertas de Embarque / Horizonte IV: 11,5 MPax

Puertas de abordaje	Puestos con pasarela	Puestos para remotos	Requeridas	Total
Nacional	6	5		11
Internacional	5	5		10
<b>TOTALES</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>21</b>

Fuente: Elaboración propia

ZONAS DE ESPERA. ASIENTOS

Para el cálculo de número de asientos necesarios se ha tenido en cuenta los siguientes números de pasajeros

Tabla 66.- Previsión de tráfico

PREVISION DE TRÁFICO / VALORES HORA PICO DE DISEÑO		
VALOR	Nº de Pax: 8,5 MPax	Nº de Pax: 11,5 MPax
PASAJEROS NACIONALES SALIDAS	1.473	1.586
PASAJEROS INTERNACIONALES SALIDAS	610	1.059
PASAJEROS + ACOMPAÑANTES		
NACIONALES LLEGADAS	645	645
PASAJEROS + ACOMPAÑANTES		
INTERNACIONALES LLEGADAS	320	430

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los valores establecidos en la normativa IATA ADRM10 se establece un número mínimo y máximo de asientos de un 50% y 70% respectivamente de pasajeros sentados en zonas de abordaje. Para las áreas de llegadas se establece como mínimo de personas sentadas un 20% incluyendo pasajeros y acompañantes esperando a los viajeros.

Tabla 67.- Necesidades asientos

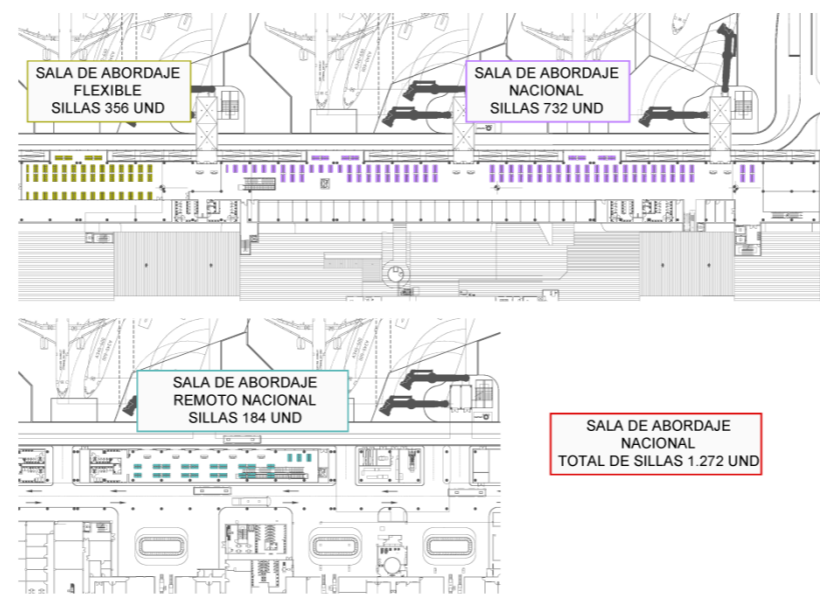
Área	Asientos mínimos H II: 8,5 MPax	Asientos mínimos H IV: 11,5 MPax
Salas de abordaje nacional	736	793
Salas de abordaje internacional	305	530
Hall de llegadas nacional	130	130
Hall de llegadas internacional	64	86

Fuente: Elaboración propia

HORIZONTE II: 8,5 MPAX – HORIZONTE MÁS PROBABLE

ÁREAS DE ABORDAJE NACIONAL

Ilustración 119 Asientos en abordaje nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 68.- Asientos en abordaje nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Área	Asientos mínimos 50%	Asientos proyectados
Salas de abordaje nacional	736	1.272

Fuente: Elaboración propia

ÁREAS DE ABORDAJE INTERNACIONAL

Ilustración 120 Asientos en abordaje internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

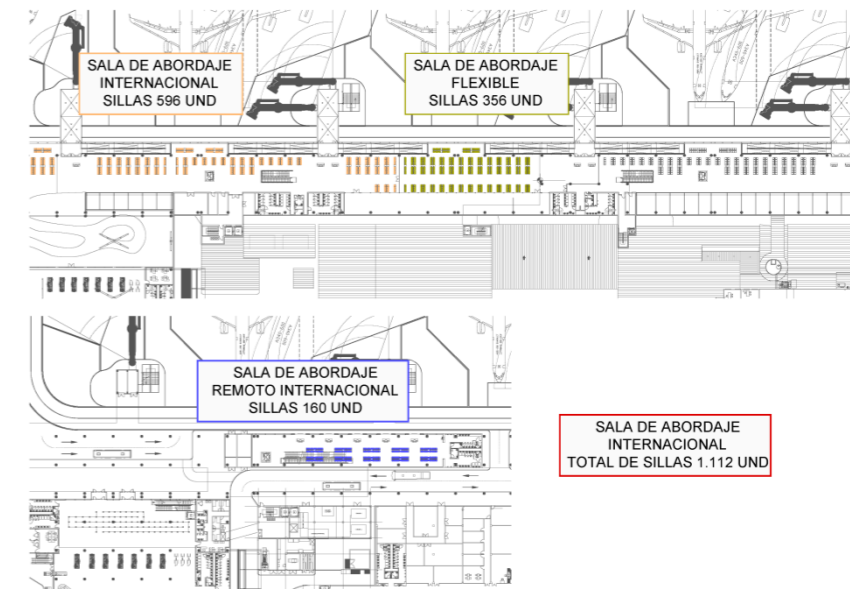


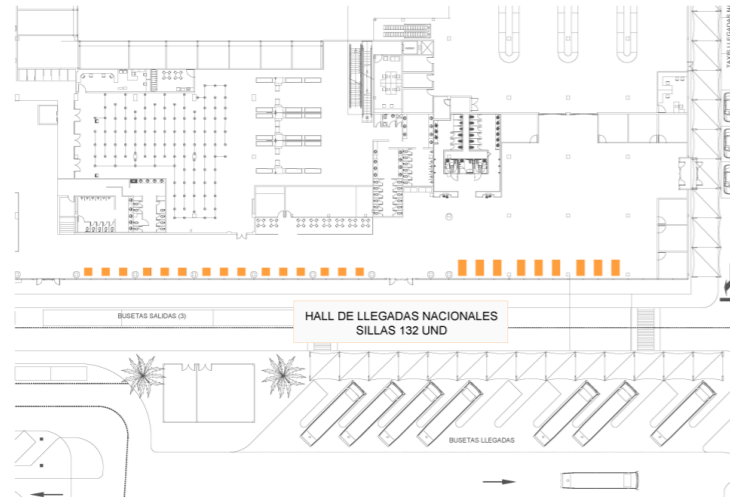
Tabla 69.- Asientos en abordaje internacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Área	Asientos mínimos 50%	Asientos proyectados
Salas de abordaje internacional	305	1.112

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADAS NACIONAL

Ilustración 121 Asientos en hall de llegadas nacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 70.- Asientos en hall de llegadas nacional / Horizonte II: 8,5 MPax

Área	Asientos mínimos 20%	Asientos proyectados
Hall de Llegadas nacional	130	132

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADA INTERNACIONAL

Ilustración 122 Asientos en hall de llegadas internacional / Horizonte II: 8,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 71.- Asientos en hall de llegadas internacional

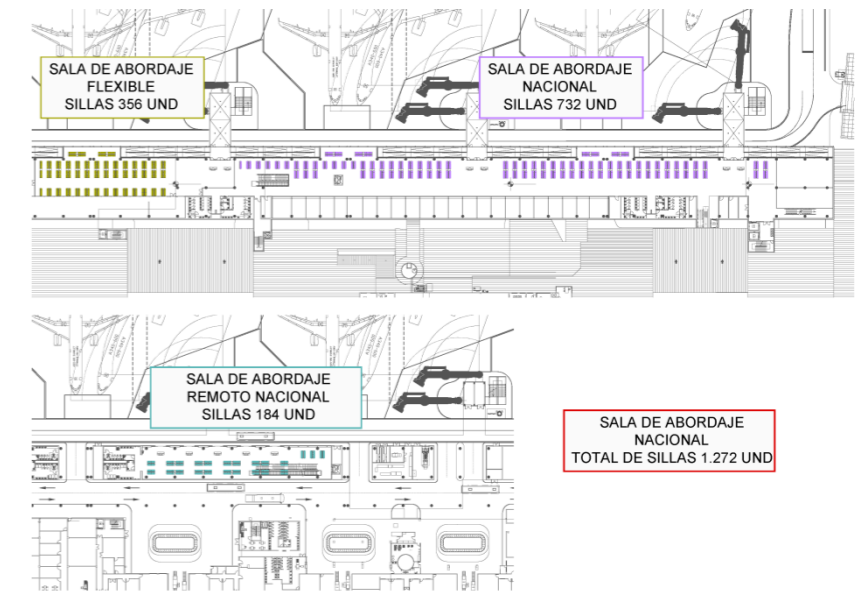
Área	Asientos mínimos 20%	Asientos proyectados
Hall de Llegadas Internacional	64	64

Fuente: Elaboración propia

HORIZONTE IV: 11,5 MPax

ÁREAS DE ABORDAJE NACIONAL

Ilustración 123 Asientos en abordaje nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 72.- Asientos en abordaje nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax

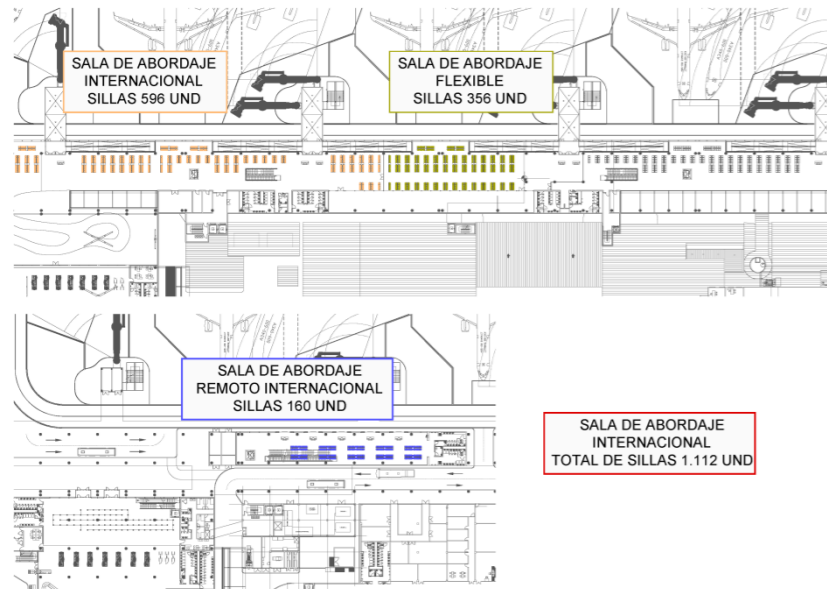
Área	Asientos mínimos 50%	Asientos proyectados
Salas de abordaje nacional	793	1.272

Fuente: Elaboración propia



ÁREAS DE ABORDAJE INTERNACIONAL

Ilustración 124 Asientos en abordaje internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

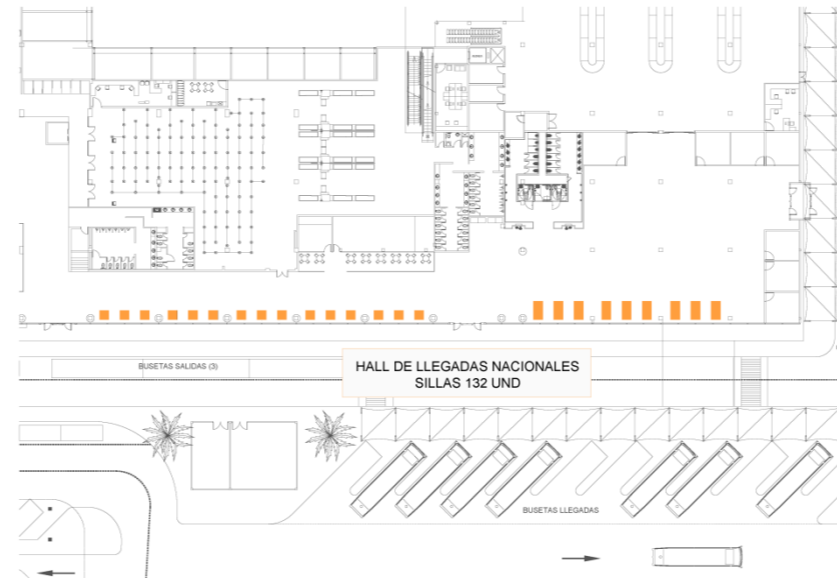
Tabla 73.- Asientos en abordaje internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax

Área	Asientos mínimos 50%	Asientos proyectados
Salas de abordaje internacional	530	1.112

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADAS NACIONAL

Ilustración 125 Asientos en hall de llegadas nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 74.- Asientos en hall de llegadas nacional / Horizonte IV: 11,5 MPax

Área	Asientos mínimos 20%	Asientos proyectados
Hall de Llegadas nacional	130	132

Fuente: Elaboración propia

HALL DE LLEGADA INTERNACIONAL

Ilustración 126 Asientos en hall de llegadas internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax



Fuente: Elaboración propia

Tabla 75.- Asientos en hall de llegadas internacional / Horizonte IV: 11,5 MPax

Área	Asientos mínimos 20%	Asientos proyectados
Hall de Llegadas Internacional	86	88

Fuente: Elaboración propia

### 5.6. Justificación de Cumplimiento de Necesidades de Plazas: Desarrollo Propuesto Parqueaderos

Se incluye a continuación el número de plazas requeridas en Horizonte IV así como el número de plazas incluidas en el Desarrollo Propuesto:

Tabla 76.- Desarrollo Propuesto Parqueaderos

NECESIDADES PARQUEADEROS Horizonte II: 8,5 MPax		
Vehículo	Plazas Requeridas	Plazas Proyectadas
CARROS	351	386
BUSETAS	53	86*
NECESIDADES PARQUEADEROS Horizonte IV: 11,5 MPax		
Vehículo	Plazas Requeridas	Plazas Proyectadas
CARROS	475	528
BUSETAS	72	86*

\*El número de busetas en equivalente a 86 busetas. Las plazas proyectadas son 29 para busetas de gran tamaño (equivalentes a 2 busetas) más 28 plazas para busetas convencionales.

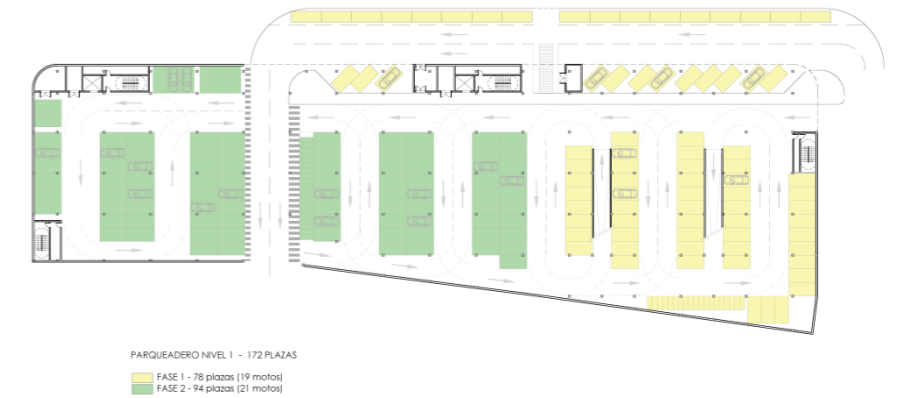
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 127 Parqueadero de busetas llegadas internacional



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 129 Parqueadero en altura. Nivel 1



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 128 Parqueadero de busetas llegadas nacional



Fuente: Elaboración propia

## 6. PLANIFICACIÓN ACTUACIONES POR HORIZONTE

Se incluye a continuación un resumen de las actuaciones planificadas por Horizonte de acuerdo al Desarrollo Propuesto

Tabla 77.- Planificación de Actuaciones por Horizonte.

Intervenciones/Actuaciones	Unidad	Cantidad	Un_Func	Inicio de ejecución	Fin de ejecución	
<b>0 Actuaciones asociadas a Horizonte 0: 5,1 MPax (2018)</b>						
0.01	Desmontaje y demolición zona de combustibles	Item	1,00	Act.Previa	2018	2018
0.02	Nuevos hangares de mantenimiento	Item	1,00	Act.Previa	2018	2018
0.03	Reposición de servicios en zonas de actuación	Item	1,00	Act.Previa	2018	2018
<b>1 Actuaciones asociadas a Horizonte I: 7,5 MPax (2019-2020)</b>						
<b>LA-01 Intervención Lado Aire -01 (LA-01)</b>						
LA01.00	Cambio a pavimento de concreto en posiciones de contacto	Item	1,00	LA-01	2019	2020
LA01.01	Ampliación Plataforma comercial	Item	1,00	LA-01	2020	2020
LA01.02	Ampliación Plataforma secundaria	Item	1,00	LA-01	2020	2020
LA01.03	Calles de rodaje (Rodadura paralela + nueva Calle Bravo)	Item	1,00	LA-01	2019	2020
<b>LT-01 Intervención Lado Tierra - 01 (LT-01)</b>						
LT01.01	Construcción de Nueva Terminal Internacional y Muelles de embarque (3 posiciones de contacto)	Item	1,00	LT-01	2019	2020
LT01.02	Nueva Central de utilidades y acometidas	Item	1,00	LT-01	2019	2020
LT01.03	Remodelación parcial Edificio Terminal Existente	m <sup>2</sup>	2.000,00	LT-01	2020	2020
LT01.04	Suministro e Instalación de Puentes de Embarque (PBB's)	Item	3,00	LT-01	2020	2020
LT01.05	Trabajos de urbanización y paisajismo	Item	1,00	LT-01	2020	2020
LT01.06	Reorganización viario existente. Nuevos accesos Lado Aire	Item	1,00	LT-01	2020	2020
LT01.07	Construcción de parqueadero en altura (207 plazas)	Item	207	LT-01	2020	2020
LT01.08	Reposición de redes externas (Zonas predios expropiados)	Item	1,00	LT-01	2020	2020
<b>OI-01 Otras Inversiones - 01 (OI-01)</b>						
OI01.01	Construcción Edificio Mantenimiento Vehículos Handling	Item	1,00	OI-01	2019	2020
OI01.02	Urbanización zona de terreno adyacente	Item	1,00	OI-01	2019	2020
OI01.03	Construcción de Punto Limpio	Item	1,00	OI-01	2019	2020
OI01.04	Expropiación y adquisición de predios	Item	1,00	OI-01	2019	-
OI01.05	Activos y Mantenimiento	Item	1,00	OI-01	2020	2032

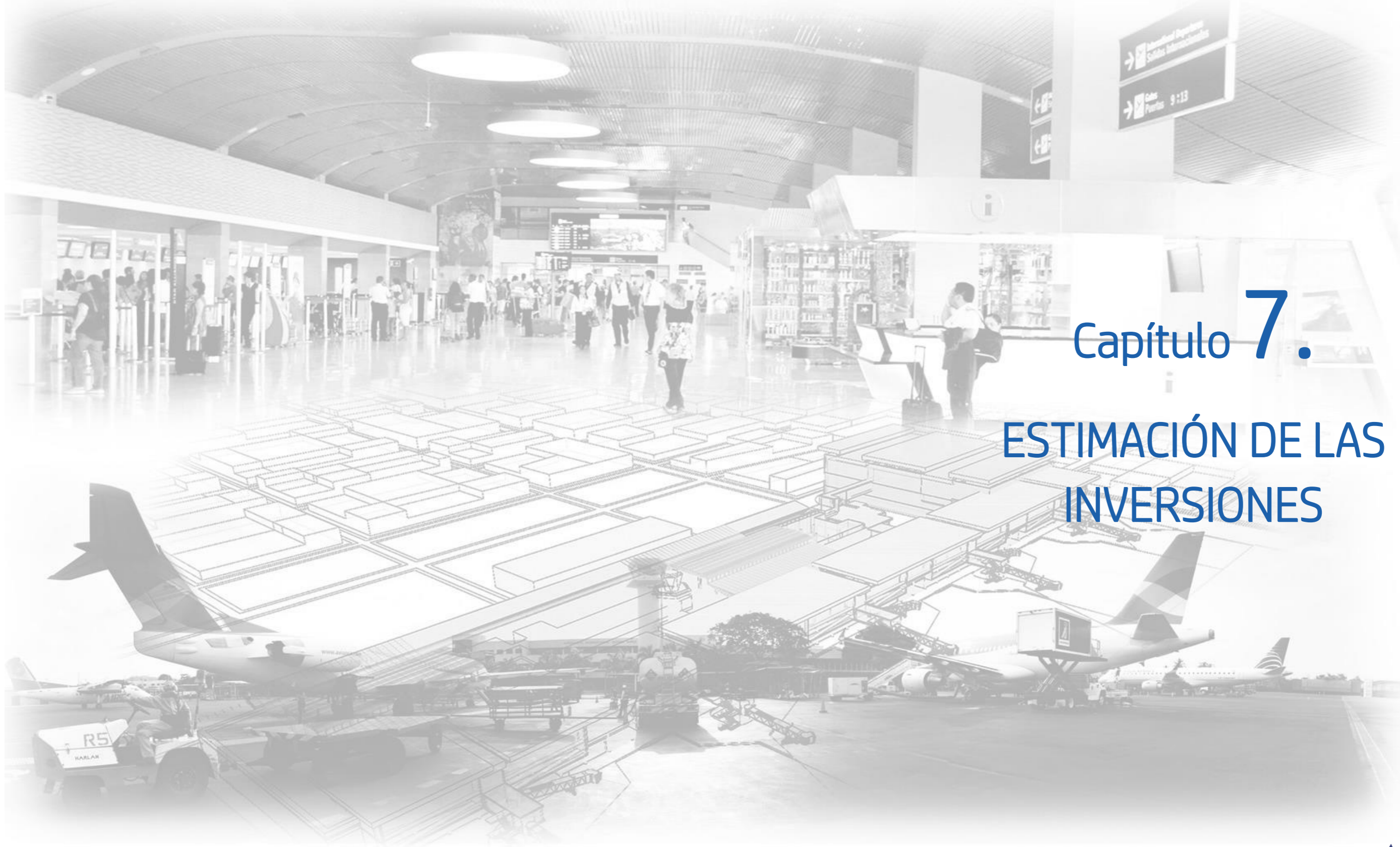
Intervenciones/Actuaciones	Unidad	Cantidad	Un_Func	Inicio de ejecución	Fin de ejecución	
OI01.06	Interventoría	Item	1,00	OI-01	2020	2032
OI01.07	Medidas Medioambientales	Item	1,00	OI-01	2020	2032
<b>2 Actuaciones asociadas a Horizonte II: 8,5 MPax (2021-2025)</b>						
<b>LA-02 Intervención Lado Aire - 02 (LA-02)</b>						
LA02.01	Calles de Rodaje	Item	1,00	LA-02	2023	2024
LA02.02	Plataforma Secundaria	Item	1,00	LA-02	2023	2024
<b>LT-02 Intervención Lado Tierra - 02 (LT-02)</b>						
LT02.01	Construcción Nuevo Muelle de Embarque Nacional -Flexible (6 posiciones de contacto)	Item	1,00	LT-02	2021	2023
LT02.02	Suministro e Instalación de Puentes de Embarque (PBB's)	Item	6,00	LT-02	2022	2023
LT02.03	Remodelación parcial Terminal existente	m <sup>2</sup>	5.000,00	LT-02	2024	2025
LT02.04	Ampliación sistema de tratamiento de equipajes. Adecuación maq. Insp. Norm TSA (Etapa 1)	Item	1,00	LT-02	2025	2025
<b>OI-02 Otras Inversiones - 02 (OI-02)</b>						
OI02.01	Construcción Edificio Mantenimiento SACSA	Item	1,00	OI-02	2021	2021
OI02.02	Demolición y desmontaje Instalaciones Militares existente	Item	1,00	OI-02	2021	2021
OI02.03	Expropiación y adquisición de predios	Item	1,00	OI-02	2021	-
OI02.04	Activos y Mantenimiento	Item	1,00	OI-02	2020	2032
OI02.05	Interventoría	Item	1,00	OI-02	2020	2032
OI02.06	Medidas Medioambientales	Item	1,00	OI-02	2020	2032
<b>3 Actuaciones asociadas a Horizonte III: 9,5 MPax (2034)</b>						
<b>LA-03 Intervención Lado Aire - 03 (LA-03)</b>						
LA03.01	Ampliación Plataforma comercial	Item	1,00	LA-03	2034	2034
LA03.02	Ampliación Plataforma secundaria	Item	1,00	LA-03	2034	2034
LA03.03	Calles de Rodaje	Item	1,00	LA-03	2034	2034
<b>LT-03 Intervención Lado Tierra -03 (LT-03)</b>						
LT03.01	Ampliación sistema de tratamiento de equipajes. Adecuación maq. Insp. Norm TSA (Etapa II)	Item	1,00	LT-03	2032	2032
LT03.02	Construcción parqueadero en altura (321 Plazas)	Item	321	LT-03	2032	2032
LT03.03	Ampliación Nuevo Terminal Internacional	Item	1,00	LT-03	2030	2032
LT03.04	Oficinas no construidas (50%) y zonas de filtros	Item	1,00	LT-03	2030	2032
LT03.05	Reposición de redes externas	Item	1,00	LT-03	2032	2032

Intervenciones/Actuaciones	Unidad	Cantidad	Un_Func	Inicio de ejecución	Fin de ejecución	
<b>OI-03 Otras Inversiones - 03 (OI-03)</b>						
OI03.01	Expropiación y adquisición de predios	Item	1,00	OI-03	2034	-
OI03.02	Activos y Mantenimiento	Item	1,00	OI-03	2032	2048
OI03.03	Interventoría	Item	1,00	OI-03	2032	2048
OI03.04	Medidas Medioambientales	Item	1,00	OI-03	2032	2048
<b>4 Actuaciones asociadas a Horizonte IV: 11,5 MPax (Posterior 2055)</b>						
<b>LA-04 Intervención Lado Aire - 04 (LA-04)</b>						
LA04.01	Ampliación Plataforma comercial	Item	1,00	LA-04	2045	2046
LA04.02	Ampliación Plataforma secundaria	Item	1,00	LA-04	2045	2046
LA04.03	Calles de Rodaje	Item	1,00	LA-04	2045	2046
<b>LT-04 Intervención Lado Tierra -04(LT-04)</b>						
LT04.01	Remodelación parcial Terminal Existente	Item	1,00	LT-04	2045	2048
LT04.02	Ampliación Nuevo Terminal Internacional	Item	1,00	LT-04	2045	2048
<b>OI-04 Otras Inversiones - 04 (OI-04)</b>						
OI04.01	Ampliación Zona de Carga existente	Item	1,00	OI-04	2045	2048
OI04.02	Expropiación y adquisición de predios	Item	1,00	OI-04	2045	-
OI04.02	Activos y Mantenimiento	Item	1,00	OI-04	2048	2055
OI04.03	Interventoría	Item	1,00	OI-04	2048	2055
OI04.04	Medidas Medioambientales	Item	1,00	OI-04	2048	2055

Fuente: Elaboración propia



Página intencionadamente en blanco



# Capítulo 7.

## ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES



CONTENIDO

**ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES**..... 3

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

2. RELACIÓN DE INVERSIONES ..... 4

2.1. INVERSIONES HORIZONTE 0: PERIODO DE PRECONSTRUCCIÓN 4

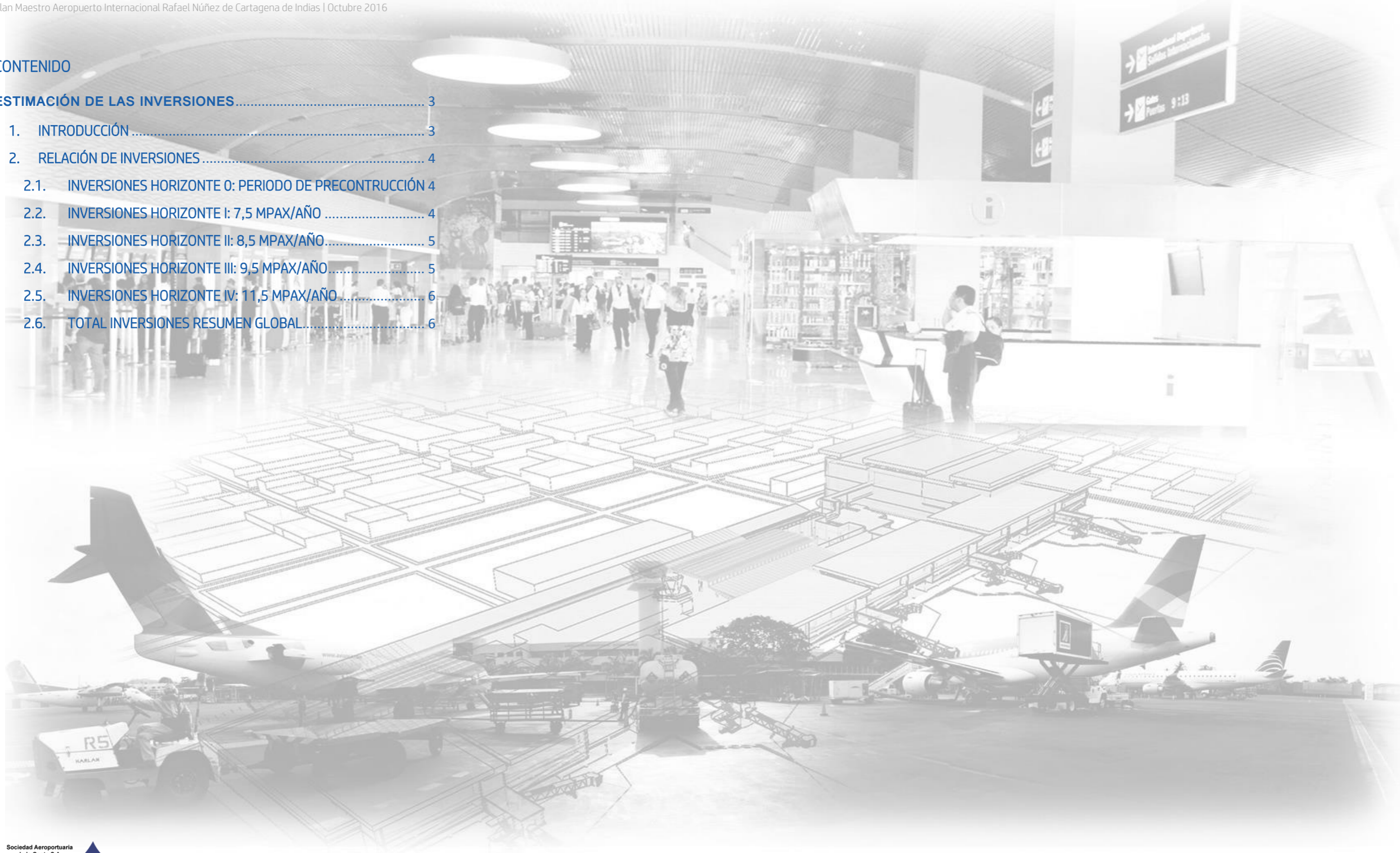
2.2. INVERSIONES HORIZONTE I: 7,5 MPAX/AÑO ..... 4

2.3. INVERSIONES HORIZONTE II: 8,5 MPAX/AÑO..... 5

2.4. INVERSIONES HORIZONTE III: 9,5 MPAX/AÑO..... 5

2.5. INVERSIONES HORIZONTE IV: 11,5 MPAX/AÑO ..... 6

2.6. TOTAL INVERSIONES RESUMEN GLOBAL..... 6





## ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES

### 1. INTRODUCCIÓN

Este apartado contempla la estimación de inversiones asociadas a las actuaciones necesarias para satisfacer la demanda de los siguientes Horizontes:

- Horizonte 0: Periodo de pre construcción.
- Horizonte I: 7,5 MPax/año.
- Horizonte II: 8,5 MPax/año.
- Horizonte III: 9,5 MPax/año.
- Horizonte VI: 11,5 MPax/año.

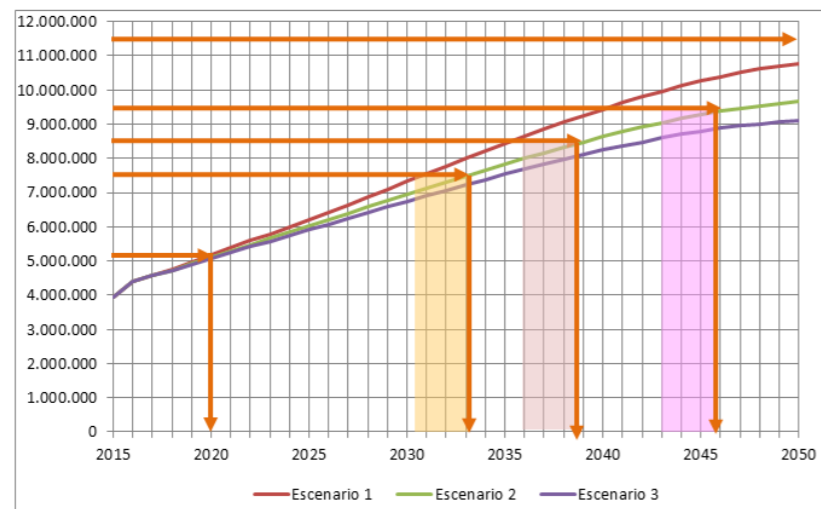
Una descripción detallada de las actuaciones asociadas a estos Horizontes se encuentran reflejadas en otros apartados de este Documento.

La evolución de las variables de diseño, fundamentalmente PHD y AHD, en los Horizontes previstos en este apartado dependerá del desarrollo real del mismo, que puede coincidir o no con alguno de los Horizontes diseñados. Por tanto, el concepto de tráfico de diseño debería aplicarse de una forma independiente, utilizándose para ello los denominados “trigger” o disparadores.

El concepto es determinar el momento en que se debe llevar a cabo la siguiente actuación, por ejemplo ampliación de determinado sistema del Edificio Terminal, y el alcance de la misma (el nivel de tráfico y calidad de servicio objetivo de dicha actuación).

Así, parece razonable que las actuaciones de desarrollo del Aeropuerto tuvieran una serie de escalones de tráfico preliminares en los que se debería proceder a ejecutar las siguientes ampliaciones. Habitualmente, en Aeropuertos nuevos y con tráficos de crecimiento estándar (alrededor del 5% anual), los diseños se ajustan aproximadamente al doble del tráfico inicial. En este caso, con un terminal existente a reformar y un tráfico de crecimiento más elevado, es razonable establecer algún paso intermedio (reformas urgentes), una reforma sustancial y una reforma a largo plazo, que podían establecerse en los siguientes niveles de tráfico: 7,5, 8,5, 9,5 y 11,5 millones de pasajeros anuales.

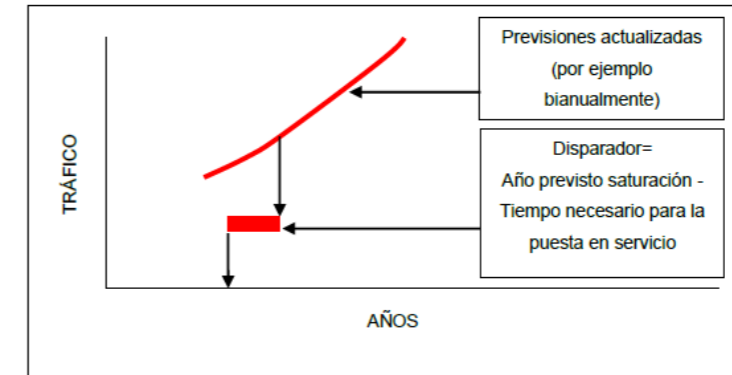
Gráfico 1 Tráficos objetivo propuesto para las ampliaciones del área terminal de pasajeros



Fuente: Elaboración propia

Estos objetivos generarán a su vez unos disparadores, asociados a la capacidad y la calidad mínimas deseables, al cumplimiento de los crecimientos y la estimación de plazo de diseño y obra de la siguiente actuación.

Gráfico 2 Esquema del uso de disparadores de niveles de tráfico



Fuente: Elaboración propia

Existen, además, otros condicionantes que determinan la necesidad de acometer actuaciones de ampliación del Edificio Terminal antes de lo estrictamente necesario, resultando, en todo momento, que las áreas disponibles en el Edificio Terminal para proceso de pasajeros sean superiores a las necesarias.

Estos condicionantes pueden resumirse en tres conceptos:

- Dar respuesta a las necesidades de campo de vuelos en lo que se refiere a capacidad de plataforma y pista para cada uno de los Horizontes.
- Establecer un faseado de las obras de campo de vuelos acorde con la disponibilidad de predios.
- Necesidad de disponer de unas “Instalaciones Singulares” que alberguen el Tráfico Internacional, bastante antes de lo estrictamente necesario.
- Necesidad de disponer, al menos, de nueve (9) puestos de abordaje asistidos.
- Condicionantes físicos de contorno de la localización del Terminal actual en el entorno aeroportuario.

Tomando en consideración estos aspectos se propone la siguiente planificación de actuaciones y las inversiones (en dólares) asociadas a las mismas.

- 1) Periodo de pre construcción
- 2) Lado Aire
- 3) Lado Tierra
- 4) Otras inversiones
- 5) Resumen inversiones Horizonte

## 2. RELACIÓN DE INVERSIONES

### 2.1. INVERSIONES HORIZONTE 0: PERIODO DE PRECONSTRUCCIÓN

Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs	
Hor. 0	A.01	Desmontaje y demolición de zona de combustible	2018	2018	1.653.471.750,00
	A.02	Nuevos hangares de mantenimiento	2018	2018	4.960.415.250,00
	A.03	Reposición de servicios en zonas de actuación	2018	2018	3.306.943.500,00
<b>TOTAL HORIZONTE 0: PERIODO DE PRECONSTRUCCIÓN</b>				<b>9.920.830.500,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

### 2.2. INVERSIONES HORIZONTE I: 7,5 MPAX/AÑO

#### Lado Aire

Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs	
Horizonte I	LA01.00	Cambio a pavimento de concreto en posiciones en contacto	2019	2020	10.613.309.826,15
	LA01.01	Ampliación Plataforma comercial	2020	2020	23.799.920.481,59
	LA01.02	Ampliación Plataforma secundaria	2020	2020	5.890.999.600,84
	LA01.03	Calles de rodaje (Rodadura paralela +nueva Calle Bravo)	2019	2020	34.291.038.646,20
<b>TOTAL HORIZONTE I L.A</b>				<b>74.595.268.554,78</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### Lado Tierra

Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs	
Horizonte I	LT01.01	Construcción de Nueva Terminal Internacional y Muelle de Embarque (3 Posiciones de contacto)	2019	2020	103.736.708.525,64
	LT01.02	Nueva Central de Utilidades y acometidas	2019	2020	29.601.954.042,83
	LT01.03	Remodelación parcial Terminal existente (2.000m2)	2020	2020	5.952.498.300,00
	LT01.04	Suministro instalación de Puentes de Embarque (PBB 's) (3 und.)	2020	2020	4.960.415.250,00
	LT01.05	Trabajos de urbanización y paisajismo	2020	2020	2.334.500.817,35
	LT01.06	Reorganización viario existente. Nuevos accesos Lado Aire	2020	2020	330.694.350,00
	LT01.07	Construcción de parqueaderos en altura (207 plazas)	2020	2020	7.944.867.306,42
	LT01.10	Reposición de redes externas (Zona predios expropiados)	2020	2020	176.982.887,19
	<b>TOTAL HORIZONTE I LT</b>				<b>155.038.621.479,44</b>

Fuente: Elaboración propia

### Otras inversiones

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs	
Horizonte I	Inst. Apoyo	Construcción Edificio Mantenimiento Vehículos Handling	2019	2020	2.641.586.467,80
		Urbanización zona de terreno adyacente (Incremento de inversiones aprobadas por SACSA)	2019	2020	1.112.125.099,05
		Construcción de Punto Limpio (Incremento de inversiones aprobadas por SACSA)	2019	2020	529.772.348,70
		<b>TOTAL Horizonte I Instalaciones de apoyo</b>			<b>4.283.483.915,55</b>
	Expropiación y adquisición de Predios	2019		34.789.045.620,00	
	Activos y Mantenimiento	2020	2032	66.138.870.000,00	
	Interventoría	2020	2032	13.690.746.090,00	
	Medidas Medioambientales	2020	2032	13.690.746.090,00	
<b>TOTAL HORIZONTE I OTRAS INVERSIONES</b>				<b>132.592.891.715,55</b>	

Fuente: Elaboración propia

### Resumen inversiones Horizonte I

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. I	LADO AIRE	2019	2020	74.595.268.554,78
	LADO TIERRA	2019	2020	155.038.621.479,44
	OTRAS INVERSIONES	2019	2020	132.592.891.715,55
	<b>TOTAL HORIZONTE I</b>			<b>362.226.781.749,77</b>

Fuente: Elaboración propia

## 2.3. INVERSIONES HORIZONTE II: 8,5 MPAX/AÑO

## Lado Aire

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. II	LA02.01	Calles de rodaje	2023	2024	19.578.545.429,34
	LA02.02	Plataforma secundaria	2023	2024	7.795.551.234,50
<b>TOTAL HORIZONTE II LA</b>					<b>27.374.096.663,83</b>

Fuente: Elaboración propia

## Lado Tierra

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Horizonte II	LT02.01	Construcción nuevo muelle de Embarque Nacional – Flexible (6 posiciones de contacto)	2021	2023	82.901.446.290,95
	LT02.02	Suministro instalación de Puentes de Embarque (PBB's) (Gund.)	2022	2023	9.920.830.500,00
	LT02.03	Remodelación parcial Terminal existente (5.000 M2)	2024	2025	14.881.245.750,00
	LT02.04	Ampliación sistema de tratamiento de equipajes. Adecuación maq. insp..Norm TSA (Etapa 1)	2025	2025	13.227.774.000,00
<b>TOTAL HORIZONTE II LT</b>					<b>120.931.296.540,95</b>

Fuente: Elaboración propia

## Otras inversiones

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs	
Horizonte II	Inst. Apoyo	Construcción Edificio Mantenimiento SACSA	2021	2021	2.155.135.078,95
		Demolición y desmontaje Instalaciones Militares existentes (Inversión opcional)	2021	2021	67.573.025,26
	<b>TOTAL Horizonte II Instalaciones de apoyo</b>				<b>2.222.708.104,21</b>
		Expropiación y adquisición de Predios	2021		83.665.670.550,00
		Activos y Mantenimiento	2020	2032	72.752.757.000,00
		Interventoría	2020	2032	20.536.119.135,00
		Medidas Medioambientales	2020	2032	20.536.119.135,00
<b>TOTAL HORIZONTE II OTRAS INVERSIONES</b>				<b>199.713.373.924,21</b>	

Fuente: Elaboración propia

## Resumen inversiones Horizonte II

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. II	LADO AIRE	2023	2024	27.374.096.663,83
	LADO TIERRA	2021	2025	120.931.296.540,95
	OTRAS INVERSIONES	2020	2032	199.713.373.924,21
<b>TOTAL HORIZONTE II</b>				<b>348.018.767.128,99</b>

Fuente: Elaboración propia

## INVERSIONES HORIZONTE III: 9,5 MPAX/AÑO

## Lado Aire

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. III	LA03.01	Ampliación Plataforma comercial	2034	2034	23.067.101.669,71
	LA03.02	Ampliación Plataforma secundaria	2034	2034	3.416.019.360,64
	LA03.03	Calles de rodaje	2034	2034	2.601.676.520,96
<b>TOTAL HORIZONTE III LA</b>					<b>29.084.797.551,31</b>

Fuente: Elaboración propia

## Lado Tierra

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Horizonte III	LT03.01	Ampliación sistema de tratamiento de equipajes. Adecuación maq. insp..Norm TSA (Etapa II)	2032	2032	8.267.358.750,00
	LT03.02	Construcción de parqueaderos en altura (321 plazas)	2032	2032	12.320.301.447,38
	LT03.03	Ampliación Nuevo Terminal Internacional	2030	2032	13.227.774.000,00
	LT03.04	Oficinas no construidas (50%) y zonas de filtros	2030	2032	816.401.709,63
	LT03.05	Reposición de redes externas	2032	2032	8.267.358.750,00
<b>TOTAL HORIZONTE III LT</b>					<b>34.631.835.907,01</b>

Fuente: Elaboración propia

## Otras inversiones

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. III	Expropiación y adquisición de Predios	2034		132.608.434.350,00
	Activos y Mantenimiento	2032	2048	105.822.192.000,00
	Interventoría	2032	2048	27.381.492.180,00
	Medidas Medioambientales	2032	2048	27.381.492.180,00
<b>TOTAL HORIZONTE III OTRAS INVERSIONES</b>				<b>293.193.610.710,00</b>

Fuente: Elaboración propia

## Resumen inversiones Horizonte III

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. III	LADO AIRE	2034	2034	29.084.797.551,31
	LADO TIERRA	2030	2032	34.631.835.907,01
	OTRAS INVERSIONES	2032	2048	293.193.610.710,00
<b>TOTAL HORIZONTE III</b>				<b>356.910.244.168,32</b>

Fuente: Elaboración propia



### 2.4. INVERSIONES HORIZONTE IV: 11,5 MPAX/AÑO

#### Lado Aire

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. IV	LA04.01	Ampliación Plataforma comercial	2045	2046	2.995.836.110,21
	LA04.02	Ampliación Plataforma secundaria	2045	2046	1.105.710.323,12
	LA04.03	Calles de rodaje	2045	2046	16.193.390.202,29
<b>TOTAL HORIZONTE IV LA</b>					<b>20.294.936.635,62</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Lado Tierra

	Item	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
H. IV	LT04.01	Remodelación parcial Terminal existente (5.000 M2)	2045	2048	14.881.245.750,00
	LT04.02	Ampliación Nuevo Terminal Internacional	2045	2048	10.807.554.429,30
<b>TOTAL HORIZONTE IV LT</b>					<b>25.688.800.179,30</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Otras inversiones

		Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Horizonte IV	Inst. Ap.	Ampliación de zona de carga existente	2045	2048	2.622.075.501,15
		<b>TOTAL Horizonte IV Instalaciones de apoyo</b>			
	Horizonte IV	Expropiación y adquisición de Predios	2045		198.416.610.000,00
		Activos y Mantenimiento	2048	2055	119.049.966.000,00
		Interventoría	2048	2055	32.540.324.040,00
		Medidas Medioambientales	2048	2055	32.540.324.040,00
<b>TOTAL HORIZONTE IV OTRAS INVERSIONES</b>					<b>385.169.299.581,15</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Resumen inversiones Horizonte IV

		Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
Hor. IV	LADO AIRE		2045	2048	20.294.936.635,62
	LADO TIERRA		2045	2048	25.688.800.179,30
	OTRAS INVERSIONES		2045	2055	385.169.299.581,15
<b>TOTAL HORIZONTE IV</b>					<b>431.153.036.396,07</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.5. TOTAL INVERSIONES RESUMEN GLOBAL

	Actuaciones	Fecha de inicio	Fin de ejecución	Montante inversiones COPs
	TOTAL HORIZONTE 0 : 5,1 MPax	2018	2018	9.920.830.500,00
	TOTAL HORIZONTE I : 7,5 MPax	2019	2032	362.226.781.749,77
	TOTAL HORIZONTE II : 8,5 MPax	2023	2032	348.018.767.128,99
	TOTAL HORIZONTE III : 9,5 MPax	2030	2048	356.910.244.168,32
	TOTAL HORIZONTE IV ; 11,5 MPax	2045	2055	431.153.036.396,07
<b>TOTAL INVERSIONES</b>				<b>1.508.229.659.943,14</b>

Fuente: Elaboración propia





# ANEXOS



# Contenido

## Anexos:

Anexo I: Estudio de Longitud de Pista

Anexo II: Cálculos Necesidades Campo de Vuelos

Anexo III: Estudio Calle de Rodaje Paralela a Pista

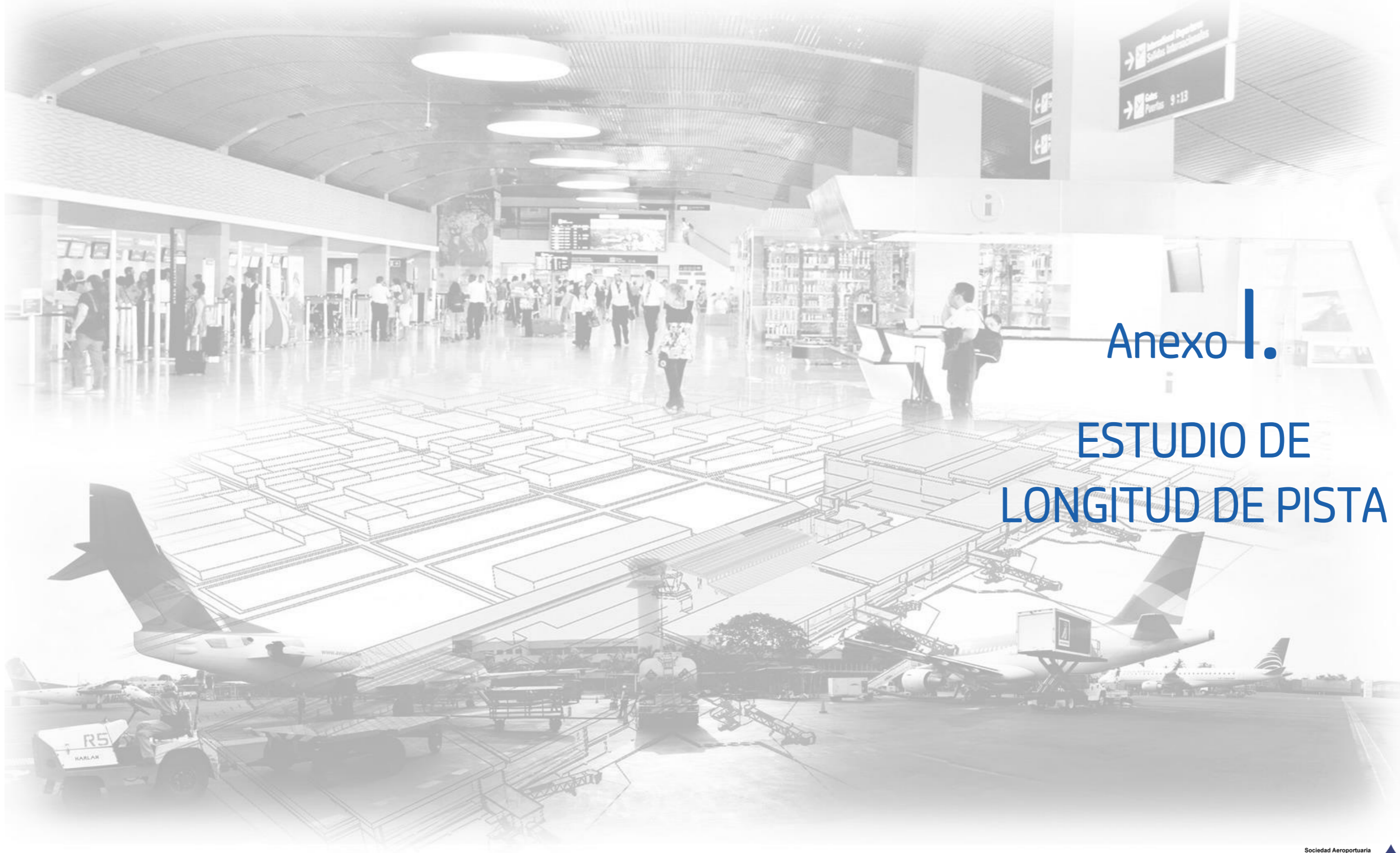
Anexo IV: Estudio Impacto Operación A380-800

Anexo V: Cálculos Necesidades Edificio Terminal

Anexo VI: Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental

Anexo VII; Estudio de la Incidencia con el Entorno





# Anexo I.

## ESTUDIO DE LONGITUD DE PISTA



CONTENIDO

**ESTUDIO DE LONGITUD DE PISTA ..... 3**

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

2. CONSIDERACIONES PREVIAS ..... 3

2.1. Radio de Alcance ..... 3

2.2. Flota de Aeronaves ..... 4

2.3. Pista de Vuelos ..... 5

3. CÁLCULO DE PENALIZACIONES ..... 5

3.1. Despegues ..... 5

3.2. Aterrizajes ..... 6

4. CONCLUSIONES ..... 6



# ESTUDIO DE LONGITUD DE PISTA

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anexo es la determinación de las limitaciones que impone la longitud de la pista del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez en la operación de las aeronaves, tanto para despegues como para aterrizajes, en la actualidad y tras la finalización de las actuaciones relativas a las Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESAs) que se encuentran actualmente en ejecución.

La longitud de pista necesaria para una aeronave en despegue depende de su peso de despegue TOW (Take Off Weight), siendo necesaria una mayor longitud a medida que éste aumenta. El peso de despegue se compone del peso en vacío operativo OEW (Operating Empty Weight), la carga de pago PL (Payload) y el peso del combustible FW (Fuel Weight).

En el caso de los aterrizajes, la longitud de pista necesaria será función del peso al aterrizaje LW (Landing Weight) de cada aeronave.

Inicialmente se definirán el radio de alcance a considerar, en función de las rutas que opera actualmente el aeropuerto y las que pueda operar en el futuro, las aeronaves más críticas desde el punto de vista de longitud de pista necesaria, así como las características de la pista de vuelo y las actuaciones propuestas en el Plan Maestro que puedan modificar su configuración actual.

Tras este análisis, se procederá al cálculo de las restricciones que la pista pueda imponer a las actuaciones de las aeronaves, con el fin de determinar la necesidad o no de una ampliación de la longitud de pista, previa valoración de la penalización admisible en la carga de pago.

## 2. CONSIDERACIONES PREVIAS

### 2.1. Radio de Alcance

En el análisis de tráfico realizado para la elaboración del Plan Maestro (ver Capítulo 4), se han identificado las principales rutas operadas desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. A partir de estas rutas, que se detallan a continuación, se establecen los rangos de alcances considerados para el estudio de longitud de pista.

Todos los destinos nacionales se encuentran a una distancia inferior a 500 millas náuticas (NM), siendo las rutas a Cali y a San Andrés las más alejadas.

Ilustración 1 Rutas nacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez



Fuente: Great Circle Mapper

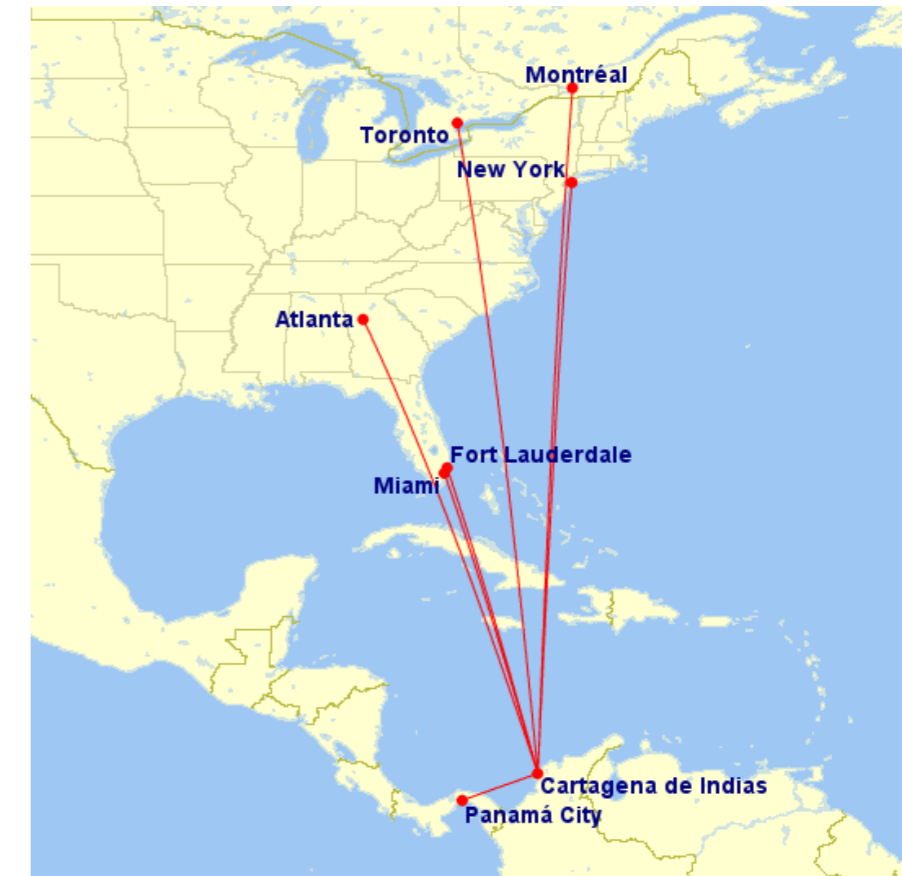
Tabla 1.- Rutas nacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez

Ruta	Código IATA Aeropuerto	Distancia (NM)
Bogotá	BOG	352
Medellín	MDE	256
Cali	CLO	415
San Andrés	ADZ	387
Montería	MRT	98
Pereira	PEI	336
Cúcuta	CUC	233
Bucaramanga	BGA	242

Fuente: Great Circle Mapper

Las rutas internacionales que existen actualmente desde el aeropuerto son principalmente con Panamá y Norteamérica, tanto Estados Unidos como Canadá. El destino más alejado de Cartagena de Indias es Montreal, a una distancia ligeramente superior a 2.000 NM.

Ilustración 2 Rutas internacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez



Fuente: Great Circle Mapper

Tabla 2.- Rutas internacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez

Ruta	Código IATA Aeropuerto	Distancia (NM)
Panamá	PTY	243
Miami	MIA	957
Miami-Fort Lauderdale	FLL	971
Nueva York	JFK	1.809
Montreal	YUL	2.098
Toronto	YYZ	2.000
Atlanta	ATL	1.693

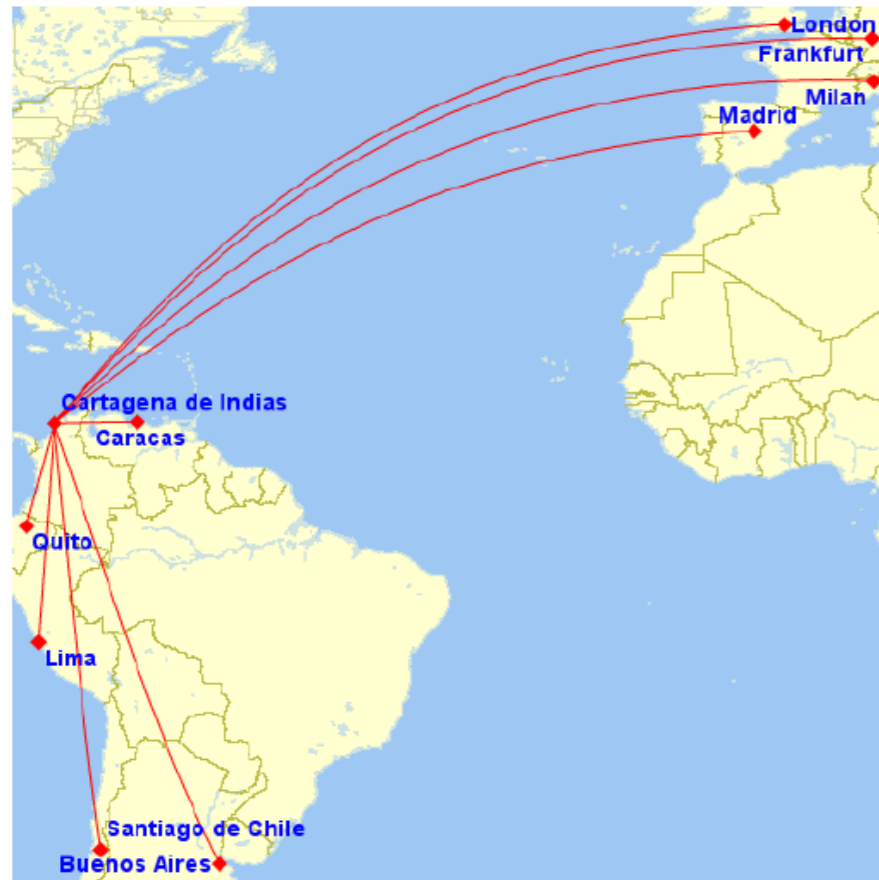
Fuente: Great Circle Mapper



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Finalmente, con objeto de completar el estudio, se han incorporado varias rutas adicionales que actualmente no se operan desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. Por un lado, algunas de las rutas con Sudamérica ya han existido en el pasado, mientras que otras es posible que se puedan operar en el futuro. Por otro lado se tienen también en cuenta rutas con Europa, aunque no se prevé que se operen de forma regular en el corto o medio plazo. Los destinos más alejados considerados en Sudamérica son Santiago de Chile o Buenos Aires, a una distancia comprendida entre 2.500 NM y 3.000 NM, mientras que la distancia entre Cartagena de Indias y Europa es superior a 4.000 NM.

Ilustración 3 Otras rutas internacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez



Fuente: Great Circle Mapper

Tabla 3.- Otras rutas internacionales actuales desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez

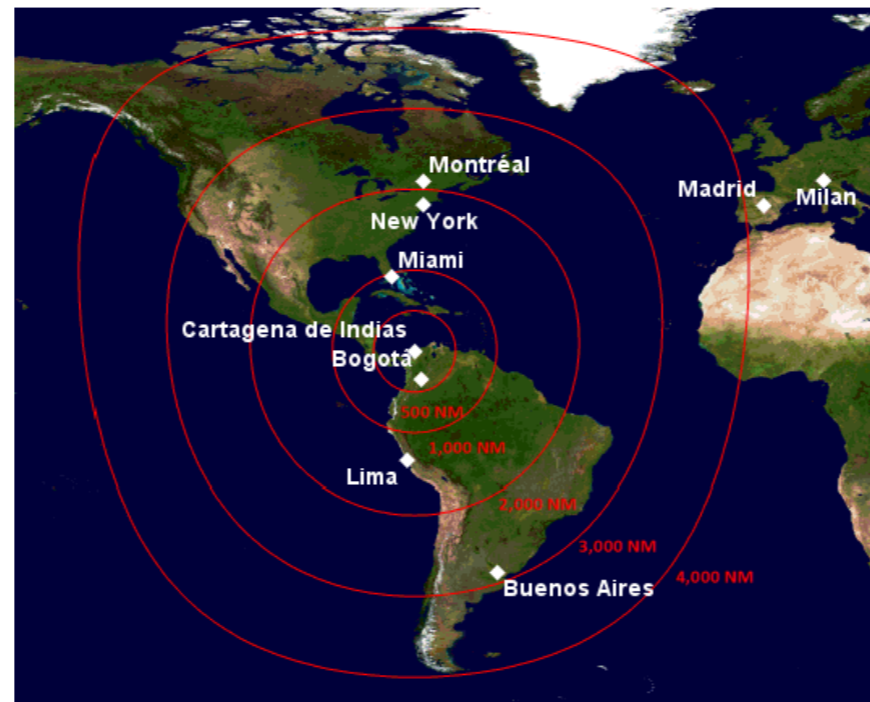
Ruta	Código IATA Aeropuerto	Distancia (NM)
Caracas	CCS	504
Lima	LIM	1.345
Quito	UIO	653
Buenos Aires	EZE	2.873

Ruta	Código IATA Aeropuerto	Distancia (NM)
Santiago de Chile	SCL	2.633
Madrid	MAD	4.179
Londres	LHR	4.358
Frankfurt	FRA	4.699
Milán	MXP	4.720

Fuente: Great Circle Mapper

A la vista de la distancia existente entre el aeropuerto y los destinos analizados, se establece los siguientes rangos para el estudio de la longitud de pista: 500 NM, 1.000 NM, 2.000 NM, 3.000 NM, 4.000 NM y 5.000 NM.

Ilustración 4 Rango de alcances desde el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez



Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Flota de Aeronaves

Para el cálculo de penalizaciones se tienen en cuenta las principales aeronaves que operan de forma habitual en el aeropuerto, definidas en el Capítulo 4, "Evolución previsible de la demanda" de este documento. Se incluyen los modelos Airbus 320 y Boeing 737. No se han considerado los modelos Jetstream y Embraer, que operan regularmente en el aeropuerto, ya que sólo operan rutas de corto alcance sin restricciones por longitud de pista.

Adicionalmente, se han considerado otras aeronaves que, a pesar de no operar de forma habitual en la actualidad, sí han operado en el pasado en el aeropuerto siendo además más restrictivas respecto a la longitud de pista necesaria. Entre éstas, se han incluido los modelos Boeing 767, Airbus 330, Airbus 340 y Boeing 747.

Por otro lado, la flota de aeronaves comerciales usuarias del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez no se prevé que cambie sustancialmente en el futuro. Únicamente se ha incorporado al estudio el modelo Airbus A321, que es probable que empiece a operar en el aeropuerto.

Las principales características de las aeronaves consideradas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.- Principales características de las aeronaves consideradas

Aeronave	Letra de Clave	MTOW (Kg)	MPL (Kg)	MLW (Kg)	OEW (Kg)	Motorización
Airbus 320-200	C	77.000	20.296	64.500	41.244	CFM56-5B
Airbus 321-200	C	93.500	24.423	77.800	46.856	CFM56-5B
Boeing 737-800	C	79.016	21.319	66.361	41.413	CFM56-7B-26
Boeing 767-300	D	158.758	40.230	136.078	86.069	CF6-80C2B2
Airbus 330-200	E	233.000	49.467	182.000	116.740	CF6-80E1
Airbus 330-300	E	233.000	50.682	187.000	119.831	CF6-80E3
Airbus 340-300	E	271.000	52.170	192.000	125.242	CFM56-5C4
Airbus 340-600	E	365.000	65.636	256.000	176.364	RB211 TRENT556
Boeing 747-400	E	396.894	67.319	285.764	187.756	CF6-80C2B1F

Fuente: "Airport Planning" del Fabricante

### 2.3. Pista de Vuelos

Como se ha descrito en el Capítulo 3, “Situación actual del aeropuerto”, el Aeropuerto de Cartagena dispone de una pista de vuelo, denominada 01-19, con una longitud de 2.540 m entre umbrales y una anchura de 45 m.

Las distancias declaradas asociadas a la pista y publicadas en el AIP son las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 5.- Distancias declaradas

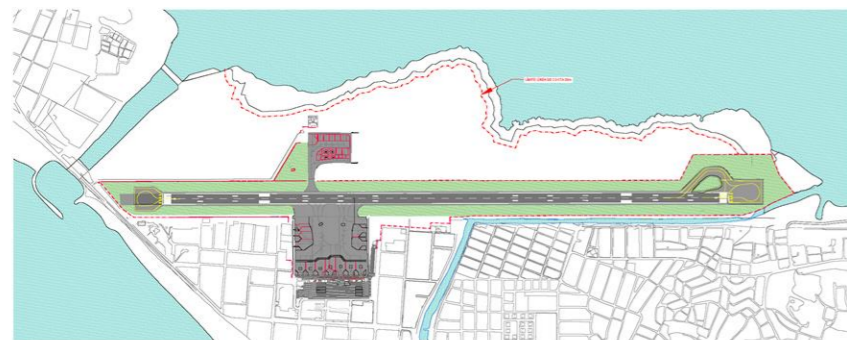
Pista (RWY)	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)
01	2.540	2.540	2.540	2.540
19	2.540	2.540	2.540	2.540

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

Por lo tanto, la distancia disponible tanto para despegues como para aterrizajes será de 2.540 m. Actualmente, se está llevando a cabo las actuaciones relativas a las Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESAs) en ambas cabeceras de pista, cuyo objeto es dotar de RESAs de 90x90 m a la actual franja de pista.

En la cabecera 01, la implantación de la RESA se llevará a cabo mediante una ampliación del campo de vuelos, por lo que se mantiene la ubicación actual del umbral 01 y del extremo 19. Sin embargo, en la cabecera 19 la definición de la RESA obliga a un desplazamiento de 116,26 m hacia el interior de la pista del umbral 19 y el extremo 01.

Ilustración 5 Campo de vuelos con RESAs asociadas



Fuente: Elaboración propia

En ambos casos se permitirá la utilización de la RESA como parte de la carrera de despegue, de forma que se aumenta la longitud de despegue disponible, 2.540 m.

La distancia disponible para aterrizajes tras la implantación de las RESAs se verá reducida hasta los 2.423,75 m, debido al desplazamiento hacia el interior de la pista del umbral 19.

En la siguiente tabla se resumen las longitudes de pista disponibles, tanto en el estado actual como tras la implantación de las RESAs asociadas.

Tabla 6.- Distancias declaradas

Longitud de Pista	Estado Actual	Estado tras la implantación de las RESAs		
		Pista	Previo Umbral 01	Previo Umbral 19
Longitud de pista disponible para despegues (m)	2.540	2.424	150	116
Longitud de pista para aterrizaje (m)	2.540	2.424	-	-

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las penalizaciones se utilizará la longitud básica de pista, que se obtiene a partir de la longitud de pista disponible y los factores de corrección por altura, temperatura y pendiente en el caso de despegues. En caso de aterrizajes únicamente se tiene en cuenta el factor corrector de la elevación.

Para obtener la longitud básica de pista se tendrán en cuenta los siguientes parámetros del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez:

- Altura: 2 m, por lo que la corrección por elevación es mínimamente significativa.
- Temperatura de referencia: 32 °C, de acuerdo con el AIP del aeropuerto.
- Pendiente de pista: nula, de acuerdo con el AIP del aeropuerto, por lo que no será necesario aplicar la corrección por pendiente.

### 3. CÁLCULO DE PENALIZACIONES

A continuación se determinan las penalizaciones en la carga de pago en función del alcance para las distintas aeronaves consideradas.

Para ello se emplearán, para cada modelo de aeronave, la información proporcionada por el fabricante en el documento “Airplane Characteristics for Airport Planning”.

#### 3.1. Despegues

En la siguiente tabla se recogen las limitaciones que la pista introduce en el peso al despegue (TOW), junto con las penalizaciones en carga de pago (PL), respecto a la máxima carga de pago (MPL) de la aeronave, para los distintos alcances.

Tabla 7.- Porcentaje de carga de Pago (respecto el MPL) según alcance de la ruta

Aeronave	TORA 2.540 m		PL/MPL (%)				
	TOW/MTOW	500NM	1.000NM	2.000NM	3.000NM	4.000NM	5.000NM
Airbus 320-200	100,0%	100,0%	100,0%	95,7%	56,2%	-	-
Airbus 321-200	95,6%	100,0%	100,0%	91,1%	68,9%	-	-
Boeing 737-800	97,6%	100,0%	100,0%	93,3%	61,7%	-	-
Boeing 767-300	96,2%	100,0%	100,0%	89,6%	67,9%	47,0%	7,8%
Airbus 330-200	91,6%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	78,1%	54,1%
Airbus 330-300	91,6%	100,0%	100,0%	100,0%	91,3%	65,0%	40,8%
Airbus 340-300	82,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	82,0%	59,7%
Airbus 340-600	82,2%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	74,6%	50,9%
Boeing 747-400	83,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	83,7%	57,4%

Fuente: “ Airport Characteristics for Airport Planning” del fabricante

En el caso de los modelos A320, A321, B737, B767 y A330, se presentan limitaciones derivadas de la propia performance del avión para ciertos alcances, para los cuales no está diseñada. Este hecho es muy significativo en los modelos A320, A321 y B767 para alcances de 3.000 NM o superiores.

Para considerar únicamente las limitaciones debidas a la pista de vuelo, a continuación se muestran las penalizaciones respecto a la carga de pago máxima que puede transportar la aeronave para cada alcance concreto.

Tabla 8.- Porcentaje de carga de Pago (respecto carga de pago máxima por alcance) según alcance de la ruta

Aeronave	TORA 2.540 m		PL/PL máxima por alcance				
	TOW/MTOW	500NM	1.000NM	2.000NM	3.000NM	4.000NM	5.000NM
Airbus 320-200	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	-	-
Airbus 321-200	95,6%	100,0%	100,0%	91,1%	98,9%	-	-
Boeing 737-800	97,6%	100,0%	100,0%	93,3%	100,0%	100,0%	-
Boeing 767-300	96,2%	100,0%	100,0%	89,6%	94,9%	79,5%	100,0%
Airbus 330-200	91,6%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	78,1%	63,7%
Airbus 330-300	91,6%	100,0%	100,0%	100,0%	91,3%	69,0%	55,9%
Airbus 340-300	82,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	82,0%	59,7%
Airbus 340-600	82,2%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	74,6%	50,9%
Boeing 747-400	83,9%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	83,7%	57,4%

Fuente: "Airport Characteristics for Airport Planning" del fabricante

### 3.2. Aterrizajes

Se han analizado las limitaciones de Peso en Aterrizaje (LW) respecto al Máximo Peso en Aterrizaje (MLW), en función de la longitud de pista disponible. En este caso se han considerado dos longitudes de pista distintas para aterrizajes, 2.540 m en el estado actual y 2.424 m tras la implantación de las RESAs.

Tabla 9.- Porcentaje de peso al aterrizaje (respecto MLW), Estado actual

LDA 2.540 m	
Aeronave	TOW/MTOW
Airbus 320-200	100,0%
Airbus 321-200	100,0%
Boeing 737-800	100,0%
Boeing 767-300	100,0%
Airbus 330-200	100,0%
Airbus 330-300	100,0%
Airbus 340-300	100,0%
Airbus 340-600	100,0%
Boeing 747-400	100,0%

Fuente: "Airport Characteristics for Airport Planning" del Fabricante

Tabla 10.- Porcentaje de peso al aterrizaje (respecto MLW), RESAs implantadas

LDA 2.424 m	
Aeronave	TOW/MTOW
Airbus 320-200	100,0%
Airbus 321-200	100,0%
Boeing 737-800	100,0%
Boeing 767-300	100,0%
Airbus 330-200	100,0%
Airbus 330-300	100,0%
Airbus 340-300	100,0%
Airbus 340-600	100,0%
Boeing 747-400	100,0%

Fuente: "Airport Characteristics for Airport Planning" del Fabricante

En los cálculos realizados se han considerado condiciones de pavimento seco y configuraciones específicas de flaps en aterrizaje para cada aeronave. Si se tienen en cuenta condiciones de pista en mojado, existen mínimas restricciones para el modelo de aeronave Boeing 747-400.

### 4. CONCLUSIONES

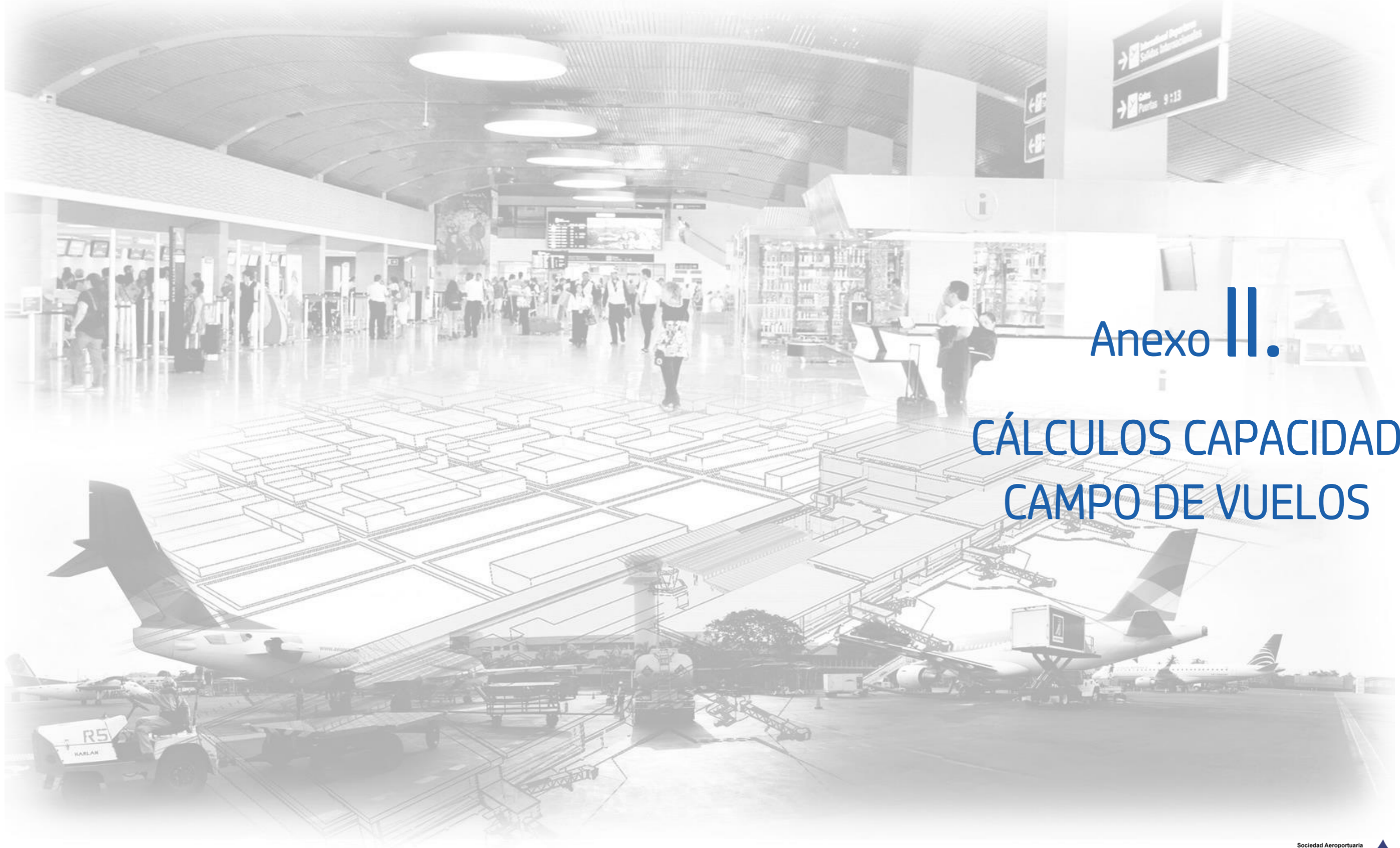
En primer lugar se debe tener en cuenta las características del tráfico que opera en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, cuya flota mayoritaria se compone de aeronaves de letra de clave C o inferior, siendo los destinos principales los nacionales, a una distancia inferior a 500 NM, e internacionales a Norteamérica, a una distancia máxima de 2.000 NM. Teniendo en cuenta las penalizaciones calculadas, la longitud de pista actual del aeropuerto es adecuada para atender este tipo de tráfico.

Para alcances superiores, hasta 3.000 NM, las penalizaciones en la carga de pago calculadas se consideran aceptables, en todos los casos es posible transportar una carga de pago superior al 90% a excepción del modelo B767-300 con un 84,9% (considerando únicamente las restricciones debidas a la longitud de pista, no las de la propia aeronave). Dentro de este rango se incluirían posibles nuevas rutas a Sudamérica, que es previsible que se puedan implantar en el futuro en el aeropuerto.

Más allá de este rango, quedarían posibles conexiones con Europa, a una distancia comprendida entre 4.000 NM y 5.000 NM. Para esos alcances las restricciones comienzan a ser significativas, e implican penalizaciones importantes en la carga de pago. Sin embargo, no se prevé que se operen rutas directas con Europa de forma regular en el corto o medio plazo, ya que habitualmente hacen escala en otros aeropuertos del país (fundamentalmente Bogotá) para después continuar hasta Cartagena.

Por lo tanto, se concluye que tanto la longitud de pista disponible actualmente como la que existirá en el futuro tras las actuaciones previstas por el Plan Maestro, será suficiente para dar servicio a la demanda de tráfico esperada.





# Anexo II.

## CÁLCULOS CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS



CONTENIDO

**CÁLCULOS CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS. PARTE I: ÁREA DE MANIOBRAS..... 3**

1. INTRODUCCIÓN..... 3

1.1. Antecedentes ..... 3

1.2. Análisis de métodos recomendados ..... 3

2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD LADO AIRE..... 4

2.1. Características de operación ..... 5

3. AJUSTE CAPACIDAD/DEMANDA..... 16

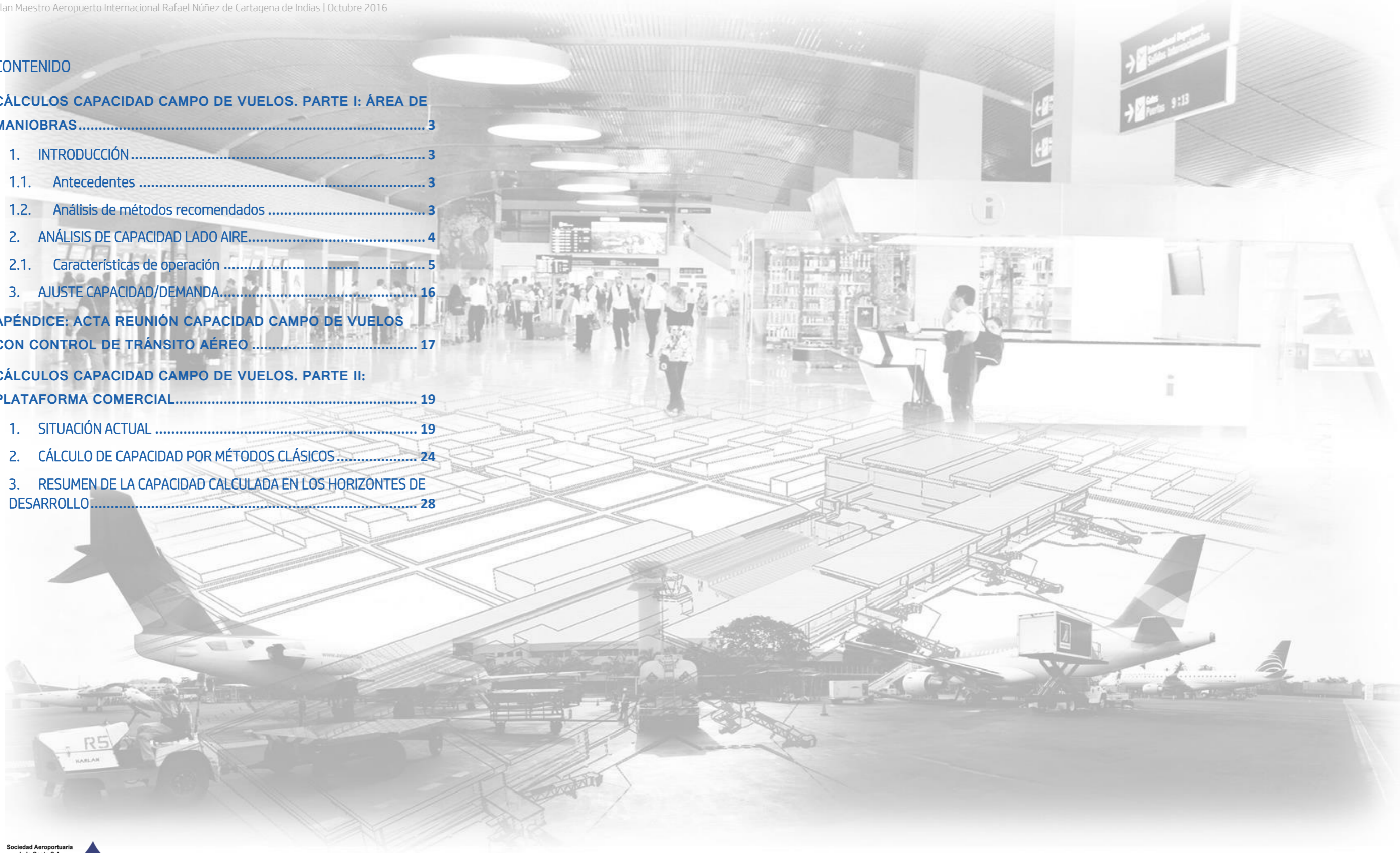
**APÉNDICE: ACTA REUNIÓN CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS CON CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO ..... 17**

**CÁLCULOS CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS. PARTE II: PLATAFORMA COMERCIAL..... 19**

1. SITUACIÓN ACTUAL ..... 19

2. CÁLCULO DE CAPACIDAD POR MÉTODOS CLÁSICOS..... 24

3. RESUMEN DE LA CAPACIDAD CALCULADA EN LOS HORIZONTES DE DESARROLLO..... 28



# CÁLCULOS CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS. PARTE I: ÁREA DE MANIOBRAS

## 1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de la capacidad de un aeropuerto y su ajuste con respecto a la demanda pronosticada es uno de los factores clave a la hora de proyectar aquella infraestructura necesaria para el mismo que garantice un crecimiento armónico y acorde a la necesidad y potencialidad reales del complejo sistema aeropuerto.

En base a lo anterior, el presente documento analiza, de forma rigurosa y precisa, y en base a las distintas configuraciones de operación que pueden preverse para el aeropuerto, aquellos niveles de capacidad accesibles a través de la formulación de actuaciones en el lado aire que permitan acomodar la demanda para los distintos escenarios previsibles a futuro.

Para ello el documento se desarrolla en base a cuatro puntos de análisis principales:

- Determinación de Capacidad
- Determinación de Demanda
- Determinación de Necesidades
- Análisis de Resultados y Alternativas

Dentro del primer punto de análisis se establecerán distintos escenarios de consideración mediante el desarrollo de infraestructura acorde a los escenarios previstos. Adicionalmente, cada escenario poseerá distintos niveles de capacidad de consideración, y que serán definidos a lo largo de la sección de forma que permitan establecer valores límites a la demanda posterior que el aeropuerto sea capaz de acoger.

En un segundo punto se establecerán los niveles de demanda del aeropuerto para los distintos escenarios temporales de previsión establecidos.

En la tercera parte del estudio se establecerán niveles de capacidad en base a diagramas frontera de Pareto que permitirán decidir sobre las necesidades del sistema a lo largo de los distintos niveles de demanda previstos en el punto anterior.

Finalmente y en una última fase del estudio, se analizarán los resultados anteriores para decidir sobre las alternativas más favorables o aconsejadas en base a cada una de las exigencias previstas y los factores de decisión principales.

Estos resultados se darán en un apartado segregado al final del documento, junto con todas aquellas conclusiones generales para la toma de decisiones.

El presente estudio, por tanto, pretende ser una pieza clave en la determinación de las actuaciones necesarias a lo largo del periodo de análisis futuro y permitirá analizar cada alternativa en base a resultados sólidos que permitan tomar decisiones, a la vez que

analizar aquellos escenarios coste-beneficio para el desarrollo planificado y justificado del área de movimiento del aeropuerto y las características de su infraestructura principal: pistas, calles de rodaje y plataformas.

### 1.1. Antecedentes

Dentro de los estudios consecuentes recogidos dentro del último Plan Maestro vigente se encuentra el documento generado como Anexo 2 al mismo que evalúa la capacidad del campo de vuelos en la configuración física de su situación actual y propuesta dentro del mismo plan maestro.

La herramienta de simulación escogida fue ARCport®, software de simulación desarrollado por la empresa ARC (Aviation Research Corporation) establecida actualmente en Point Roberts, Washington, y fundada en 1991 en Montreal, Canadá. Además cuenta con ser el software de análisis utilizado por AENA como estándar.

Dentro del citado anexo se establecen las siguientes configuraciones de análisis:

- **ESTADO ACTUAL:** Configuración de pista, calle de rodaje en extremo de cabecera 01 tipo turn around, plataforma principal y secundaria con dos calles de acceso desde pista respectivamente.

Ilustración 1 Configuración general del estado actual simulado



Fuente: Ilustración A-II.4 del Plan Maestro Vigente

- **ESTADO PROYECTADO:** Configuración de pista, calle de rodaje en extremo de cabecera tipo turn around y de bahía de espera en cabecera, calle de acceso a cabecera de pista 01 desde plataforma secundaria y dos calles de rodaje de acceso a pista y configuración de calles de rodaje en plataforma.

Ilustración 2 Configuración general del estado proyectado simulado



Fuente: Ilustración A-II.8 del Plan Maestro Vigente)

Se destacan las diferencias en configuración generales respecto a los desarrollos propuestos en el presente documento:

- Estado Actual:

- o Disposición de una calle de rodaje de acceso a pista adicional para plataforma secundaria denominada E3 (Echo 3) finalmente no ejecutada.
- Estado Proyectado:
  - o Separación de 182,5m entre ejes de calle de rodaje paralela a cabecera y pista y conexión mediante calle de cruce diagonal a 30°.

En estas condiciones se establecen a través del modelo las siguientes capacidades:

Tabla 1.- Capacidad campo de vuelos

	PISTA	CAPACIDAD MÁXIMA	CAPACIDAD SOSTENIBLE
ACTUAL	01	22 OPS/HORA	19 OPS/HORA
2035	01	29 OPS/HORA	26 OPS/HORA

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Teniendo en cuenta la similitud en las configuraciones dadas estas capacidades servirán de acotaciones a los modelos de configuración propuestos estableciendo que las mejoras al respecto de las disposiciones del Plan Maestro sólo suponen una mejora a la capacidad en los nuevos escenarios al respecto de la dada por las anteriores configuraciones.

### 1.2. Análisis de métodos recomendados

La publicación y el establecimiento de una capacidad estimada para el aeropuerto es cada vez más determinante desde el punto de vista de la planeación de los niveles de actividad proyectados, o PALS, pero también supone una necesidad para el establecimiento de sistemas colaborativos de decisión (CDMs) para la determinación de los niveles de actividad que garanticen un tráfico fluido, seguro y eficiente.

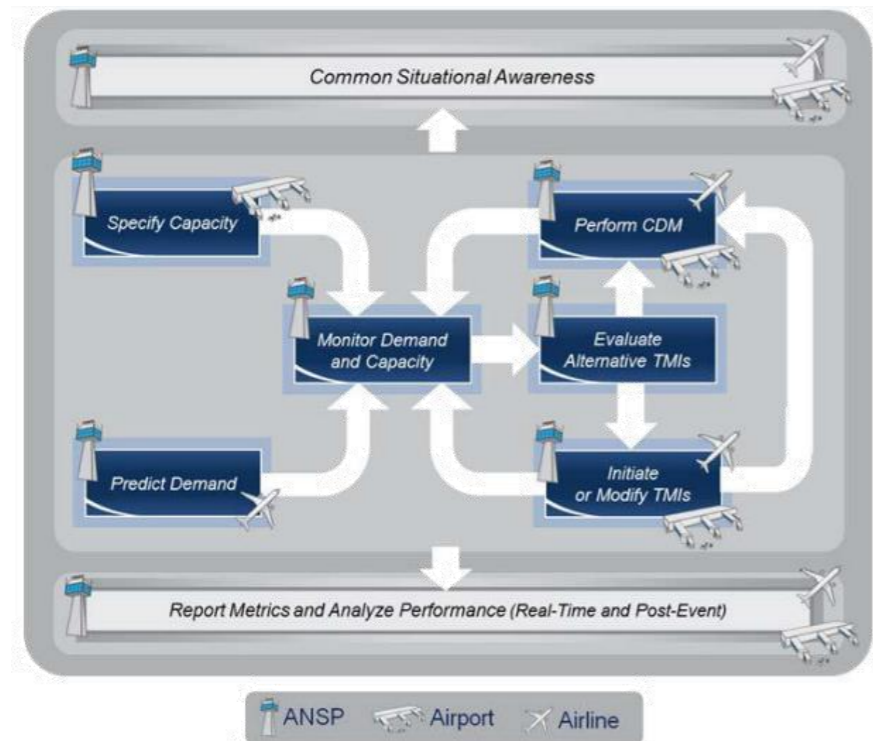
Como paso previo, la OACI, dentro de su programa regional ICAO RLA/06/901 para la zona de América Latina (SAM) estableció una guía para la aproximación a una metodología común en la estimación de capacidad ATC y aeroportuaria en la región.

Entre los métodos de análisis considerados para la estimación de la capacidad lado aire del aeropuerto destacan los descritos en los anexos 6 y 7 del Proyecto Regional mencionado, dedicados a la estimación de capacidades límites a la infraestructura física y de operación dentro del entorno aeroportuario.

El anexo 6 describe una metodología analítica de cálculo basada en los conceptos del CDM (Capacity Delay Model) de la FAA utilizado hasta la última publicación del pasado Plan Nacional del Sistema Integrado de Aeropuertos de Estados Unidos (National Plan of Integrated Airport Systems, NPIAS). Mientras que el anexo 7 también hace uso de una metodología sencilla de estimación del AAR (Airport Acceptance Rate) basado en el mismo modelo CDM de la FAA de cara a la determinación de una capacidad límite en condiciones que estiman factores como la disposición física de la operación debido a las características propias del lado aire del aeropuerto (configuración de pistas y calles de rodaje), aquellas relativas a los procedimientos derivados del control de tráfico aéreo (separaciones y procedimientos de control) y aquellas que obligan a modificar las anteriores debido a las condiciones meteorológicas de aplicación.



Ilustración 3 Esquema de competencias para la colaboración dentro del CDM propuesto por OACI.



Fuente: OACI

En el presente documento, como método de determinación de la capacidad de cada una de las configuraciones lado aire propuestas se utilizará el método desarrollado por el ACRP (Airport Collaborative Research Program) de la FAA para la determinación de la capacidad y descrito a través del documento ACRP REPORT 079 "Evaluating Airfield Capacity" y puesto en práctica a través de la hoja de cálculo dada por el propio documento.

## 2. ANÁLISIS DE CAPACIDAD LADO AIRE

En el presente apartado se analiza la capacidad lado aire de las configuraciones propuestas a la vez que se establecen aquellos parámetros de operación que definirán los resultados consecuentes para el método de análisis. Las configuraciones propuestas son las que se muestran a continuación:

Ilustración 4 Configuración actual campo de vuelos



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Configuración campo de vuelos Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 6 Configuración campo de vuelos Horizonte II



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Configuración campo de vuelos Horizonte III



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8 Configuración campo de vuelos Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 Configuración campo de vuelos máximo desarrollo



Fuente: Elaboración propia

Se comenzará con un análisis de las características de operación del aeropuerto de Cartagena de Indias en base al histórico de operación para el último año completo 2015. En él se establecerán factores como la mezcla de flota de consideración, separaciones ATC en condiciones de reglas de vuelo visual (VMC) e instrumental (IFR), condiciones de distribución anual y horaria de la operación y los porcentajes de uso en vuelo VMC e IFR.

De esta forma se entiende parametrizan las hipótesis y los factores principales para la determinación de la capacidad dados por el ICAO RLA/06/901 y definidos a continuación:

### FACTORES DE PLANEACIÓN Y COORDINACIÓN OPERATIVA (Capacidad de sectores ATC)

- Secuencia de utilización de pistas y parámetros de coordinación
- Se considera que todo el personal tiene las mismas características de formación, habilidad y experiencia.
- Las ayudas e infraestructura de apoyo para el control se consideran de uso continuo y sin fallos.
- Se considera que las comunicaciones y el equipo asociado opera en condiciones óptimas.

### FACTORES DE INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN (Capacidad de pistas y calles de rodaje)

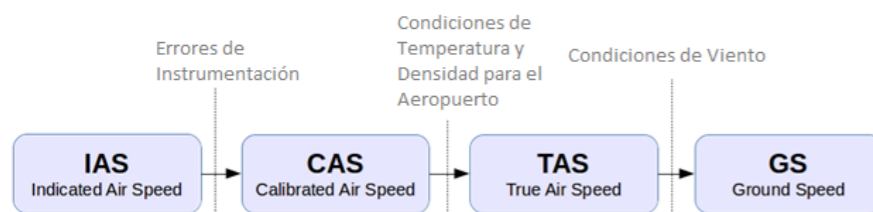
- **Tiempos medios de ocupación de pista:** Se establecen a través de la ocupación de pista en despegue por tipo de tráfico (Departure Occupancy Time, DROTi) y



el correspondiente a la ocupación en aterrizaje (Arrival Occupancy Time, AROTi).

- **Mezcla de flota:** Se determina por medio del tanto por ciento de utilización por tipo de tráfico (%Traficoi). Este parámetro determinará no sólo la ocupación media en despegue y aterrizaje sino la probabilidad entre la secuenciación de *tráficos en base a aeronave precedente y posterior que derivará en las separaciones ATC consecuentes.*
- **Balance entre llegadas y salidas:** Determina el punto de operación medio dentro del diagrama-frontera de Pareto en cada uno de los contextos de operación de análisis.
- **Longitud del tramo final de aproximación:** Determina el tramo final en la aproximación al aterrizaje en el cual se establecerá que la pista queda reservada (Autorización ATC asignada a la aeronave en aproximación) en perjuicio de aquellas aeronaves en cabecera que deseen utilizarla para el despegue. Dicho factor se fijará en base a la confianza para la aeronave en aproximación de la evacuación de la pista por la aeronave preferente, dependiente de la configuración concreta de análisis. En un primer término se establecerá en 4nm para subirlo a 3nm cuando exista la posibilidad de contar con calle de salida por extremo de pista.
- **Configuración de la infraestructura del campo de vuelos:** Determina los tiempos de ocupación asociados a la configuración de acceso a cabecera en despegue y salida tras el aterrizaje. Introducen factores de ocupación por rodaje a cabecera y rodaje hasta salida de pista a través de los tiempos de ocupación de pista.
- **Velocidades de aproximación final:** Determinan la separación entre la aeronave posterior y la precedente de forma que en el punto de cruce del umbral de la aeronave precedente, la anterior se encuentre a la distancia a nivel de mínimos establecidos por control de tráfico aéreo. Se determina en función de la aeronave predominante dentro los tipos de tráfico de consideración.
- Han de evaluarse las velocidades de aproximación con referencia en el punto de umbral por lo que se tendrán en cuenta aquellas correcciones atmosféricas y de velocidad que sean necesarias para evaluar dicha información a partir de las IAS publicadas por el fabricante.

Ilustración 10 Correcciones a la IAS para la determinación de las velocidades de aproximación final



Fuente: Elaboración propia

En base a lo anterior se establecerán los niveles de capacidad necesarios para el posterior ajuste capacidad-demanda

### 2.1. Características de operación

En la presente sección se analizarán, en base al histórico de operación registrado a lo largo del año, las características de demanda de aquellas aeronaves del aeropuerto para el citado año 2015. Las características de las aeronaves, el tipo de operación, las condiciones meteorológicas predominantes y las separaciones ATC exigibles serán analizadas de forma que posteriormente estos sean parámetros de entrada para el modelo de capacidad generado para cada una de las configuraciones propuestas

#### Mezcla de flota característica

El tipo de aeronave usuaria es un factor clave para la determinación de la capacidad del aeropuerto. La homogeneidad en las características de operación ayudan a la optimización de un sistema e incrementan la capacidad del mismo, a la vez que características de tiempos de ocupación en aterrizaje y despegue dependen obviamente del tipo de aeronave usuaria.

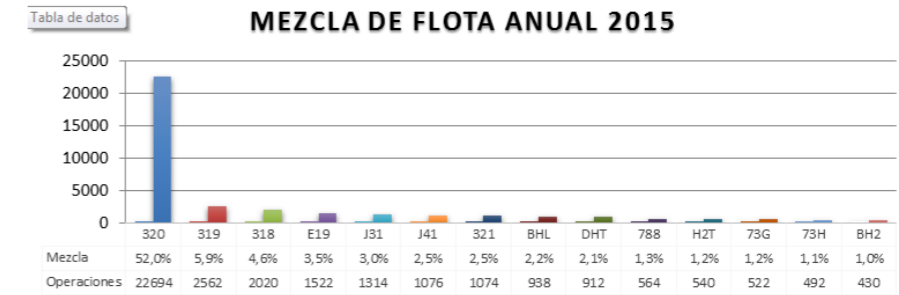
El porcentaje de operación de un tipo de aeronave con respecto al resto determinará, dentro del modelo, la probabilidad de que un tipo de aeronave preceda a la anterior, las distancias necesarias a nivel ATC y por separación en velocidades de aproximación y el tiempo de ocupación de pista medio.

No obstante a lo anterior, un aeródromo puede caracterizarse por registrar distintos tipos de aeronaves operando a lo largo de diferentes franjas horarias o temporales, por lo que se ha de tener cuidado en escoger aquella mezcla de flota de características realmente determinantes como insumo para el análisis de capacidad.

En base a esto se calculará la mezcla anual y la mezcla en horas de mayor demanda. La primera determina las condiciones de operación predominantes a lo largo del año, pero en su diferencia con respecto a la segunda, puede resaltar que el aeropuerto tiene modos de operación distintos, ya sea a nivel de un mismo día (horarios de preferencia comercial, frente al resto de vuelos privados), o en una misma temporada (temporadas de eventos marcados para la ciudad que determinan mayores exigencias de un tipo comercial o de aeronaves pequeñas privadas).

El caso del aeropuerto de Cartagena de Indias a nivel de análisis de operación para el completo del año 2015 se caracteriza por una predominancia casi completa de reactores comerciales de medio a largo alcance de la familia Airbus A320 (A320, A319, A318 y A321 suman el 65% de la operación anual) seguida por aeronaves regionales tipo commuter (E19, J31, J41 y DHT suman el 11,1% de la operación anual).

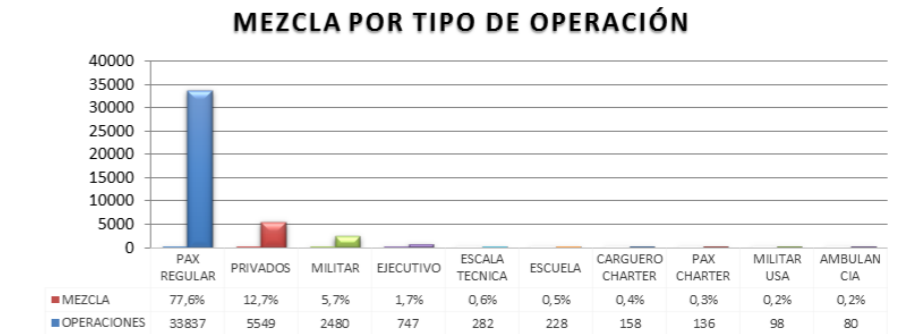
Gráfico 1 Porcentajes de mezcla de flota anual para el aeropuerto



Fuente: Elaboración propia

- El tipo de operación anual es predominantemente de pasajeros regulares (77,6% de la operación) seguido por vuelos privados (12,7% de la operación), militares (5,7%) y ejecutivos (1,7%). Lo anterior junto a la mezcla de flota hace que se vincule la operación comercial regular a aeronaves letra de clave C y commuters seguida por aeronaves privadas, ejecutivas y militares.

Gráfico 2 Porcentajes de operación por tipo de tráfico para el aeropuerto



Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de la mezcla de flota característica se analizará el periodo de mayor exigencia del año correspondiente al 3 de julio entre las 10 y las 12 de la mañana:

Tabla 2.- Histórico de operaciones en el periodo de mayor demanda para el año 2015

FECHA	HORA	OPERACIÓN	TIPO DE VUELO	O/D	AERONAVE	TIPO DE TRÁFICO
03/07/2015	10:02	Llegada	Militar	SKBO	C212	T
03/07/2015	10:03	Llegada	Privado	LBJ	DHC6	TP
03/07/2015	10:10	Llegada	Privado	BOG	PA31	S+
03/07/2015	10:13	Salida	Militar	CZU	C208	S+
03/07/2015	10:16	Llegada	VivaColombia	BOG	A322	LJ
03/07/2015	10:18	Llegada	Avianca	SKBO	A319	LJ
03/07/2015	10:25	Salida	Privado	SKEJ	C401	S+
03/07/2015	10:25	Salida	Avianca	SKBO	A322	LJ
03/07/2015	10:28	Llegada	Privado	KBHM	G550	S+

FECHA	HORA	OPERACIÓN	TIPO DE VUELO	O/D	AERONAVE	TIPO DE TRÁFICO
03/07/2015	10:30	Llegada	VivaColombia	SKPE	A322	LJ
03/07/2015	10:30	Llegada	Privado	SKCG	C401	S+
03/07/2015	10:40	Llegada	Privado	SKBQ	C212	S+
03/07/2015	10:44	Llegada	Privado	SKCG	C206	S+
03/07/2015	10:45	Salida	Privado	SKSM	C401	S+
03/07/2015	10:45	Salida	Privado	SKSM	C401	S+
03/07/2015	10:45	Salida	Avianca	SKMD	A322	LJ
03/07/2015	10:51	Llegada	LAN	SKBO	A322	LJ
03/07/2015	10:51	Salida	Privado	LBJ	DHC6	TP
03/07/2015	10:53	Llegada	Privado	LBJ	DHC6	TP
03/07/2015	10:58	Llegada	Avianca	SKBO	A318	LJ
03/07/2015	11:00	Salida	Avianca	SKBO	A319	LJ
03/07/2015	11:09	Salida	VivaColombia	SKBO	A322	LJ
03/07/2015	11:10	Salida	Militar	SKBO	C212	S+
03/07/2015	11:16	Salida	Privado	LBJ	DHC6	TP
03/07/2015	11:17	Salida	Privado	KPBI	G550	T
03/07/2015	11:22	Llegada	Avianca	SKMD	A322	LJ
03/07/2015	11:34	Llegada	Avianca	SKBO	A322	LJ
03/07/2015	11:34	Salida	LAN	SKBO	A322	LJ
03/07/2015	11:35	Salida	VivaColombia	SKMD	A322	LJ
03/07/2015	11:45	Salida	Avianca	SKBO	A318	LJ

Fuente: Elaboración propia

Se registraron 30 operaciones para el periodo de consideración, 20 para la primera hora y 10 en la segunda. El balance entre llegadas y salidas es predominante a las salidas en la segunda hora (8 salidas de 10 operaciones, 80%) frente a la primera hora (7 salidas de 20 operaciones o el 35% de salidas). El cómputo de las dos horas presenta un balance entre llegadas y salidas (15 salidas de 30 operaciones o 50% salidas y 50% llegadas).

Tabla 3.- Mezcla de flota en el periodo de mayor demanda para el histórico de 2015

TIPO DE TRÁFICO	S	T	S+	TP	LJ	H	TOTAL
OPERACIONES	0	2	10	4	14	0	30
MEZCLA DE FLOTA	0%	6,7%	33,3%	13,3%	46,7%	0%	100%

Fuente: Elaboración propia

Siendo la clasificación de aeronaves la siguiente:

NUEVA CATEGORÍA DE CLASIFICACIÓN	S	T	S+	TP	LJ	H
	Small, Single engine	Small, Twin engine	Small reactor	Turboprop	Large Jet	Heavy
CATEGORÍA ANTERIOR FAA	A	B	C	C	C	D
MÁXIMO PESO AL DESPUE (MTOW)	Menos de 12.500 lbs	Menos de 12.500 lbs	Entre 12.500 lbs y 41.000 lbs	Entre 41.000 lbs y 255.000 lbs	Entre 41.000 lbs y 300.000 lbs	Más de 300.000 lbs
VELOCIDAD DE APROXIMACIÓN (KNOTS)	Menos de 90	Entre 91 y 120	Entre 121 y 140	Entre 121 y 140	Entre 121 y 140	Entre 141 y 165

### Separaciones ATC exigibles

Las separaciones longitudinales basadas en el punto 5.8 *NON-RADAR WAKE TURBULENCE LONGITUDINAL SEPARATION MINIMA* establecen las siguientes separaciones en operaciones de despegue y aterrizaje:

Tabla 4.- Distancias de separación mínima en aterrizaje por estela turbulenta

		Precedente		
		Ligera	Media	Pesada
Posterior	Ligera	0nm	5nm	6nm
	Media	0nm	0nm	5nm
	Pesada	0nm	0nm	4nm

Fuente: Doc. 4444 de OACI

Tabla 5.- Tiempos de separación mínimos entre aterrizajes sucesivos

		Precedente		
		Ligera	Media	Pesada
Posterior	Ligera	0min	3min	3min
	Media	0min	0min	2min
	Pesada	0min	0min	0min

Fuente: Doc. 4444 de OACI

Tabla 6.- Tiempos de separación mínimos entre despegues sucesivos

		Precedente		
		Ligera	Media	Pesada
Posterior	Ligera	0min	2min	2min
	Media	0min	0min	2min
	Pesada	0min	0min	0min

Fuente: Doc. 4444 de OACI

Dichas distancias y tiempos suponen mínimos de operación para la capacidad estimada.

### Análisis de demanda estacional y perfil horario de operación

En el presente apartado se da una perspectiva general del punto y modo de operación del aeropuerto para el completo del año 2015 prestando especial atención a la estacionalidad, el perfil medio diario y el punto de operación horario por incidencia a lo largo del año.

La estacionalidad de la operación indica un mayor número de operaciones durante un mes o meses concretos. Aeropuertos de destinos predominantemente vacacionales o con

características propias de temporada alta definen una operación segregada o diferente para ciertos meses. En contraste, el aeropuerto de Cartagena de Indias distribuye de forma casi homogénea la operación anual a lo largo de los 12 meses del año caracterizándose por una operación mensual regular.

Gráfico 3 Operaciones mensuales a lo largo del año 2015

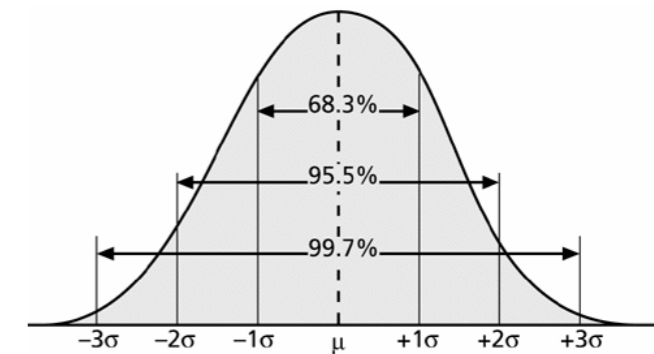


Fuente: Elaboración propia

Al analizar el perfil horario medio de operación se caracteriza por un inicio de la demanda en el entorno de las 5 de la mañana hora local con pico en el entorno de las 10 y fin para la 1 de la mañana.

Los marcadores de la gráfica siguiente establecen la media de operaciones horarias para cada una de las horas locales de operación, mientras que las barras azules marcan aquel rango de operaciones que con probabilidad 2 sigma (95,5% de probabilidad).

Ilustración 11 Criterio para la distribución normal de probabilidad y los grados de fiabilidad



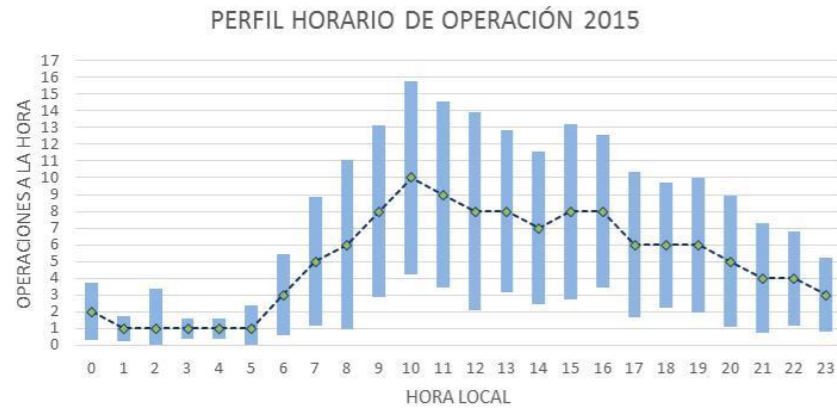
De esta forma se establece con un porcentaje de ocurrencia mayor al 95,5% que el máximo número de operaciones máximo horario para el año 2015 se estableció en las 10 am hora local para las 16AHP.

A su vez, puede observarse que la media para dicha hora a lo largo del año es de 10AHP, llegando a dicha cifra desde las 5 am (gradiente positivo de 2AHP adicionales por hora) y disminuyendo de forma gradual hasta la 1am hora local (gradiente negativo desde las



10am hasta la 1am de 3AHP cada 4 horas). Igualmente ese gradiente es del 3,2AHP por hora hasta las 16AHP y con un gradiente negativo de 1,2AHP hasta la 1am en periodos pico según criterio 2-sigma.

Gráfico 4 Perfil horario de operación medio para el año 2015



Fuente: Elaboración propia

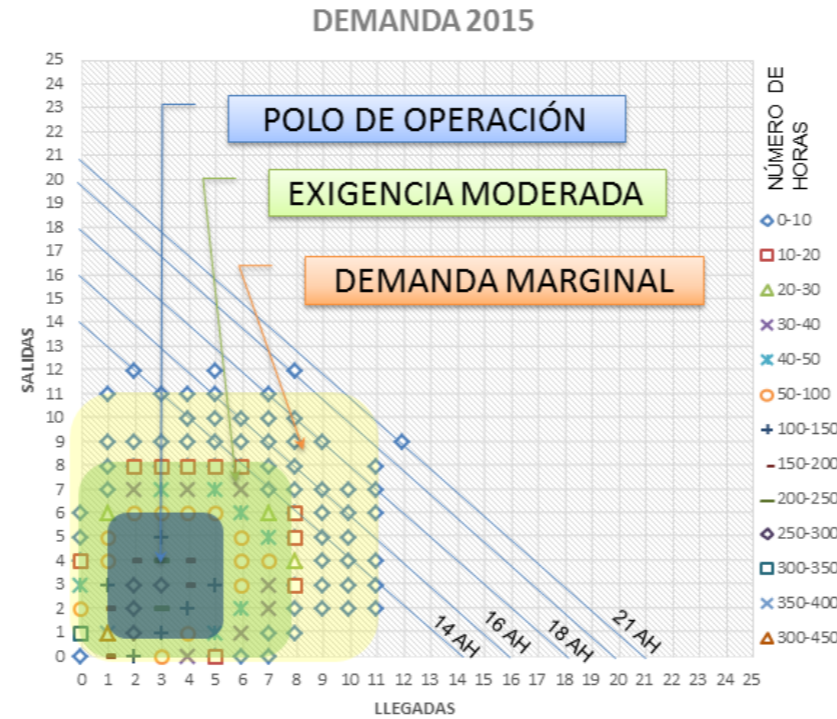
Adicionalmente, si se grafica la operación horaria según el gráfico siguiente se llega a las siguientes conclusiones:

- Existe un polo de operación usual del entorno de las 8AHP de exigencia máxima.
- Existe una demanda moderada a alta en el entorno de las 14AHP.
- Existe una demanda marginal localizada que no excede de las 18AHP salvo en contadas ocasiones en las que ha podido registrarse operaciones horarias de 21AHP como máximo.

Observando los máximos de operación puede establecerse una frontera de Pareto a la operación que discrimina:

- Una operación máxima en aterrizajes puros de 12AHP y 12AHP para las llegadas puras, siendo usual que este máximo pueda establecerse en 11AHP para ambas condiciones.
- Puede mantenerse dicha operación de 11AHP hasta las 18AHP (11AHP en llegadas/salidas más 7AHP en salidas/llegadas) donde un incremento de la operación contraria restringe o disminuye consecuentemente la operación predominante.

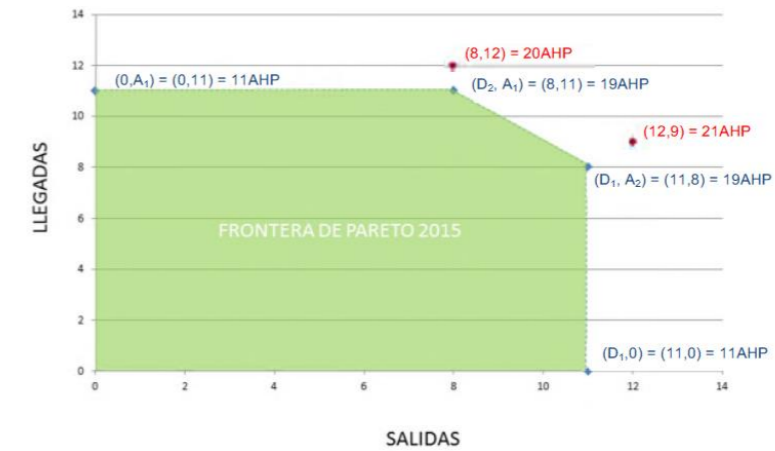
Gráfico 5 Perfil de operación ATM 2015 para el aeropuerto



Fuente: Elaboración propia

De esta forma, el diagrama de Pareto para la capacidad del aeropuerto de acuerdo a la demanda 2015 puede establecerse en una capacidad en llegadas/salidas puras de las 11AHP, con capacidad balanceada entre llegadas y salidas que determinan una capacidad de preferencia en llegadas frente a salidas de 18AHP (11AHP llegadas/salidas + 7AHP salidas/llegadas). El máximo normal de operación puede establecerse en las 18AHP habiendo puntas localizadas de 12AHP (salidas) + 8AHP (llegadas) y 12AHP (llegadas) + 9AHP (salidas).

Gráfico 6 Frontera a la operación registrada y puntas de tráfico marginal para el histórico 2015

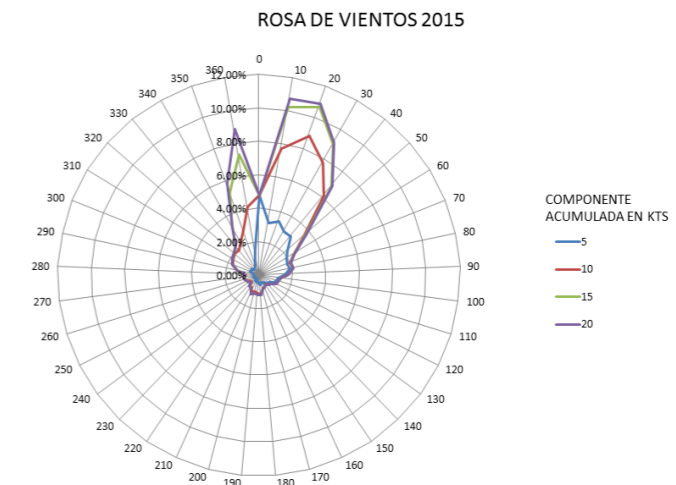


Fuente: Elaboración propia

Condiciones meteorológicas de consideración

El aeropuerto de Cartagena de Indias cuenta con una sola pista física 01/19 con preferencia operacional del sentido Sur/Norte dado por la pista operacional 01.

Gráfico 7 Rosa de vientos 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de registros METAR

Observando la rosa de vientos para el año 2015 se deduce que la componente asociada a la pista 19 copa menos del 1% de la operación por lo que la capacidad del lado aire será del entorno del 99% del tiempo aquella correspondiente a la configuración de pista 01.

Asimismo se observa que el porcentaje de uso en condiciones de visibilidad marginal (5.000m) es superior al 90% por lo que se estimará un 10% de condiciones IFR.

### 2.2. Tiempo de ocupación de pista en despegue (DROT)

A continuación se estima, como partida en la definición de los parámetros de entrada en la determinación de la capacidad, los tiempos de ocupación medios de pista en cada una de las configuraciones de desarrollo propuesto.

Siendo:

- TIP: Tipo de tráfico
- AVO: Aeronave
- OPE: Número de operaciones
- %: El porcentaje de sobre el total de aeronaves
- V2: Velocidad de fin de despegue
- TOR: Distancia de recorrido de despegue
- X RWY: Tiempo de cruce de pista
- TAXI RWY 1: Tiempo de rodaje en pista con configuración actual sin calle de rodaje
- TAXI RWY 2: Tiempo de rodaje en pista con configuración del Horizonte I, en el que se dispone de calle de rodaje paralela parcial.
- DROT1: Corresponde a la configuración actual en la que el acceso a cabecera se hace mediante el rodaje directo por pista. Por lo que  $DROT1 = DROT + X \text{ RWY} + \text{TAXI RWY 1}$
- DROT2: Corresponde a la configuración prevista en el horizonte I, en el que la pista se vería ocupada durante el cruce de pista, y el rodaje por pista en los últimos 660m próximos a cabecera. Por lo que  $DROT2 = DROT + X \text{ RWY} + \text{TAXI RWY 2}$
- DROT3: Corresponde a la configuración prevista en el horizonte II, con la prolongación de la calle de rodaje paralela hasta cabecera 01, en el que la pista se vería ocupada únicamente durante el cruce de pista. Por lo que  $DROT3 = DROT + X \text{ RWY}$
- DROT4: Corresponde a la configuración prevista en el máximo desarrollo, en el que la pista no se vería ocupada, ya que el acceso a cabecera se realizaría por la rodadura paralela prevista por el barrio de San Francisco. Por lo que  $DROT4 = DROT$

Tabla 7.- Estimación de tiempo de ocupación en despegue en los distintos horizontes

TIP	AVO.	OPE	(%)	V2 (m/s)	TOR	X RWY (seg)	TAXI RWY1 (seg)	TAXI RWY2 (seg)	DROT 1 (seg)	DROT 1 MED (seg)	DROT 2 (seg)	DROT 2 MED (seg)	DROT 3 (seg)	DROT 3 MED (seg)	DROT 4 (seg)	DROT 4 MED (seg)
S	C206	1	3,33	46	636	20	132		179,7	6,0	47,7	1,6	47,7	1,6	27,7	0,9
S	C208	1	3,33	46	703	20	132		182,6	6,1	50,6	1,7	50,6	1,7	30,6	1,0
T	C212	3	10,00	51	466	20	132		170,3	17,0	38,3	3,8	38,3	3,8	18,3	1,8
T	C401	4	13,33	51	785	20	132		182,8	24,4	50,8	6,8	50,8	6,8	30,8	4,1
T	PA31	1	3,33	51	631	20	132		176,7	5,9	44,7	1,5	44,7	1,5	24,7	0,8
S+	G550	2	6,67	51	631	20	132		176,7	11,8	44,7	3,0	44,7	3,0	24,7	1,6
TP	DHC6	4	13,33	67	527	20	132		167,7	22,4	35,7	4,8	35,7	4,8	15,7	2,1
LJ	A318	2	6,67	69	1.698	20	132		201,2	13,4	69,2	4,6	69,2	4,6	49,2	3,3
LJ	A319	2	6,67	69	2.140	20	132	52	214,0	14,3	134,0	8,9	82,0	5,5	62,0	4,1
LJ	A322	10	33,33	69	2.230	20	132	52	216,6	72,2	136,6	45,5	84,6	28,2	64,6	21,5
<b>TOTALES DROT MED. (seg)</b>										<b>194,4</b>	<b>82,2</b>	<b>61,4</b>	<b>41,4</b>			

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos de despegue, se estiman en base a la fórmula para la aceleración constante en todo el recorrido de despegue mínimo necesario establecido por el fabricante para las condiciones de operación del aeropuerto. En estas hipótesis puede usarse la siguiente fórmula para la determinación del tiempo en la carrera de despegue:

$$DROT = \frac{2 \cdot TOR}{v_2}$$

Siendo:

- DROT: Tiempo de ocupación de pista en despegue [seg]
- TOR: Distancia de recorrido de despegue [m]
- $v_2$ : Velocidad de fin de despegue típicamente el 1,2 de la velocidad de entrada en pérdida para la configuración de despegue prescrita [m/s]

De esta forma se estimarán DROT por tipo de aeronave para las distintas configuraciones será de:

Tabla 8.- Tiempos de ocupación de pista en despegue por tipo de aeronave

TIPO DE TRÁFICO	DROT 1 MED (seg)	DROT 2 MED (seg)	DROT 3 MED (seg)	DROT 4 MED (seg)
S	181,1	49,1	49,1	29,1
T	177,3	45,3	45,3	25,3
S+	176,7	44,7	44,7	24,7
TP	167,7	35,7	35,7	15,7
LJ	214,1	126,6	82,1	62,1

Fuente: Elaboración propia



**Escenario Actual**

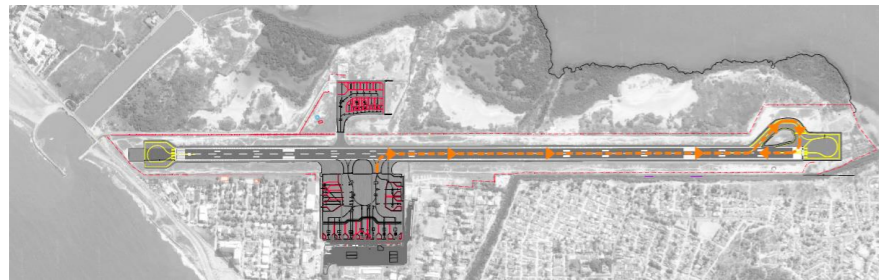
Según lo anterior el tiempo medio de ocupación de pista en la configuración actual corresponde a carrera simple más rodaje por pista a cabecera de 1.760m, dando unos resultados de:

Tabla 9.- Tiempos de ocupación en despegue en escenario actual

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT1 MED (seg)	181,1	177,3	176,7	167,7	214,1	188,08

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12 Rodaje a cabecera 01 en configuración actual campo de vuelos



Fuente: Elaboración propia

**Horizonte I. Escenario con calle de rodaje paralela parcial.**

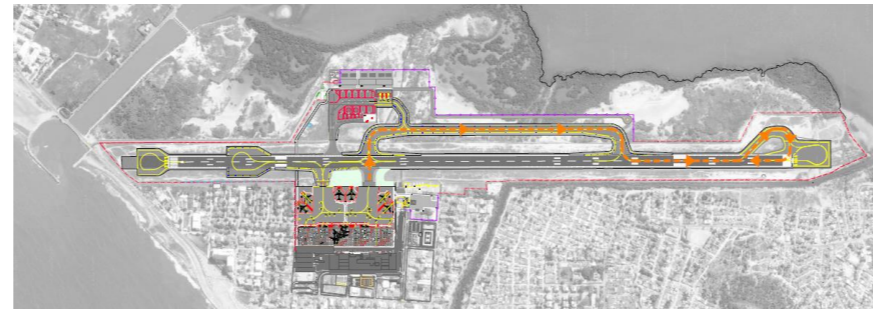
A continuación se presenta el tiempo de ocupación en configuración de cruce más rodaje a cabecera de 760m para aquellas aeronaves que no puedan considerar el despegue a MTOW con una TORA de 1.780m.

Tabla 10.- Tiempos de ocupación en despegue en Horizonte I

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT2 MED (seg)	49,1	45,3	44,7	35,7	126,6	69,43

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13 Rodaje a cabecera 01 en configuración campo de vuelos Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

**Horizonte II. Escenario con calle de rodaje paralela completa.**

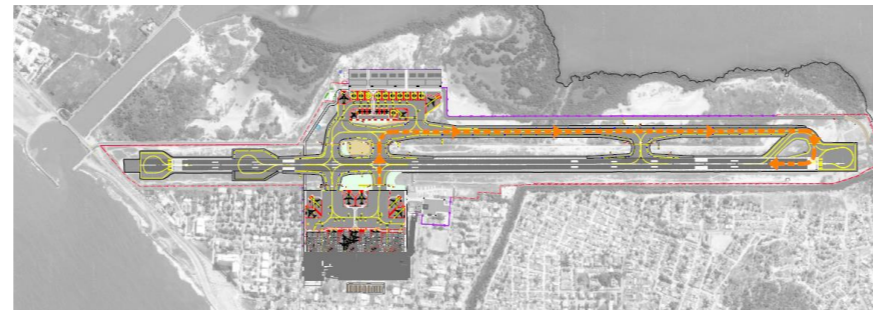
En este apartado se presenta el tiempo de ocupación de pista correspondiente a la generación de una calle de rodaje completa desde el cruce a la cabecera 01.

Tabla 11.- Tiempos de ocupación en despegue en Horizonte II

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT3 MED (seg)	49,1	45,3	44,7	35,7	82,1	56,08

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14 Rodaje a cabecera 01 en configuración campo de vuelos Horizonte II



Fuente: Elaboración propia

Se observa en este caso una reducción del entorno del 20% con respecto a la configuración anterior, pasado de un tiempo de ocupación de 70 seg a los 56 seg.

**Horizonte III.**

En este escenario no se prevén actuaciones que varíen el tiempo de ocupación de la pista hacia la cabecera 01, al no estimarse necesarias.

**Horizonte IV.**

En este escenario no se prevén actuaciones que varíen el tiempo de ocupación de la pista hacia la cabecera 01, al no estimarse necesarias.

**Máximo desarrollo. Escenario de acceso a cabecera 01 directo.**

En este caso, se considera que la aeronave no realiza ningún tipo de ocupación de pista distinto al requerido por la carrera de despegue.

Tabla 12.- Tiempos de ocupación en despegue en Máximo desarrollo

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT4 MED (seg)	29,1	25,3	24,7	15,7	62,1	36,08

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15 Rodaje a cabecera 01 en configuración máximo desarrollo



En este caso la reducción de la ocupación en despegue es del 35% con respecto a la configuración anterior, pasado de un tiempo de ocupación de 56 seg a los 36seg.



### 2.3. Tiempo de ocupación de pista en aterrizaje (AROT)

En el presente apartado se pretende analizar las reducciones consecuentes a la ocupación de pista en aterrizaje por modificación de la configuración de la infraestructura de aeródromo en favor de un menor tiempo de ocupación durante el aterrizaje.

$$t[s] = \frac{400}{v_{app}} + \frac{2 \cdot (\Delta S - 400)}{v_{app}}$$

Siendo:

- $\Delta S$ : Distancia necesaria en carrera de aterrizaje
- $v_{app}$ : Velocidad en aproximación
- $t[s]$ : Tiempo estimado en la carrera de aterrizaje

Con dicha ecuación se considera una deceleración constante a lo largo de toda la carrera de aterrizaje desde el momento de toma de contacto a 400m del umbral declarado.

Haciendo aplicación de la misma de forma similar a cómo se hizo para la estimación de ocupación de pista en despegue se obtiene:

Tabla 13.- Estimación de los tiempos de ocupación de pista en aterrizaje

TIP	AVO.	OPE	(%)	Vapp (m/s)	LD (m)	TAXI RWY1 (seg)	TAXI RWY2 (seg)	AROT1 (seg)	AROT 1 MED (seg)	AROT 2 (seg)	AROT 2 MED (seg)
S	C206	1	3,33	46	636	95,2	18,3	105,0	3,5	28,1	0,9
0,8S	C208	1	3,33	46	703	89,1	12,1	102,3	3,4	25,3	0,8
T	C212	3	10,00	51	466	92,5	15,6	102,7	10,3	25,7	2,6
T	C401	4	13,33	51	785	69,4	69,4	91,3	12,2	91,3	12,2
T	PA31	1	3,33	51	631	85,2	8,2	99,1	3,3	22,1	0,7
S+	G550	2	6,67	51	631	62,7	62,7	87,9	5,9	87,9	5,9
TP	DHC6	4	13,33	67	527	82,3	5,4	94,0	12,5	17,0	2,3
LJ	A318	2	6,67	69	1698	23,2	23,2	56,6	3,8	56,6	3,8
LJ	A319	2	6,67	69	2140	15,5	15,5	51,7	3,4	51,7	3,4
LJ	A322	10	33,33	69	2230	21,6	21,6	55,6	18,5	55,6	18,5
TOTAL AROP MED (seg)									76,8		51,1

Fuente: Elaboración propia

Siendo:

- TIP: Tipo de tráfico
- AVO: Aeronave

- OPE: Número de operaciones
- %: El porcentaje de sobre el total de aeronaves
- Vapp: Velocidad en aproximación
- LD: Distancia de aterrizaje
- TAXI RWY 1: Tiempo de rodaje en pista con configuración actual sin calle de rodaje
- TAXI RWY 2: Tiempo de rodaje en pista con configuración del Horizonte I, en el que se dispone de plataforma de viraje en pista y rodadura paralela parcial.
- AROT1: Tiempo de ocupación de pista en aterrizaje en configuración actual. Por lo que AROT1 = DROT+X RWY+TAXI RWY 2
- AROT2: Tiempo de ocupación de pista en aterrizaje en configuración del Horizonte I con calle de rodaje paralela parcial y plataforma de viraje.

La estimación anterior tiene en cuenta el rodaje consecuente hasta plataforma desde el punto en que se finaliza la carrera de aterrizaje.

De esta forma se tiene que:

Tabla 14.- Estimación del tiempo de ocupación de pista en aterrizaje para la configuración actual y de calle de rodaje paralela parcial

	S	T	S+	TP	LJ
AROT1 MED (seg)	103,7	96,5	87,9	94,0	55,2
AROT2 MED (seg)	26,7	58,1	87,9	17,0	55,2

Fuente: Elaboración propia

### Escenario actual

Según lo anterior para el escenario actual se tiene:

Tabla 15.- Estimación del tiempo de ocupación en aterrizaje en configuración actual

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
AROT1 MED (seg)	103,7	96,5	87,9	94,0	55,2	76,8

Fuente: Elaboración propia

Según esto se tiene un tiempo de ocupación medio en pista durante el aterrizaje de 76,8sg.

### Horizonte I. Escenario con plataforma de viraje en pista 01 y calle de rodaje paralela parcial.

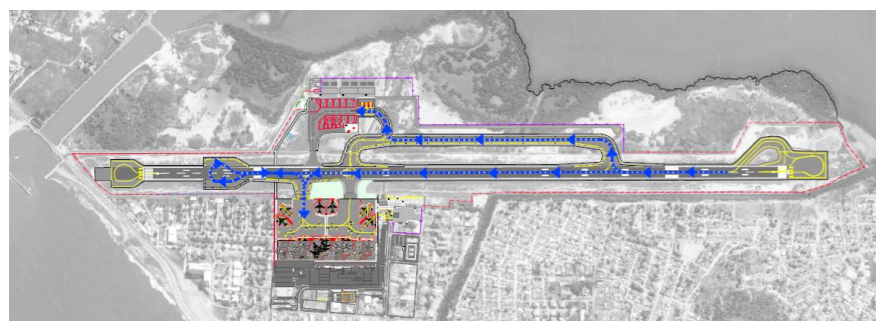
En esta configuración se permite desalojar la pista para aquellas aeronaves con una distancia de aterrizaje menor a 660m de forma que la calle de rodaje paralela parcial sirva como acceso a plataforma secundaria sin utilizar o hacer uso del rodaje por pista a partir de los 660m.

Tabla 16.- Estimación del tiempo de ocupación en aterrizaje en configuración de Horizonte I

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
AROT1 MED (seg)	26,7	58,1	87,9	17,0	55,2	51,1

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16 Rodadura de aterrizaje en Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

De esta forma se obtiene un tiempo medio de ocupación de pista en aterrizaje, AROT, de 51,1 segundos, obteniéndose una reducción del AROT del entorno del 33,4% respecto a la configuración anterior.

### Horizonte II.

En este escenario no se prevén actuaciones que varíen el tiempo de ocupación de la pista hacia la plataforma de estacionamiento comercial, al no estimarse necesarias.

### Horizonte III. Escenario con calle de salida rápida

En el Horizonte III se supondrá la generación de una calle de rodaje de salida rápida a 93km/h (50kts), según las especificaciones para las mismas definidas en el Doc. 9157 (Parte 1). La capacidad de la calle para asumir estas velocidades reside en la fuerza centrípeta límite de valor 0.133g y se define a través de un radio de giro de 550m. Adicionalmente el ángulo de la calle con la pista será de 30° para la primera aproximación de estudio.

Para localizar la distancia desde el umbral que minimiza la AROT, definiremos la misma en función de la distancia al mismo. La función resultante será una función continua a trozos, por lo que para obtener el valor óptimo procederemos a representar sus valores y analizar el valor óptimo deducido.

El tiempo desde el sobrevuelo, en función de la distancia al umbral, según los desarrollos anteriores, a la que se consigue la velocidad de salida, queda definida por la siguiente ecuación:

$$S_{RET} = \frac{v_{APP}^2 - v_{RET}^2}{2 \cdot v_{APP}^2} \cdot \Delta S + 400 \cdot \left(1 - \frac{v_{APP}^2 - v_{RET}^2}{2 \cdot v_{APP}^2}\right)$$

Siendo:

- $S_{RET}$ : Distancia entre el umbral y el punto en el que la aeronave alcanza la velocidad umbral para poder tomar la salida rápida.
- $\Delta S$ : Distancia mínima hasta el reposo en carrera de aterrizaje.
- $v_{APP}$ : Velocidad en aproximación final
- $v_{RET}$ : Velocidad de salida por calle de salida rápida

La anterior ecuación tiene en cuenta una deceleración constante durante la carrera de aterrizaje que obtiene aquella distancia hasta la reducción a umbral de velocidad para tomar la calle de salida rápida.

Adicionalmente para la optimización de la calle de salida rápida se supondrá que la distancia mínima es un 60% de la distancia de aterrizaje.

En base a lo anterior se dispondrá el AROT medio para la mezcla de flota en función de la ubicación de la calle de rodaje de salida rápida. Para ello se supondrá lo siguiente:

1. Se dividirá la LDA publicada de 2 540m en segmentos de 50m.
2. En cada distancia se calculará para cada aeronave si esa distancia es mayor a la óptima calculada para la salida rápida. De serlo, se aplicará un frenado de 1.5m/s hasta una velocidad de 15kts (27,7km/h) y posteriormente se

recorrerá a dicha velocidad la distancia necesaria para llegar al extremo de pista y volver hasta la salida más cercana.

3. Se sumarán los tiempos de ocupación de pista en cada circunstancia de forma que se de el AROT por aeronave para cada distancia de ubicación de salida rápida.
4. Por último se calculará en base a la mezcla de flota en periodos picos el AROT medio en función de la distancia de ubicación y se determinará la misma de forma que el AROT sea mínimo.

En base a lo anterior se tiene la siguiente tabla de distancias óptimas de ubicación para CSR por tipo de aeronave:

Tabla 17.- AROT en función de la ubicación de la calle de salida rápida para la pista 01

DISTANCIA (m)	C206	C208	C212	C401	PA31	G550	DHC6	A318	A319	A320	AROTmed
0	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
50	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
100	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
150	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
200	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
250	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
300	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
350	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
400	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
450	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
500	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
550	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
600	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
650	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
700	155	155	155	132	155	124	155	93	78	84	117
750	31	155	155	132	155	124	155	93	78	84	113
800	31	31	21	132	155	124	155	93	78	84	95
850	31	31	21	132	31	124	155	93	78	84	91
900	31	31	21	132	31	124	21	93	78	84	73
950	31	31	21	23	31	124	21	93	78	84	59
1000	31	31	31	23	31	124	21	93	78	84	60
1050	31	31	31	31	31	31	21	93	78	84	54
1100	31	31	31	31	31	31	21	93	78	84	54
1150	31	31	31	31	31	31	21	93	78	84	54
1200	31	31	31	31	31	31	31	93	78	84	56
1250	31	31	31	31	31	31	31	93	78	84	56
1300	31	31	31	31	31	31	31	93	78	84	56
1350	31	31	31	39	31	31	31	93	78	84	57
1400	31	31	41	39	31	31	31	31	78	84	54
1450	31	31	41	39	31	31	31	31	78	31	36
1500	31	31	41	39	31	31	31	31	31	31	33
1550	31	31	41	39	31	31	31	31	31	31	33
1600	31	31	41	39	31	31	31	31	31	34	34
1650	31	31	62	46	31	31	31	31	31	34	37
1700	62	62	62	46	31	47	41	31	31	37	43
1750	62	62	62	46	31	47	41	31	31	37	43

DISTANCIA (m)	C206	C208	C212	C401	PA31	G550	DHC6	A318	A319	A320	AROTmed
1800	62	62	62	46	62	47	41	31	31	37	44
1850	62	62	62	46	62	47	41	47	47	40	47
1900	62	62	62	46	62	47	41	47	47	40	47
1950	62	62	72	54	62	47	41	47	47	40	49
2000	62	62	72	54	62	47	41	47	47	43	50
2050	62	62	72	54	62	47	41	47	47	43	50
2100	62	62	72	54	62	47	41	47	47	43	50
2150	62	62	72	54	62	47	41	47	47	46	51
2200	62	62	72	54	62	47	52	47	47	46	52
2250	62	62	83	62	62	47	52	47	47	46	54
2300	62	62	83	62	62	47	52	47	47	50	55
2350	62	62	83	62	62	47	52	47	47	50	55
2400	62	62	83	62	62	62	52	47	47	50	56
2450	62	62	83	62	62	62	52	47	47	53	58
2500	62	62	83	62	62	62	52	47	47	53	58
2550	62	62	83	62	62	62	52	47	47	53	58

Fuente: Elaboración propia

En base a lo anterior y para una calle de salida rápida a 1.650m del umbral de pista 01 se tiene que:

Tabla 18.- AROT en función del tipo de tráfico de consideración para una ubicación de calle de salida rápida a 1650m del umbral de pista

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
AROT3 MED (seg)	31,0	46,5	31	31	32	35,6

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17 Rodadura de aterrizaje en Horizonte III. Calle de salida rápida



Fuente: Elaboración propia



Horizonte IV.

En este escenario no se prevén actuaciones que varíen el tiempo de ocupación de la pista hacia la plataforma de estacionamiento comercial, al no estimarse necesarias.

2.4. Tiempo de ocupación de pista en despegue (DROT)

Una vez analizadas las condiciones de ocupación de pista y disposiciones para las diferentes configuraciones del lado aire en el desarrollo propuesto, se presenta en este apartado el cálculo consecuente al modelo ACRP Report 079 a través de la hoja de cálculo consecuente.

Capacidad en Horizonte 0 (2020)

En este escenario, según lo descrito, el acceso a cabecera preferente se realiza a través del rodaje directo por pista durante 1.600m. Dicha operación tiene como consecuencia directa un incremento del entorno de los 132 segundos a la ocupación de pista consecuente dado y se traduce en ocupaciones medias en despegue y aterrizaje por tipo de aeronave siguientes:

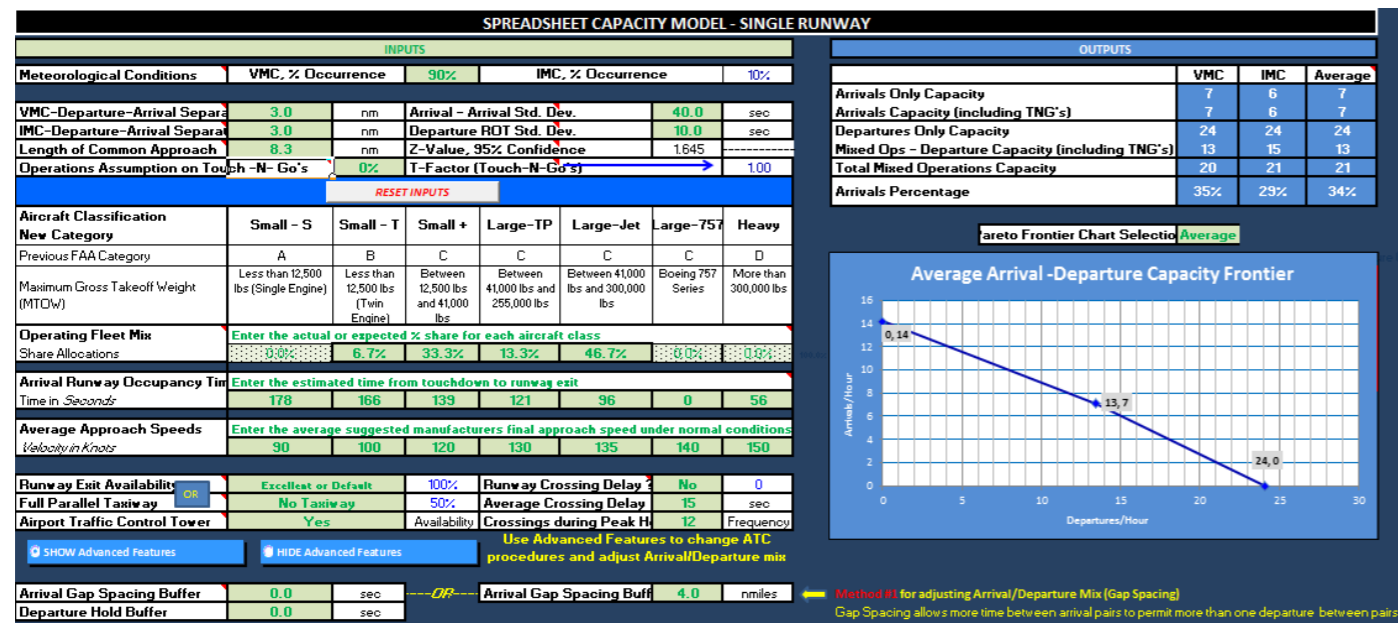
Tabla 19.- Tiempos de ocupación de pista en aterrizaje y despegue para estado actual

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT1 MED (seg)	181,1	177,3	176,7	167,7	214,1	188,08
AROT1 MED (seg)	103,7	96,5	87,9	94,0	55,2	76,8

Fuente: Elaboración propia

En base a lo anterior e introduciendo consecuentemente los datos registrados se obtiene:

Ilustración 18 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para el estado actual



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

De esta forma la capacidad está dada por:

- Una capacidad en llegadas puras de 13AHP en condiciones VMC y 15AHP en condiciones IMC con media de 14AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 24AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 13AHP en llegadas y 7AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 20AHP**.

Capacidad en Horizonte I. Calle rodaje paralela parcial.

Este escenario supone una evolución de la situación actual según lo descrito en apartados anteriores para incluir el layout de calle de rodaje paralela parcial. Dicha configuración, en base a lo analizado en apartados anteriores tiene los siguientes valores en ocupación de pista:

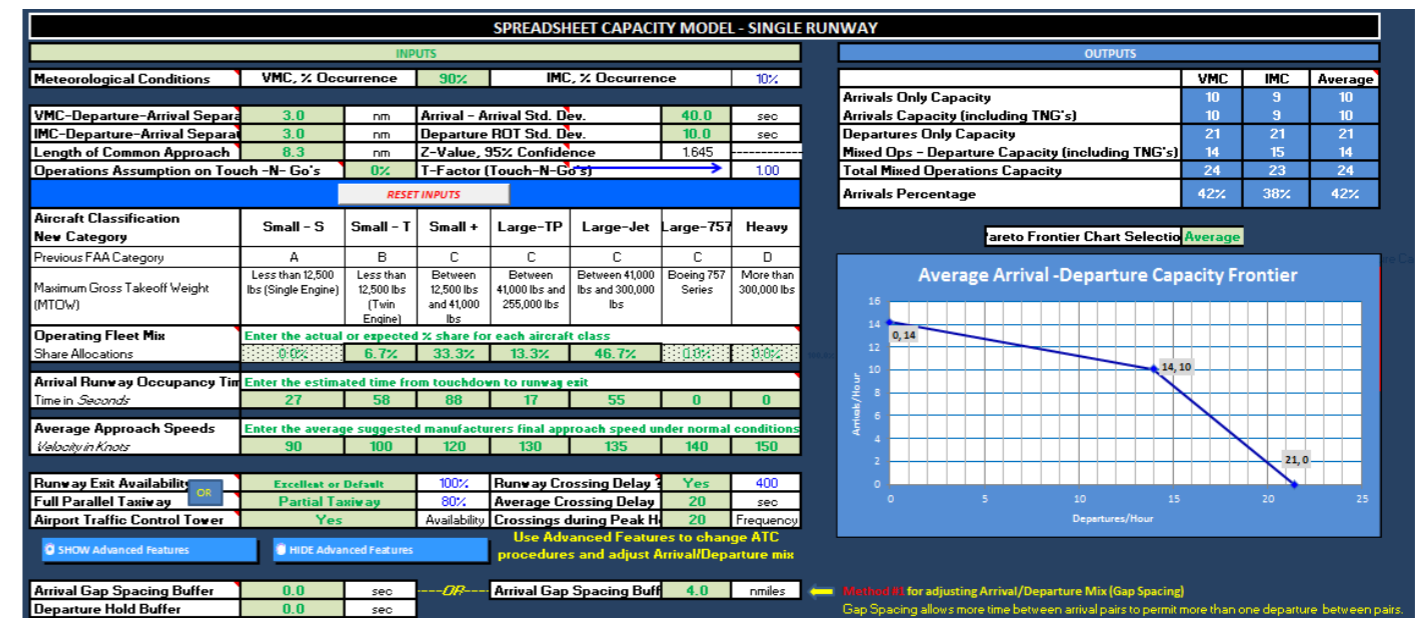
Tabla 20.- Tiempos de ocupación de pista en aterrizaje y despegue en Horizonte I

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT2 MED (seg)	49,1	45,3	44,7	35,7	126,6	69,43
AROT2 MED (seg)	26,7	58,1	87,9	17,0	55,2	51,1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados deducidos de lo anterior y añadiendo una ocupación adicional de pista modelado por 400 segundos, que introduce la minoración en las capacidades proyectadas por aquellas aeronaves que en base a procedimientos y pese a disponer de la distancia declarada necesaria para el despegue desde intersección, requieran rodar a cabecera para el despegue.

Ilustración 19 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para Horizonte I



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

De esta forma la capacidad está dada por:

- Una capacidad en llegadas puras de 14AHP en condiciones VMC y 15AHP en condiciones IMC con media de 14AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 14AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 10AHP en llegadas y 14AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 24AHP**.

Capacidad en Horizonte II. Calle paralela hasta cabecera 01.

Este escenario define una configuración de calle de acceso a cabecera completa desde plataforma requiriendo de un cruce de pista perpendicular por despegue. Las ocupaciones pertinentes se muestran en la siguiente tabla:

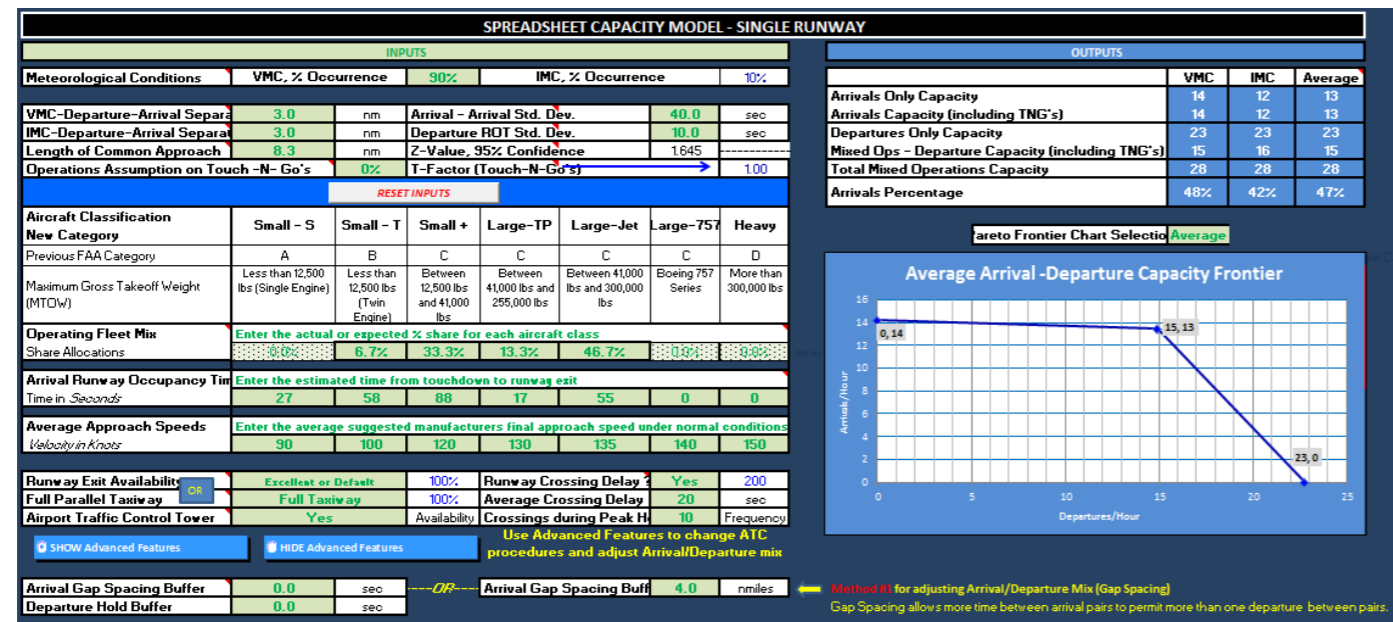
Tabla 21.- Tiempos de ocupación de pista en aterrizaje y despegue en Horizonte II con prolongación de calle de rodaje

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT3 MED (seg)	49,1	45,3	44,7	35,7	82,1	56,08
AROT2 MED (seg)	26,7	58,1	87,9	17,0	55,2	51,1

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior se desprende lo siguiente:

Ilustración 20 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para Horizonte II con prolongación de calle de rodaje



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

Se minimiza la capacidad resultante eliminando 200 segundos para tener en cuenta las desviaciones del modelo y ofrecer un margen de seguridad que garantice en todo momento la validez de la predicción.

De esta forma la capacidad está dada por:

- Una capacidad en llegadas puras de 14AHP en condiciones VMC y 12AHP en condiciones IMC con media de 13AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 23AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 13AHP en llegadas y 15AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 28AHP**.

Capacidad en Horizonte III. Calle de salida rápida

En este punto se analiza la influencia en la reducción de tiempos en aterrizaje

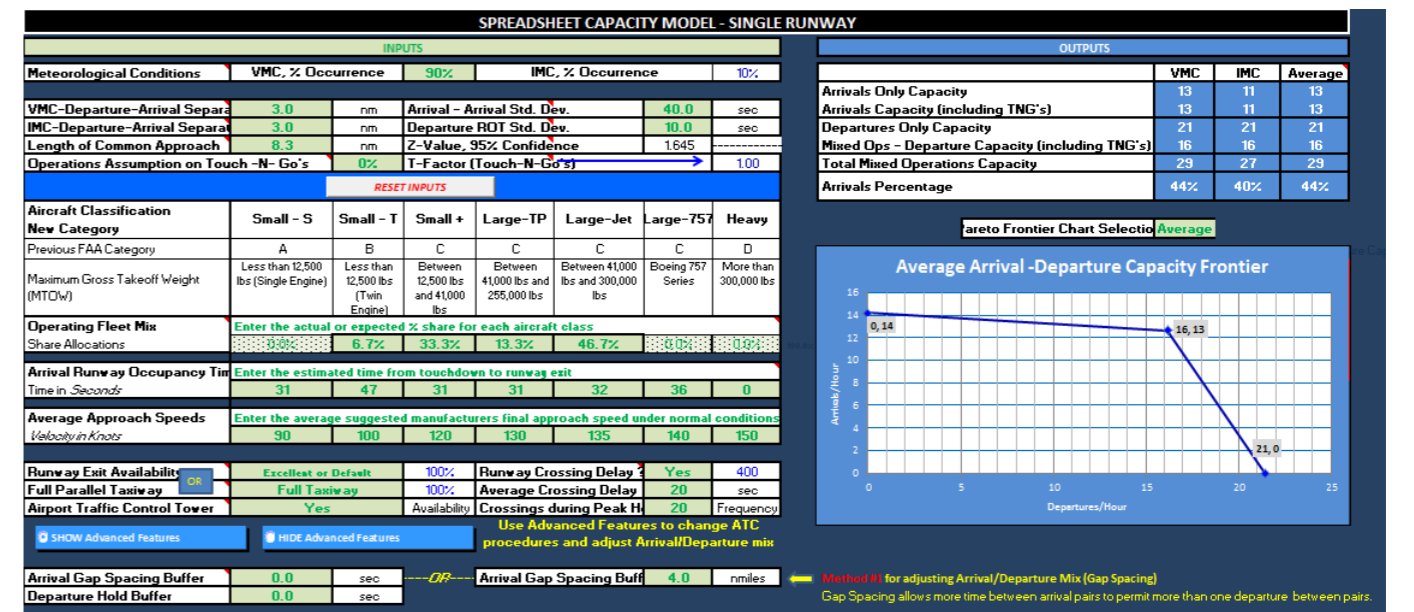
Tabla 22.- Tiempos de ocupación de pista en aterrizaje y despegue en Horizonte III con calle de salida rápida

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT3 MED (seg)	49,1	45,3	44,7	35,7	82,1	56,08
AROT3 MED (seg)	31,0	46,5	31	31	32	35,6

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente se vuelve a minorar la capacidad resultante en los 400s con objeto de ofrecer un margen de seguridad, que en todo momento garantice la validez de las predicciones, que podrían ser mayores a las previstas pero en ningún caso inferiores.

Ilustración 21 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para Horizonte III con prolongación de calle de salida rápida



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

De esta forma la capacidad está dada por:

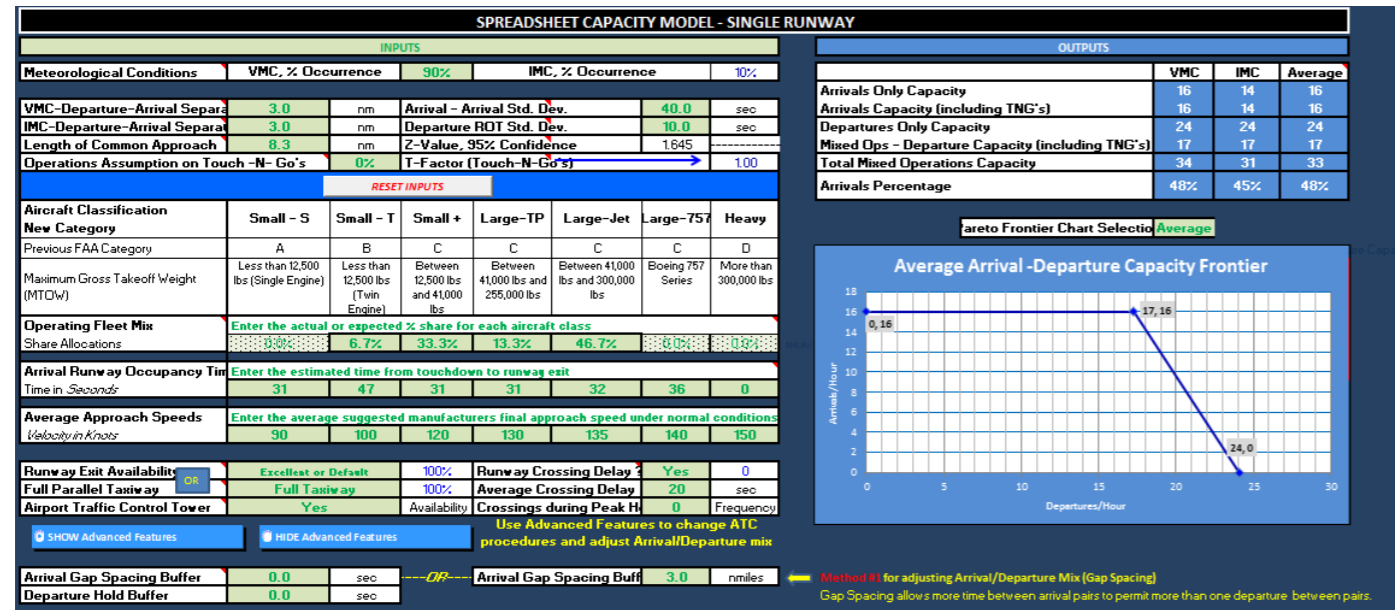
- Una capacidad en llegadas puras de 13AHP en condiciones VMC y 11AHP en condiciones IMC con media de 13AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 21AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 13AHP en llegadas y 16AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 29AHP**.

**Capacidad en Horizonte IV. Calle de rodaje completa**

La calle de rodaje paralela completa permite eliminar la ocupación de pista de aquellas aeronaves que en aterrizaje no salgan por la salida rápida a la vez que equilibra la capacidad en configuración 19 no preferente. La determinación de dicha mejora se modela mediante la eliminación de la ocupación precedente a modo de backup considerada de 400 segundos debido a la certidumbre en la evacuación de pista, a la vez que puede reducirse el tramo de aproximación final en que la aeronave en aterrizaje se considera ha de tener la autorización asignada hasta las 3nm fuera (final corta o FAF).

Dichos parámetros dan como resultado las siguientes capacidades base:

Ilustración 22 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

De esta forma la capacidad está dada por:

- Una capacidad en llegadas puras de 16AHP en condiciones VMC y 14AHP en condiciones IMC con media de 16AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 24AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 16AHP en llegadas y 17AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 33AHP**.

**Capacidad en máximo desarrollo posible. Calle paralela por barrio de San Francisco**

Esta configuración modifica los tiempos de ocupación de pista en despegue de forma que se elimina el tiempo de ocupación previo al rodaje a cabecera por cruce. De esta forma se tiene que:

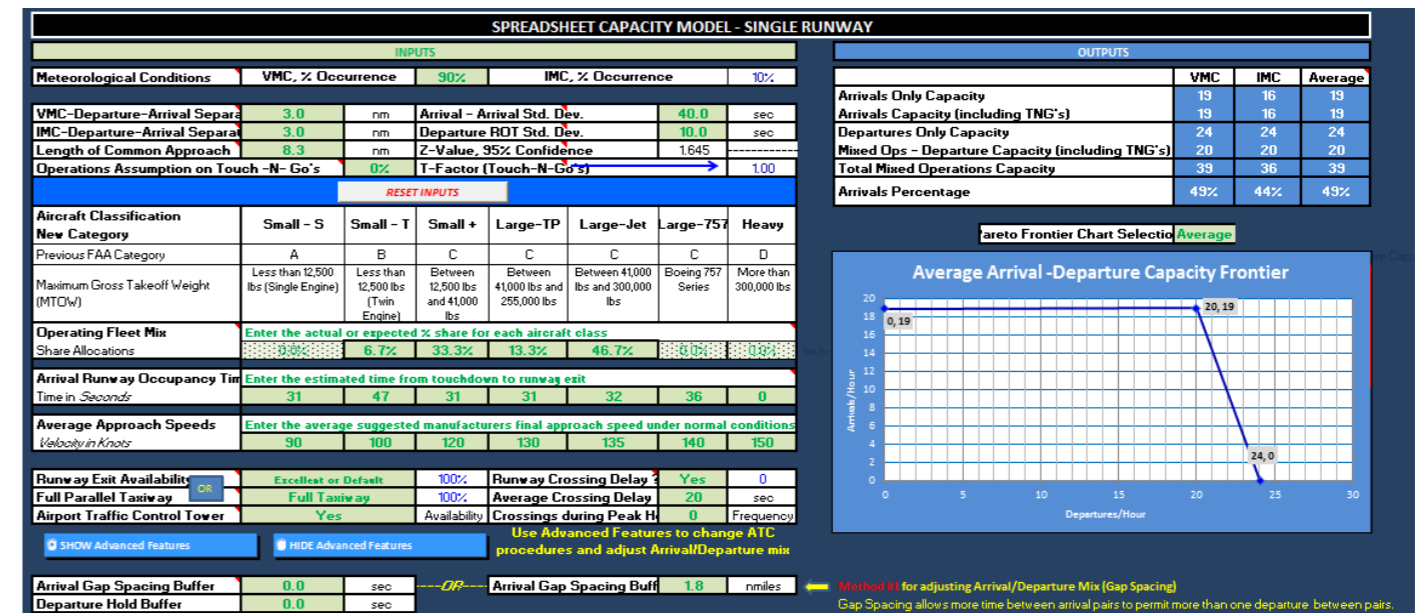
Tabla 23.- Tiempos de ocupación de pista en aterrizaje y despegue en máximo desarrollo posible

	S	T	S+	TP	LJ	TOTAL
% MEZCLA	6,67%	26,67%	6,67%	13,3%	46,7%	100%
DROT4 MED (seg)	29,1	25,3	24,7	15,7	62,1	36,08
AROT3 MED (seg)	31,0	46,5	31	31	32	35,6

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se obtiene:

Ilustración 23 Resultados del modelo CDM dado por la ACRP REPORT 079 para el escenario de máximo desarrollo posible



Fuente: Elaboración propia. ACRP REPORT 079

De esta forma la capacidad está dada por:

- Una capacidad en llegadas puras de 19AHP en condiciones VMC y 16AHP en condiciones IMC con media de 19AHP.
- Una capacidad en salidas puras de 24AHP tanto en condiciones VMC como IMC.
- Una capacidad máxima en operación mixta de 19AHP en llegadas y 20AHP en salidas, dando una **capacidad máxima conjunta de 39AHP**.



### 3. AJUSTE CAPACIDAD/DEMANDA


En base a lo deducido en los apartados anteriores se presenta a continuación el ajuste capacidad demanda para cada escenario temporal presentando.

Tabla 24.- Ajuste capacidad-demanda para las configuraciones de campo de vuelos previsto

HORIZONTE	AÑO PROBABLE	PAX ESTIMADOS (MILL PAX.)	AHD DEMANDA (OPS/HORA)	CAP. PISTA	CAPACIDAD PLATAFORMA COMERCIAL	
0	2020	5,2	19	20	19	
I	2033	7,5	24	24	24	Apoyo puntual de puesto C de plataforma secundaria
II	2039	8,5	26	28	28	Apoyo puntual de puesto C y D de plataforma secundaria
III	2047	9,5	29	29	29	Apoyo puntual de puesto C y D de plataforma secundaria
IV	>2060	11,5	33	33	33	Apoyo puntual de puesto C y D de plataforma secundaria
<b>DESARROLLO FINAL</b>			39	39	39	

Fuente: Elaboración propia.

## APÉNDICE: ACTA REUNIÓN CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS CON CONTROL DE TRÁNSITO AÉREO

	<b>ACTA DE REUNIÓN CON ESPECIALISTAS Y OTROS</b>	Código: R18005-3
---	--	------------------

CONTRATO: IP AEROPUERTO RAFAEL NÚÑEZ DE CARTAGENA DE INDIAS  
FECHA: 17/08/2016

ASISTENTES				
NOMBRES Y APELLIDOS	ENTIDAD	CARGO	E-MAIL	FIRMA
CARLOS GONZALEZ	SACSA	JEFE DE PROYECTOS		
OLGA BOTERO PAREJA	SACSA	DIRECTOR DE OPERACIONES		
FREDY PICO	SACSA	JEFE LADO AIRE		
JORGE PARRA	AEROCIVIL	JEFE DE AERONAVEGACIÓN		
CÉSAR GUTIÉRREZ	AEROCIVIL	JEFE DE TORRE SKCG		
JUAN CRUZ	CEMOSA	DIRECTOR PROYECTO APP		
MARÍA CAÑIZARES	CEMOSA	ING. AERONÁUTICO	maria.cañizares@cemosa.es	
JAIME UCLÉS	CEMOSA	ING. AERONÁUTICO	jaime.ucles@cemosa.es	
CARLOS MARTIN	CEMOSA	ING. AERONÁUTICO	carlos.martins@cemosa.es	

### ORDEN DE LA REUNIÓN Y TRATADOS:

Se reúnen representantes de SACSA (Concesionario) y CEMOSA (Consultor por parte del concesionario) para socializar y evaluar la validez de la propuesta en relación a las mejoras propuestas para la infraestructura y sus etapas de desarrollo con los representantes de aeronavegación por parte de Aerocivil (Autoridad Aeronáutica).

Con motivo de lo anterior CEMOSA realiza una exposición dividida en dos presentaciones con dos objetivos: el análisis de la propuesta para la construcción de la calle de rodaje por el lado este y su incidencia en el cruce de pista; y una segunda presentación que describe los métodos de cálculo recomendados, los utilizados y su aplicación directa a puntos concretos de análisis de las capacidades de la pista.

En este sentido, la ambas presentaciones desarrollaron los siguientes apartados:

**PRESENTACIÓN 1: CAMPO DE VUELOS**

I. Análisis Operacional - 2015


- I.1 Mezcla de Flota Característica
- I.2 Análisis Estacional y de Perfil Horario de Operación
- I.3 Análisis de Demanda en Operaciones – CONOPER2015
- I.4 Análisis de Demanda en Plataformas

II. Antecedentes – PM2014

- II.1 Volúmenes de Actividad
- II.2 Plan Maestro – Metodología de Simulación
- II.3 Plan Maestro – Propuestas de Desarrollo y Análisis
- II.4 Plan Maestro – Análisis de Puestos de Estacionamiento en Plataforma

III. Actualización de Previsiones de Demanda

- III.1 Valores de Demanda de Pasajeros
- III.2 Valores de Demanda de Operaciones
- III.3 Valores de Demanda en Puestos de Estacionamiento

	<b>ACTA DE REUNIÓN CON ESPECIALISTAS Y OTROS</b>	Código: R18005-3
---	--	------------------

**IV. Etapas de Desarrollo**

- IV.1 Escenarios de Desarrollo
- IV.2 Horizonte 1 – Desarrollo a 7,5MPax. Etapa 1.1
- IV.3 Horizonte 1 – Desarrollo a 7,5MPax. Etapa 1.2
- IV.4 Horizonte 1 – Desarrollo a 7,5MPax. Etapa 2
- IV.5 Horizonte 2 – Desarrollo a 9,5MPax. Etapa 3
- IV.6 Horizonte 3 – Desarrollo a 11,5MPax. Etapa 4
- IV.7 Posible Desarrollo Final

**V. Factores de Análisis Particular**

- V.1 Nueva Configuración en Plataformas de Estacionamiento
- V.2 Nueva Configuración y Faseado para Nueva Calle de Rodaje Paralela a Pista
- V.3 Optimización a las Salidas de Pista Propuestas

**VI. Ajuste Capacidad – Demanda**

- VI.1 Ajuste General del Desarrollo Propuesto
- VI.2 Ajuste Fin de Concesión
- VI.3 Ajuste Etapa 1.1. (Calle Paralela Parcial)
- VI.4 Ajuste Etapa 1.2 (Calle Paralela a THR01)
- VI.5 Horizonte 7,5MPax
- VI.4 Horizonte 9,5MPax
- VI.6 Horizonte 11,5MPax
- VI.7 Máximo Desarrollo Posible

**VII. Modelos de Crecimiento Similar**

- VII.1 San Diego, California - EEUU
- VII.2 Dubái – Emiratos Árabes Unidos
- VII.3 Bali – Indonesia
- VII.4 London Luton – Reino Unido
- VII.5 Guangxi – China
- VII.6 Orange County, California – EEUU

**PRESENTACIÓN 2: CÁLCULOS DE CAPACIDAD EN CAMPO DE VUELOS**

**I. Métodos de Cálculo Recomendados**

- I.1 Antecedentes normativos recomendados (OACI / LIM / FAA)
- I.2 Introducción al método de análisis y sus características
- I.3 Análisis singular de condiciones
  - MODELO ACTUAL
  - MODELO DE CALLE DE RODAJE INCOMPLETA CON CRUCE PREVIO
  - MODELO DE CALLE DE RODAJE COMPLETA HASTA CABECERA CON CRUCE DE PISTA
  - COMPORTAMIENTO DEL MODELO ANTE TIEMPOS DE CRUCE MAYORES
- I.4 Análisis global realizado
  - ACRP REPORT SPREADSHEET

 Sociedad Aeroportaria de la Costa S.A. Administrador del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez Cartagena de Indias	<b>ACTA DE REUNIÓN CON ESPECIALISTAS Y OTROS</b>	Código: R18005-3
--	--	------------------

II. Acotaciones al desarrollo propuesto planteados por modelos del PM II.1 Comparativa de desarrollo frente al plan maestro vigente II.2 Análisis por SIMMOD y resultados a la capacidad existente III. Comparación con Layouts de uso actual de los escenarios proyectados IV. Conclusiones y Recomendaciones
--

**CONCLUSIONES GENERALES:**

<p>Con base a lo tratado en el orden de la reunión se establece que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las previsiones de demanda del plan maestro vigente se han visto sobrepasadas por los datos de crecimiento registrados para el aeropuerto en los últimos años. lo que hace necesario adelantar actuaciones contempladas en el plan maestro a las nuevas circunstancias existentes.</li> <li>- La propuesta socializada para la construcción de la nueva calle de rodaje por el costado este del aeropuerto, adopta la misma planeación de infraestructura propuesta en el Plan Maestro vigente a los nuevos horizontes requeridos.</li> <li>- Los ajustes contemplados a la infraestructura propuesta por el Plan Maestro vigente, sólo suponen una mejora en la capacidad operativa de la pista del aeropuerto. Optimizando: las condiciones de seguridad operacional, el tiempo de disponibilidad de la pista y por tanto disminuyendo los tiempos de espera, que hoy en día se generan por el carreteo en la pista del aeropuerto.</li> <li>- Se realiza la presentación a los representantes de aeronavegación. Se concluye que de acuerdo a las condiciones físicas del aeropuerto de Cartagena y con el conocimiento y experiencia de los controladores que lo operan, se considera importante la mejora operativa que supone la construcción de la calle de rodaje y controlable el cruce de la pista, que se genera por el desarrollo de esta etapa de crecimiento en la infraestructura.</li> <li>- En concreto, para una primera etapa, se concluye "totalmente viable" y "aconsejable" reducir las necesidades actuales de rodaje entre la plataforma y la cabecera 01 por pista, a través de sustituirlo operativamente a "un cruce" y una calle de rodaje.</li> <li>- El faseado propuesto optimiza el desarrollo de la infraestructura acorde con el plan maestro vigente, adaptándose a las condiciones actuales de disponibilidad de predios y como parte de un desarrollo máximo previsto, ajustándose a los requerimientos de crecimiento encontrados en la actualización de los cálculos de la demanda.</li> <li>- El plan maestro vigente, cuenta con los respectivos soportes en cálculos por simulación mediante la herramienta proporcionada por ARC (Aviation Research Corporation), herramienta usada por INECO para la modelación de sus cálculos y herramienta adoptada por AENA como estándar para la simulación lado aire).</li> <li>- Los valores calculados con la demanda, aportan un punto de partida en las tablas de las proyecciones, para definir en fases de tiempo e infraestructura necesaria, que suplan los requerimientos de movilización de pasajeros del aeropuerto.</li> <li>- Con objeto de valorar y establecer una capacidad revisada a las etapas previstas, se utilizó el modelo por métodos analíticos correspondiente al descrito en el <i>ACRP Report 79 – Evaluating Airfield Capacity</i> publicado por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) y utilizado como estándar por la FAA para la evaluación de la capacidad proyectada.</li> <li>- Las hipótesis de cálculo del método recogen aquellas características de control y disposición del aeropuerto a través de parámetros plenamente identificables a través de datos históricos para la medición en la eficacia de la infraestructura proyectada (mezcla de flota, ocupación de pista discriminada por tipo de tráfico y operación de despegue o aterrizaje, condiciones meteorológicas y de operación, performance de las aeronaves, etc.).</li> <li>- Las hipótesis de cálculo establecidas son aquellas equivalentes a las recomendadas por la OACI para la zona en la que se ubica el aeropuerto a través del documento "GUIDE FOR THE APPLICATION OF A COMMON METHODOLOGY TO ESTIMATE AIRPORT AND ATC SECTOR CAPACITY FOR THE SAM REGION", Regional Project: ICAO RLA/06/901 celebrado en Lima, Perú, del 6 al 17 de Julio de 2009. De esta forma se entiende que no existe inconveniente a la "utilización de la misma metodología" desarrollada y aplicada a los efectos descritos por la autoridad aeronáutica norteamericana y el departamento de transporte además de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).</li> <li>- El personal a cargo del control aéreo se manifiesta plenamente capacitado para el control operativo de las maniobras exigibles por los desarrollos propuestos, siempre que la infraestructura de apoyo prevista (barras de parada, señalización, plan de seguridad operacional) sea implementada.</li> </ul>
---

 Sociedad Aeroportaria de la Costa S.A. Administrador del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez Cartagena de Indias	<b>ACTA DE REUNIÓN CON ESPECIALISTAS Y OTROS</b>	Código: R18005-3
--	--	------------------

<ul style="list-style-type: none"> <li>- La recepción de la propuesta ha sido recibida con "optimismo y confianza" frente a las condiciones de operación actuales y son, en primera instancia, totalmente aconsejables para el mejoramiento del control de tráfico aéreo y la mejora en capacidad y seguridad prevista para el aeropuerto de Cartagena.</li> </ul>
--

COMPROMISOS		
TAREA	RESPONSABLE	PLAZO

ELABORÓ: \_\_\_\_\_  
Nombre/Cargo



# CÁLCULOS CAPACIDAD CAMPO DE VUELOS. PARTE II: PLATAFORMA COMERCIAL

## 1. SITUACIÓN ACTUAL

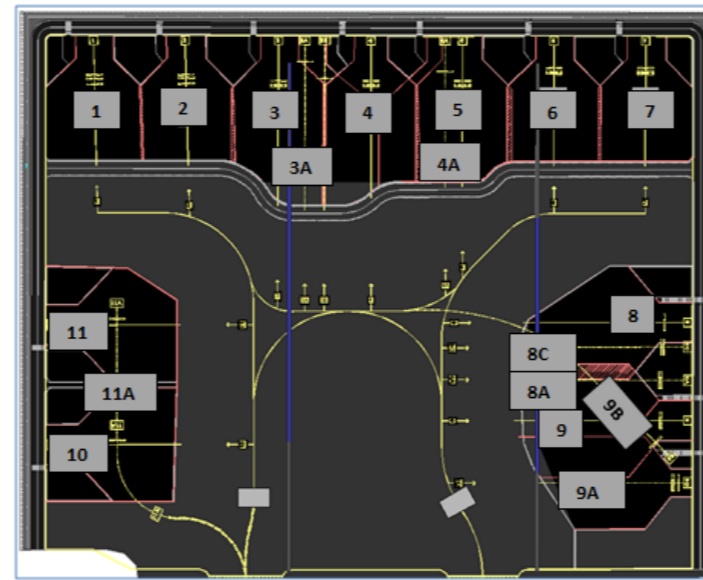
La plataforma comercial actual cuenta con unos 84.300 m<sup>2</sup> en los que se distribuyen 11 puestos de estacionamiento nominales, algunos de los cuales admiten distintas configuraciones alternativas con incompatibilidades o bloqueo de puestos contiguos.

Tabla 25.- Posiciones de estacionamiento de la plataforma comercial

Puesto	Tipo	INCOMPATIBILIDADES
1	C (A320)	
2	C (A320)	
3	C (A320)	
4	C (A320)	
5	C (A320)	
6	C (A320)	
7	C (A320)	
8	D (B757)	
9	D (B757)	
10	D (B757)	
11	D (B757)	
3A	D (B788)	3 y 4
4A	D (B767)	4 y 5
8A	D (B757)	8 y 9
8C	D (B757)	8 y 9
9A	C (A320)	9
9B	D/F	8 y 9
11A	C/D	10 y 11

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

Ilustración 24 Definición geométrica de los stands de la plataforma principal.



Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

La utilización de la plataforma a lo largo del año 2015 arroja los siguientes resultados:

Tabla 26.- Datos de ocupación de las posiciones de estacionamiento de la plataforma comercial

Puesto	Porcentaje (tiempo)	Porcentaje (nº ocupaciones)	Porcentaje (tiempo ocupado)	Tiempo medio de ocupación <sup>1</sup>
1	19,7%	22,71%	64,91%	1:27
2	14,2%	17,56%	46,84%	1:22
3	10,5%	12,50%	34,66%	1:26
4	12,4%	12,51%	40,87%	1:40
5	6,8%	13,98%	22,57%	0:59
6	6,9%	8,39%	22,62%	1:33
7	11,3%	7,80%	37,14%	2:23
8	2,1%	0,75%	7,04%	4:38
9	2,5%	0,40%	8,24%	10:11
10	8,0%	1,96%	26,41%	6:40
11	4,8%	1,13%	15,80%	6:54
3A	0,3%	0,21%	0,88%	2:01
4A	0,3%	0,03%	1,07%	15:42
9C	0,2%	0,05%	0,67%	7:24
11A	0,1%	0,01%	0,17%	7:36

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por SACSA

<sup>1</sup> Es el tiempo medio de ocupación real del año 2015, sin embargo, no debe usarse como valor para el cálculo de necesidades, pues están incluidas pernoctas y algunas estancias mayores de lo normal. En las siguientes páginas se analiza esta circunstancia para determinar un valor medio más adecuado para el cálculo.

La ocupación total de la plataforma a lo largo del 2015 se puede obtener del análisis de los datos de asignación de puestos. Si se contabiliza para cada puesto de estacionamiento cada llegada y salida, se puede comprobar el número de ocasiones en que se ocupan los puestos de estacionamiento comerciales, obteniéndose una ocupación de 7 puestos en el 99,7% de las ocasiones, y un máximo de 10 puestos simultáneos de los 11 disponibles en plataforma:

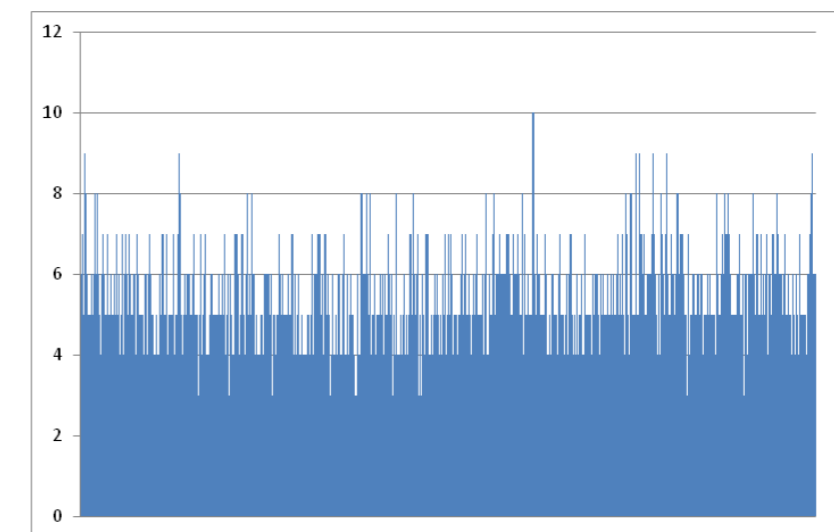
Tabla 27.- Número total de posiciones de estacionamiento ocupadas en la plataforma comercial (año 2015)

Puestos totales ocupados	Porcentaje	Acumulado
0	0,49%	0,5%
1	2,42%	2,9%
2	10,99%	13,9%
3	22,54%	36,4%
4	26,14%	62,6%
5	20,04%	82,6%
6	10,92%	93,5%
7	4,68%	98,2%
8	1,49%	99,7%
9	0,28%	100,0%
10	0,01%	100,0%
11	0,00%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por SACSA

La ocupación puede representarse en un gráfico de eventos, obteniéndose para el primer semestre del año 2015 el siguiente resultado:

Gráfico 8 Ocupación de plataforma comercial (todos los puestos) en el primer semestre de 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por SACSA

### 1.1. Análisis por puesto

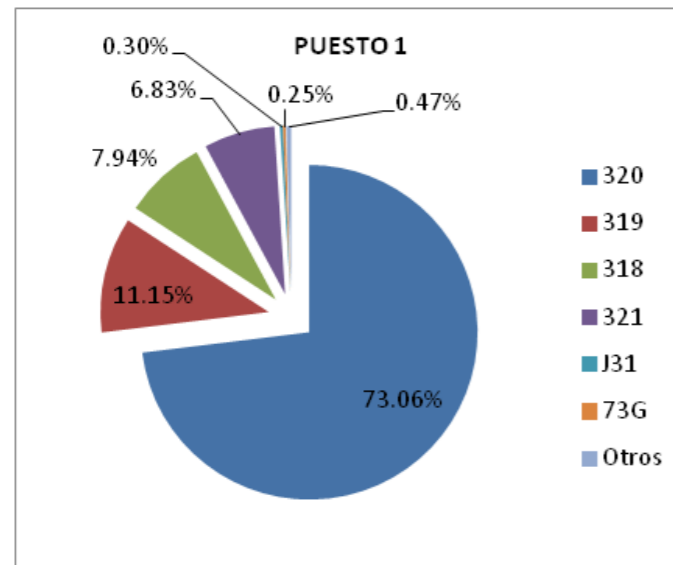
**Puesto 1:** El puesto 1 está definido para Airbus 320, y se sitúa en primera línea de plataforma, frente al Área Terminal. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 28.- Tiempos de ocupación. Puesto 1.

Puesto 1	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas (generalmente una diaria)
percentiles 85%	0,81 horas	0,79 horas	6,05 horas
nº veces	4.027	3.598	430
porcentaje		89%	11%

Fuente: Conoper

Gráfico 9 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 1.



Fuente: Conoper

Se observa que aproximadamente una vez al día hay ocupaciones largas, pero no deben influir en el cálculo debido a que son pernoctas y por tanto no coinciden con el periodo punta.

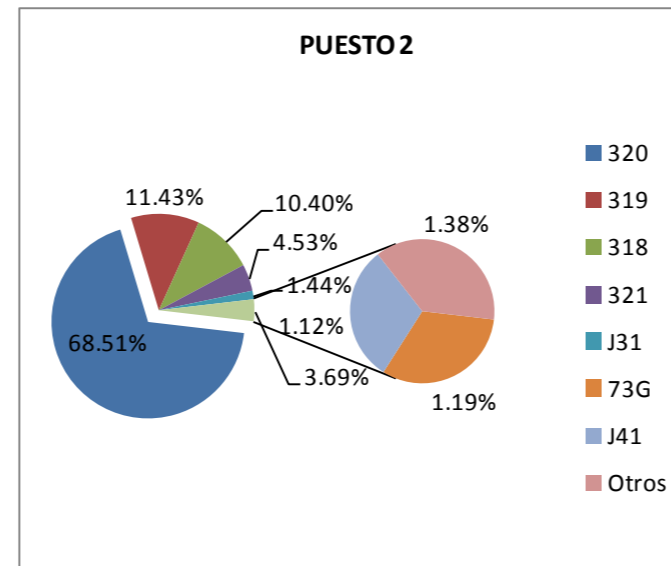
**Puesto 2:** es del mismo tipo que el puesto 1. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 29.- Tiempos de ocupación. Puesto 2.

Puesto 2	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas (generalmente una diaria)
percentiles 85%	0,82 horas	0,80 horas	5,67 horas
nº veces	3.115	2.777	343
porcentaje		89%	11%

Fuente: Conoper

Gráfico 10 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 2.



Fuente: Conoper

Como en el caso anterior, aproximadamente una vez al día hay ocupaciones largas, que no deben influir en el cálculo al no coincidir con el periodo punta.

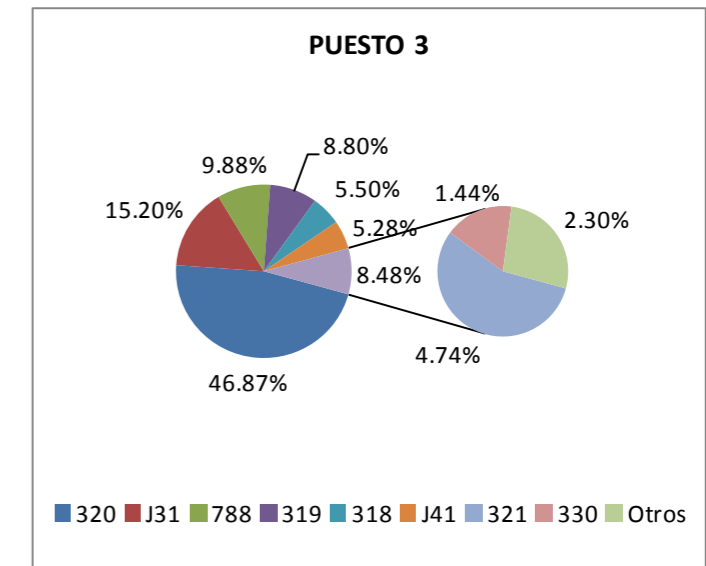
**Puesto 3:** es del mismo tipo que los anteriores. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 30.- Tiempos de ocupación. Puesto 3.

Puesto 3	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas (generalmente una diaria)
percentiles 85%	0,85 horas	0,77 horas	2,55 horas
nº veces	2.217	1.732	488
porcentaje		78%	22%

Fuente: Conoper

Gráfico 11 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 3.



Fuente: Conoper

Se observa que hay un porcentaje no despreciable de ocupación de 788, que se interpreta en realidad corresponde a la posición 3A. En este caso la media de las estancias superiores a 1,5 horas no es excesiva, de lo que se deduce que no son pernoctas y debería adoptarse la media total.

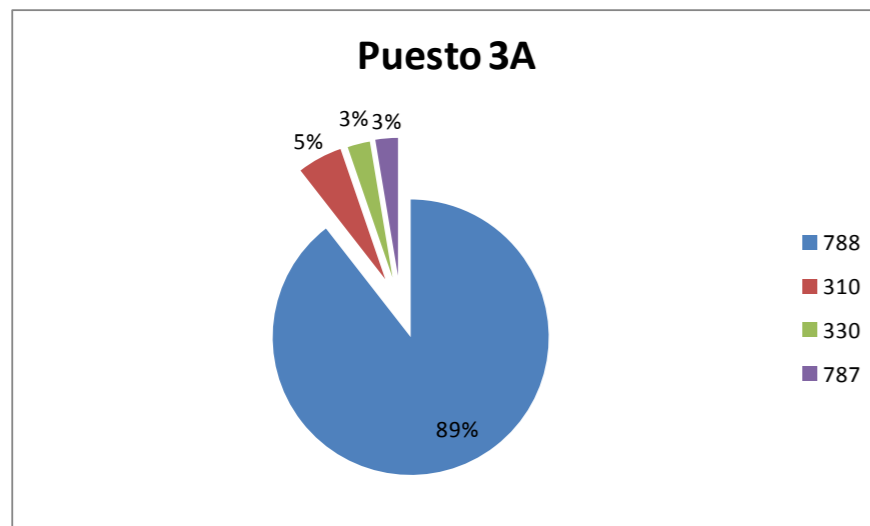
**Puesto 3A:** está adaptado a puestos de mayor tamaño, incluyendo el B-738-8. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 31.- Tiempos de ocupación. Puesto 3A.

Puesto 3A	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,99 horas	1,33 horas	2,01 horas
nº veces	38 (más de 200 contando con las asignadas a "A")	2	36
porcentaje		5%	22%

Fuente: Conoper

Gráfico 12 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 3A.



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas, y el valor del percentil del 85% es superior a 1,5 horas, por lo que se toma el valor medio total.

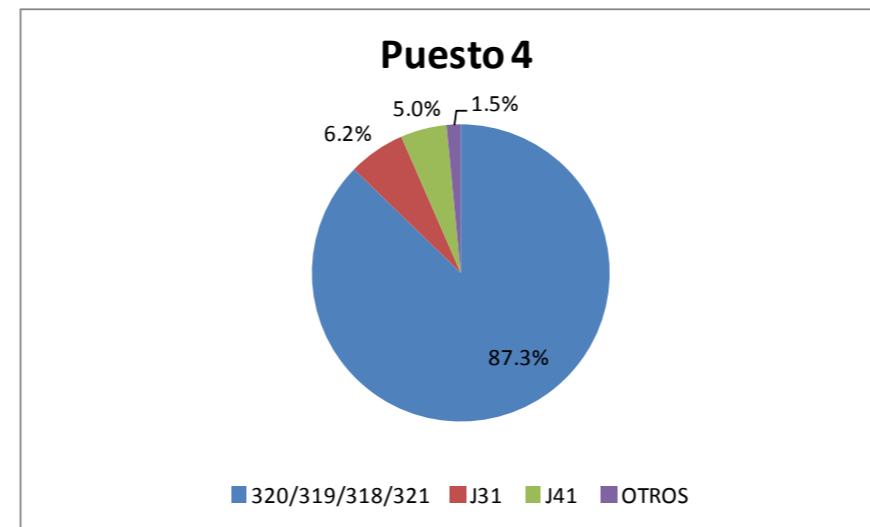
**Puesto 4:** Admite aeronaves de clave C, como el A320/321. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 32.- Tiempos de ocupación. Puesto 4

Puesto 4	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	0,82 horas	0,79 horas	6,69 horas
nº veces	2.219	1.925	294
porcentaje		87%	13%

Fuente: Conoper

Gráfico 13 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 4



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas diarias, pero sí frecuentes, por lo que de nuevo se tomará el percentil de menos de 1,5 horas.

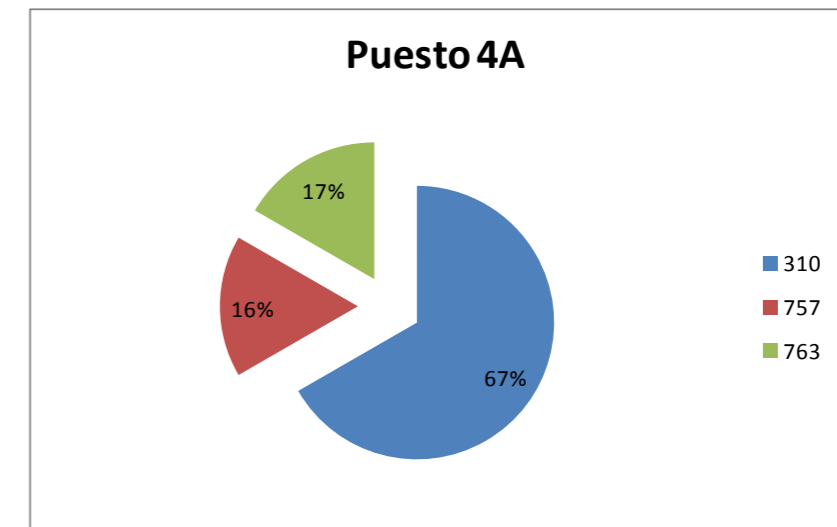
**Puesto 4A:** está adaptado a puestos de mayor tamaño, incluyendo el B-738-8. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 33.- Tiempos de ocupación. Puesto 4A

Puesto 4A	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	2,22 horas	1,45 horas	2,48 horas
nº veces	6	1	5
porcentaje		5%	22%

Fuente: Conoper

Gráfico 14 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 4A



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas, y el valor del percentil del 85% es superior a 1,5 horas, por lo que se toma el valor medio total.



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

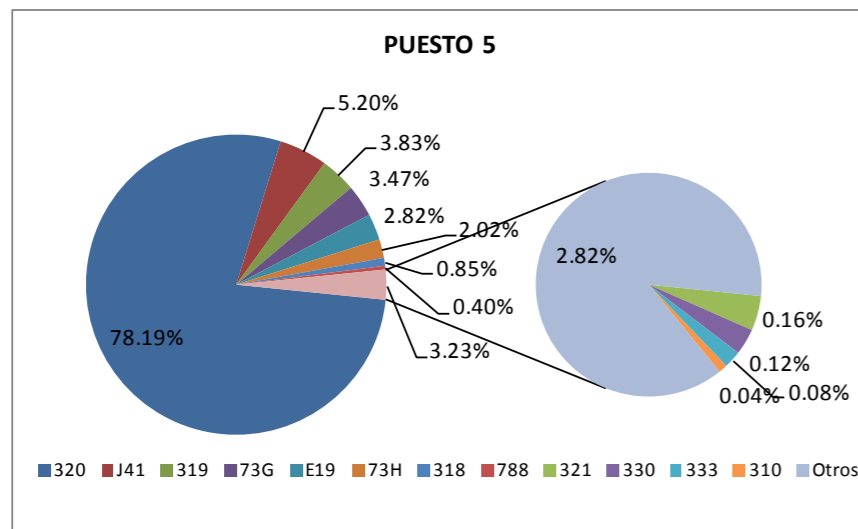
**Puesto 5:** Admite aeronaves de clave C, como el A320/321. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 34.- Tiempos de ocupación. Puesto 5.

Puesto 5	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	0,85 horas	0,83 horas	2,12 horas
nº veces	2.479	2.370	112
porcentaje		96%	5%

Fuente: Conoper

Gráfico 15 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 5.



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas diarias, por lo que de nuevo podrían tomarse las estancias medias totales.

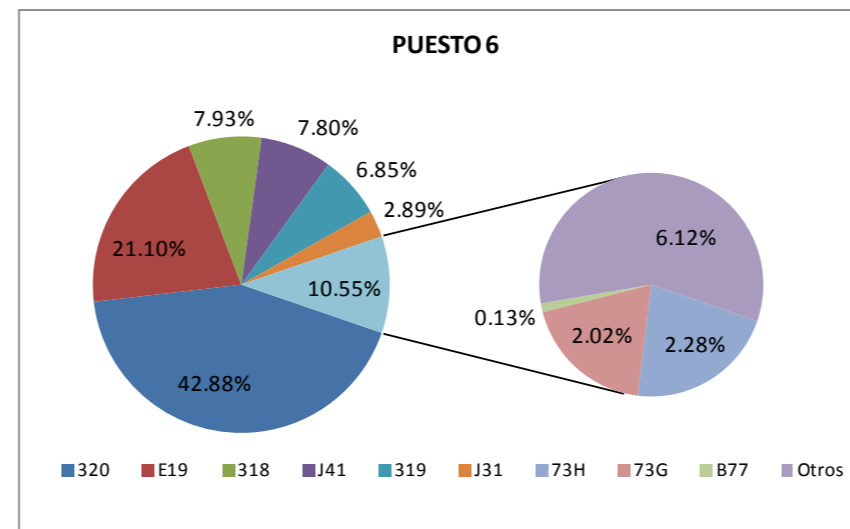
**Puesto 6:** Admite aeronaves de clave C, como el A320/321. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 35.- Tiempos de ocupación. Puesto 6.

Puesto 6	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,13 horas	0,97 horas	2,09 horas
nº veces	1.488	1.128	367
porcentaje		76%	25%

Fuente: Conoper

Gráfico 16 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 6.



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas diarias, por lo que de nuevo podrían tomarse las estancias medias totales.

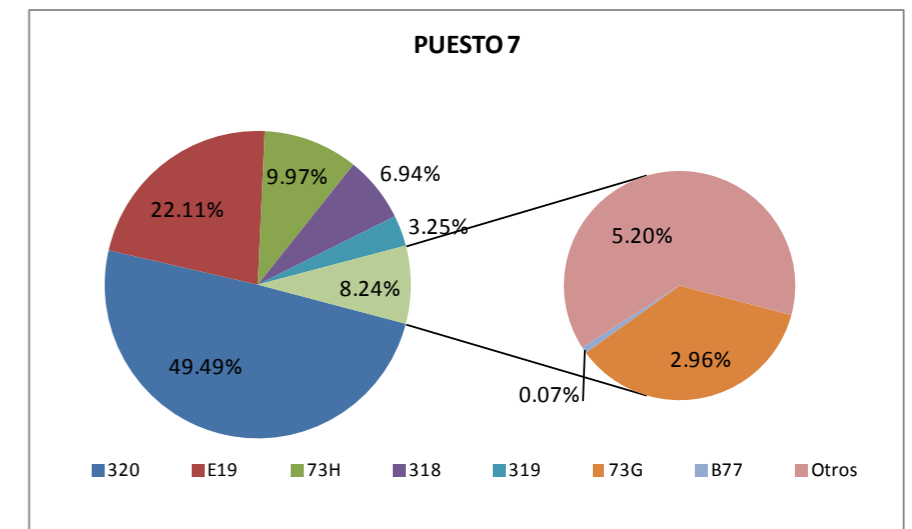
**Puesto 7:** Admite aeronaves de clave C, como el A320/321. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 36.- Tiempos de ocupación. Puesto 7.

Puesto 7	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,26 horas	1,14 horas	2,33 horas
nº veces	1.384	983	413
porcentaje		71%	30%

Fuente: Conoper

Gráfico 17 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 7.



Fuente: Conoper

En este caso no hay pernoctas diarias, por lo que de nuevo podrían tomarse las estancias medias totales.

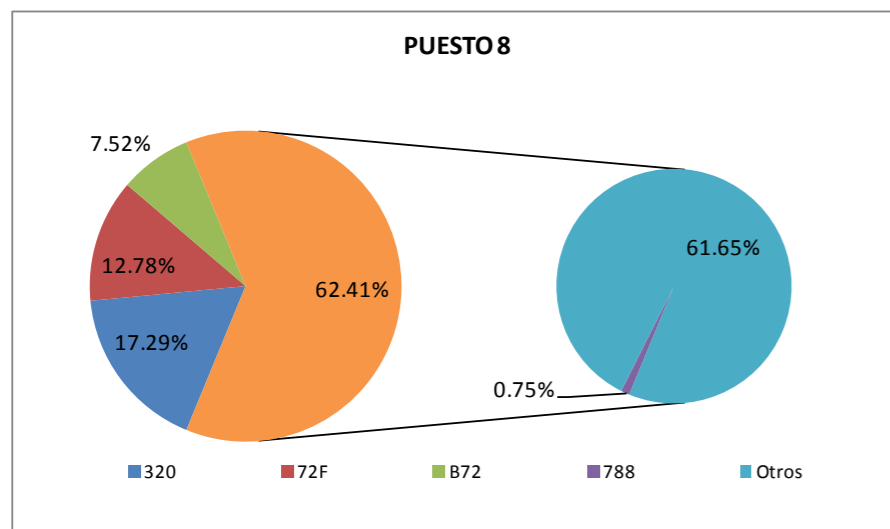
**Puesto 8:** Admite aeronaves de clave D, como el B-757. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 37.- Tiempos de ocupación. Puesto 8.

Puesto 8	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,73 horas	1,14 horas	2,30 horas
nº veces	133	50	84
porcentaje		38%	63%

Fuente: Conoper

Gráfico 18 Tiempos de ocupación y tipos de Aeronave. Puesto 8.



Fuente: Conoper

Hay presencia de B-788, probablemente se deba a un error de datos o a una situación puntual. No hay pernoctas, sino un patrón algo menos ordenado de tiempos, por lo que debe usarse la media total.

**Puesto 9:** Admite aeronaves de clave D, como el B-757. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 38.- Tiempos de ocupación. Puesto 9.

Puesto 9	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	2,37 horas	1,30 horas	3,14 horas
nº veces	71	18	53
porcentaje		25%	75%

Fuente: Conoper

Los tipos de aeronaves son muy variados, abundando modelos de clave B o C pequeños, con alguna excepción puntual (788, B737, A320). No hay pernoctas, sino un patrón algo menos ordenado de tiempos, por lo que debe usarse la media total.

**Puesto 9C:** Admite aeronaves de clave E<sup>2</sup>, como el B-787-8. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 39.- Tiempos de ocupación. Puesto 9C.

Puesto 9C	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	3,63 horas		3,63 horas
nº veces	8	0	8
porcentaje		0%	100%

Fuente: Conoper

El puesto prácticamente no se usa, de las 8 ocasiones, 7 fueron B-787-8 y la otra un A310.

**Puesto 10:** Admite aeronaves de clave D, como el B-757. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 40.- Tiempos de ocupación. Puesto 10.

Puesto 10	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,76 horas	0,83 horas	3,16 horas
nº veces	348	155	194
porcentaje		38%	63%

Fuente: Conoper

Los tipos de aeronaves son muy variados, abundando modelos de clave B o C pequeños. No hay pernoctas, sino un patrón algo menos ordenado de tiempos, por lo que debe usarse la media total.

**Puesto 11:** Admite aeronaves de clave D, como el B-757. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 41.- Tiempos de ocupación. Puesto 11.

Puesto 11	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	1,62 horas	0,87 horas	2,81 horas
nº veces	201	94	110
porcentaje		47%	55%

Fuente: Conoper

Los tipos de aeronaves son muy variados, abundando modelos de clave B o C pequeños. No hay pernoctas, sino un patrón algo menos ordenado de tiempos, por lo que debe usarse la media total.

**Puesto 11A:** Admite aeronaves de clave D, como el B-757. La utilización del puesto es la siguiente:

Tabla 42.- Tiempos de ocupación. Puesto 11A.

Puesto 11A	Todas las ocupaciones	Ocupaciones de hasta 1,5 horas	> 1,5 horas
percentiles 85%	7,61 horas		7,61 horas
nº veces	2	0	2
porcentaje		0%	100%

Fuente: Conoper

El puesto prácticamente no se usa, solo un par de ocupaciones de B-767F.

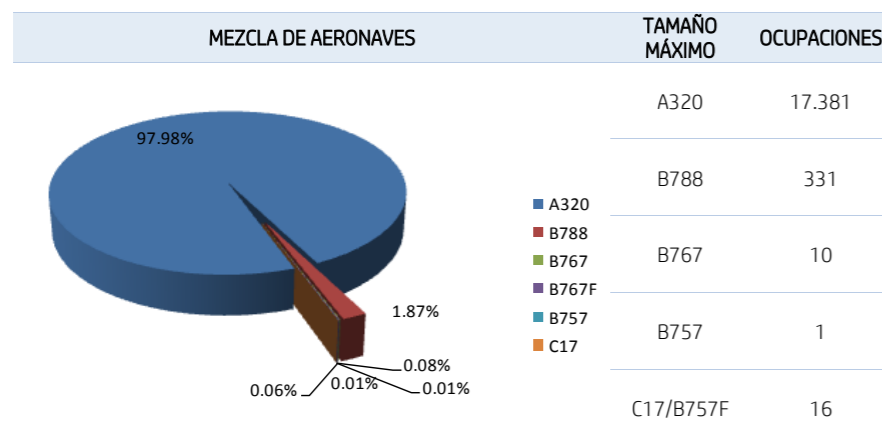
<sup>2</sup> En el listado del Plan Maestro vigente no aparece, y en el del AIP tampoco, pero se entiende que esta posición modificada admite B-787-8, puesto que casi siempre se ha usado con dicho modelo.

## 2. CÁLCULO DE CAPACIDAD POR MÉTODOS CLÁSICOS

Careciendo de datos de ocupación real que permitan realizar un cálculo por simulación dinámica, se admite generalmente el cálculo de la capacidad mediante el método descrito en el texto de Robert Horonjeff "Planificación y Diseño de Aeropuertos".

En lo que respecta al reparto por tipos de aeronaves, de los datos proporcionados por SACSA se obtienen los siguientes datos:

Tabla 43.- Distribución del tráfico por tipos de aeronaves en el Aeropuerto de Cartagena, año 2015



Fuente: SACSA

La división por tipos de aeronaves se realizará en base al criterio anterior, si bien los tiempos medios de ocupación se distinguirán según puestos:

Tabla 44.- Distribución del tráfico por tipo de aeronave en puestos de la plataforma comercial

TIPO AERONAVE	PORCENTAJE DE OCUPACIONES	TIEMPO MEDIO DE OCUPACIÓN (HORAS)
A320 (A320 PREF/A320)	97,98% (77,90% / 20,08%)	0,814 / 1,64
B757	0%	0
B767	0,06%	2,0
B788	1,87%	2,11
C-17/B767F	0,08%	7,61

Fuente: SACSA

No se distinguirá el B757 ya que el tráfico es residual, y es un modelo con tendencia a desaparecer.

Los A320 tienen distintas ocupaciones dependiendo del puesto: cuando se realiza una operación normal, en puestos 1 a 5, la ocupación es de 0,814 horas, mientras que los aviones que van a otros puestos tienen ocupaciones medias mayores (1,64). Esta diferenciación se introduce en el modelo distinguiendo puestos "A320 PREF", para los primeros, y "A320" simplemente para los demás.

Es previsible que se incremente con el tiempo el porcentaje de vuelos tipo E, como consecuencia de la consolidación de las rutas, como ya está pasando con los B787-8 de Avianca, que operan rutas nacionales en su mayoría.

La formulación del cálculo responde a los siguientes parámetros:

- F = número de llegadas horarias admisibles suponiendo que todos pueden usar los estacionamientos
- Ct = capacidad considerando los tamaños relativos de estacionamientos y aeronaves
- C= Capacidad en operaciones horarias, con factor de reducción (U)
- G= número total de posiciones disponibles
- I= avión de la clase i
- N= número de clases de aeronaves consideradas.
- Ti= tiempo de ocupación previsto para las aeronaves de la clase i
- Mi= tanto por uno de aeronaves de la clase i sobre el total

### 2.1. Capacidad del Estado Actual

Aplicando la mezcla de aeronaves se obtienen los siguientes resultados:

#### Solo aeronaves C (la inmensa mayoría de las horas punta):

Tabla 45.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial actual con tráfico C

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	0	0,00	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	
4	A320	6	0,55	0,20	98,4	1,64	0,33	0,34	1,62
5	A320PREF	5	0,45	0,80	48,6	0,81	0,35	0,66	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>0,98</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de vuelos D, E y carga se han forzado a 0, sustituyéndolos por aeronaves C.

En este caso, F=11,27 y Ct= 11,27 llegadas por hora.

Se considera un factor entre la punta de llegadas y la total de 0,6 (correspondiente a las 9 llegadas comerciales máximas y 15 operaciones máximas comerciales de 2015). Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 18,8 \approx 19 \text{ AHd}$$

#### Solo aeronaves C y E:

Tabla 46.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial actual con tráfico C y E

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	1	0,10	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	2,35
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,35
4	A320	4	0,40	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,35
5	A320PREF	5	0,50	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	1	0,10	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	2,35
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,35
4	A320	6	0,60	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,89
5	A320PREF	3	0,30	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, se ha forzado a 0 el porcentaje de carga, y se han sumado en los de tipo E (B788).

Se distinguen dos posibilidades: habilitar el puesto 9C, en el primer caso, inhabilitando por tanto 8 y 9 y disponiendo de menos puestos tipo A320 (que pasan de 6 a 4).

En la segunda opción se habilita como E el puesto 3A, quedando inhabilitados los 3 y 4, pasando la clase "A320 PREF" de 5 a 3.

En ambos casos, F=9,97 y Ct= 9,97 llegadas por hora.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 16,6 \approx 17 \text{ AHd}$$



**Aeronaves C y E y puesto 11A ocupado:**

Tabla 47.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial actual con puesto 11A ocupado

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	1	0,10	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	2,35
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,35
4	A320	6	0,60	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,89
5	A320PREF	3	0,30	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>10</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, F=8,51 y Ct= 8,51 llegadas por hora.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 14,2 \approx 14 \text{ AHD}$$

Es decir, en el caso de que el puesto 11A (que se ocupa habitualmente por aeronaves militares o cargueras) esté ocupado, la capacidad sería menor que la punta actual, si bien no es probable que se dé esta circunstancia.

La capacidad por tanto sería de 19 AHD, si bien con la ayuda de la plataforma ECHO para albergar las aeronaves que tengan estancias más largas se podría incrementar hasta 20 AHD. Cumpliendo con la actual AHD que es de 17.

En las previsiones se plantea una serie de disparadores para el desarrollo futuro del Aeropuerto, independientemente del escenario de previsiones que se termine concretando.

Los disparadores que definen estos horizontes son los siguientes:

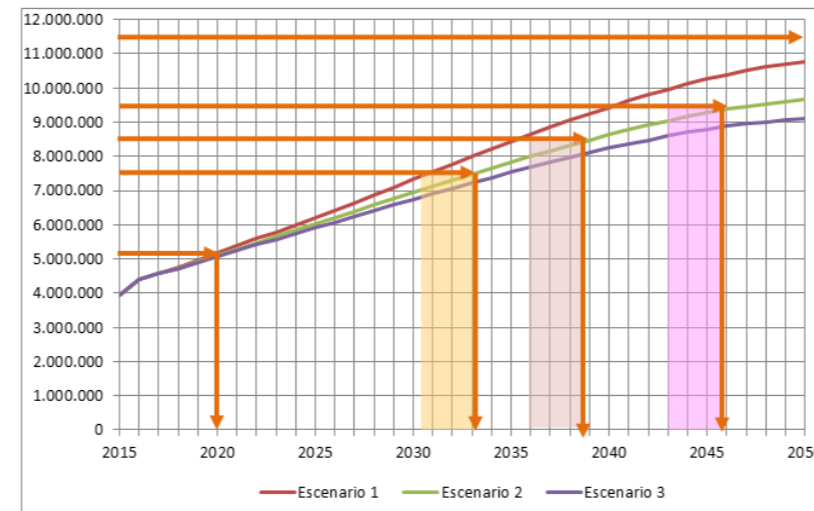
Tabla 48.- Disparadores de los horizontes de tráfico definidos

Horizonte	TOTAL		NACIONAL		INTERNACIONAL	
	Tráfico anual	PHD	AHD	PHPDss	PHPDI	PHPDI
0	5,1	1.741	19	956	934	442
I	7,5	2.428	24	1.332	1.124	542
II	9,5	2.984	29	1.585	1.297	674
III	11,5	3.603	33	1.586	1.549	1.032

Fuente: Elaboración propia

La oscilación de valores de AHD se deben a que en diferentes escenarios, hay ligeras diferencias entre los ratios de pasajeros/aeronave (por ejemplo en escenarios de limitación de capacidad, el crecimiento del parámetro sería superior al de otros escenarios).

Gráfico 19 Tráficos objetivo propuestos para las ampliaciones del área terminal de pasajeros



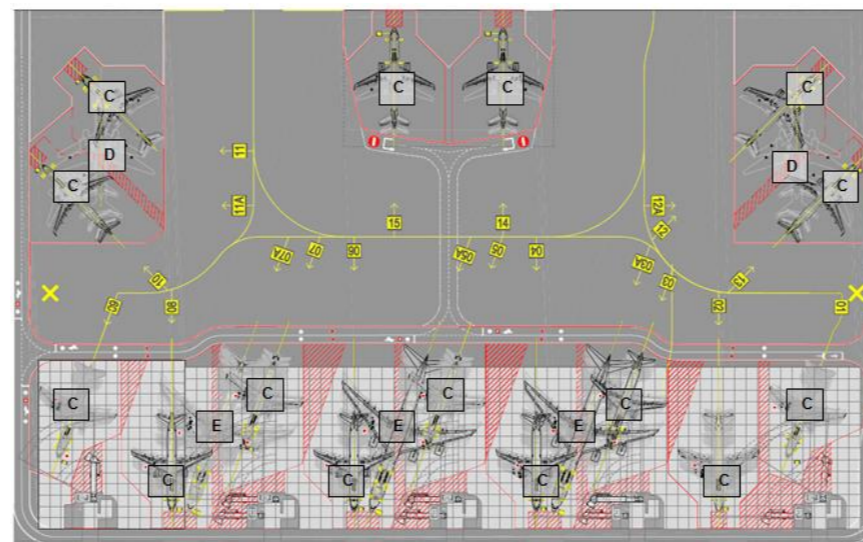
Fuente: Elaboración propia

**2.2. Horizonte I. 7,5 MPAX**

Para el entorno de los **7,5 millones de pasajeros anuales**, sería necesario incrementar los puestos para satisfacer una demanda de **24 AHD**.

Para alcanzar la demanda mencionada, se plantea una ampliación de plataforma y una configuración que se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 25 Ampliación de plataforma comercial propuesta en Horizonte I



Fuente: Elaboración propia

Se pretende aumentar la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, mediante la siguiente configuración de estacionamientos:

- 9 posiciones en contacto
  - o 3 posiciones MARS, compuestas cada una de ellas por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO
  - o 3 posiciones ECHO
- 6 posiciones en remoto
  - o 6 posiciones CHARLIE, 4 de las cuales pueden pasar a ser 2 posiciones DELTA.

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 49.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte I

STAND	TIPO AERONAVE	INCOMPATIBILIDADES	TIPO
01	C (A320)		CONTACTO
02	C (A320)		CONTACTO
03	C (A320)		CONTACTO
04	C (A320)		CONTACTO
05	C (A320)		CONTACTO
06	C (A320)		CONTACTO
07	C (A320)		CONTACTO
08	C (A320)		CONTACTO
09	C (A320)		CONTACTO
10	C (A320)		REMOTO
11	C (A320)		REMOTO
12	C (A320)		REMOTO
13	C (A320)		REMOTO
14	C (A320)		REMOTO
15	C (A320)		REMOTO
03A	E (A340-600)	03 y 04	CONTACTO
05A	E (A340-600)	05 y 06	CONTACTO
07A	E (A340-600)	07 y 08	CONTACTO
11A	D (B767-300)	10 y 11	REMOTO
12A	D (B767-300)	12 y 13	REMOTO

Fuente: Elaboración propia

La distinción de A320 PREF es para la aeronaves de primera línea, que se espera tengan un comportamiento similar en cuanto a tiempo de ocupación de los actuales, mientras los aviones con mayor tiempo de ocupación se llevan a remotos.

Con estas combinaciones de puestos, se obtienen las siguientes capacidades:

**Solo aeronaves C (la inmensa mayoría de las horas punta):**

Tabla 50.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial proyectado con tráfico C

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	0	0,00	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	
4	A320	6	0,40	0,20	98,4	1,64	0,33	0,34	1,19
5	A320PREF	9	0,60	0,80	48,6	0,81	0,65	0,66	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>0,98</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, F=15,37 y Ct= 15,37 llegadas por hora.

Se considera un factor entre la punta de llegadas y la total de 0,6 (correspondiente a las 9 llegadas comerciales máximas y 15 operaciones máximas comerciales de 2015). Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 25,61 \approx 26 \text{ AHD}$$

**Solo aeronaves C y E (sin ocupar el puesto 12A):**

Tabla 51.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial proyectado con tráfico C y E

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	1	0,07	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	1,68
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	1,68
4	A320	6	0,43	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,35
5	A320PREF	7	0,50	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	0	0,00	0,00	456,6	7,61	0,00	0,00	
2	B788	2	0,15	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	3,62
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	3,62
4	A320	6	0,46	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,66
5	A320PREF	5	0,38	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>13</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En la primera opción se usa uno de los puestos MARS de primera línea, y en la segunda, dos de los puestos MARS de primera línea.

En ambos casos se obtienen diferentes valores:

F1=13,96 y Ct= 13,96 llegadas por hora.

F2=12,96 y Ct= 12,96 llegadas por hora.

El caso más desfavorable es el segundo, con dos puestos A340-600 disponibles, cosa que es de esperar en los horizontes futuros.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 21,60 \approx 22 \text{ AHD}$$

**Aeronaves C y E y puesto 12A ocupado (carga o militares):**

Tabla 52.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial proyectado con puesto 12A ocupado

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	1	0,07	0,00	456,6	7,61	0,01	0,01	
2	B788	1	0,07	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	2,82
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,82
4	A320	4	0,27	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,07
5	A320PREF	7	0,54	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>13</b>	<b>1,00</b>				<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, F=14,88 y Ct= 14,88 llegadas por hora.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 21,5 \approx 22 \text{ AHD}$$

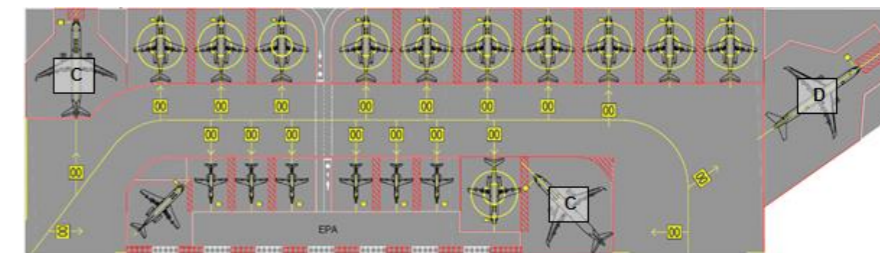
La capacidad en esta configuración sería de 22 AHP, los alcanzados con la configuración más habitual (no es previsible que el puesto 12A se ocupe en horas punta). Sin embargo, esta solución puede llegar a las 23-24 AHD, si se admite la ubicación en la plataforma secundaria, de un puesto de reserva para aeronaves clave CHARLIE, obteniéndose una capacidad de 24,83 AHD, por lo que la AHD considerada sería 24.

**2.3. Horizonte II. 8,5 MPAX**

Para el entorno de los 8,5 millones de pasajeros anuales, sería necesario incrementar los puestos para satisfacer una demanda de 26 AHD.

Para alcanzar la demanda mencionada, se plantea únicamente una ampliación de plataforma secundaria, que servirá de apoyo de la plataforma comercial, contando la misma con 3 puestos adicionales para B757 (1) y A320 (2)

Ilustración 26 Ampliación de plataforma secundaria propuesta en Horizonte II



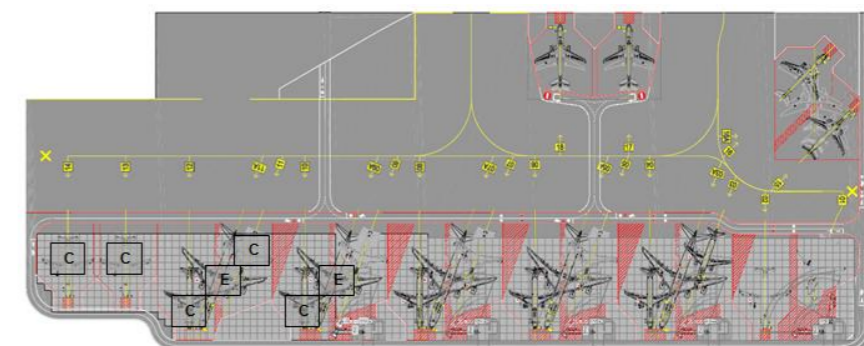
Fuente: Elaboración propia

**2.4. Horizonte III. 9,5 MPAX**

Para el entorno de los 9,5 millones de pasajeros anuales, sería necesario incrementar los puestos para satisfacer una demanda de 29 AHD.

Para alcanzar la demanda mencionada, se plantea una ampliación de plataforma y una configuración que se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 27 Ampliación de plataforma comercial propuesta en Horizonte III



Fuente: Elaboración propia

Se pretende aumentar la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, con la implementación de los siguientes estacionamientos:

- 1 posiciones en contacto
  - o 1 posiciones CHARLIE. Esta ampliación supone la creación de 1 posiciones MARS compuesta por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO
- 4 posiciones en remoto
  - o 4 posiciones CHARLIE, dos de las cuales supone la creación de 1 posiciones MARS compuestas por 2 posiciones CHARLIE y 1 ECHO



Esta opción maximizan los puestos en contacto y la posibilidad de admitir más aeronaves comerciales de clave ECHO, que como se observa en las anteriores tablas, pueden llegar hasta 5, todas ellas en primera línea.

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 53.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte III

STAND	TIPO AERONAVE	INCOMPATIBILIDADES	TIPO
01	C (A320)		CONTACTO
02	C (A320)		CONTACTO
03	C (A320)		CONTACTO
04	C (A320)		CONTACTO
05	C (A320)		CONTACTO
06	C (A320)		CONTACTO
07	C (A320)		CONTACTO
08	C (A320)		CONTACTO
09	C (A320)		CONTACTO
10	C (A320)		CONTACTO
11	C (A320)		REMOTO
12	C (A320)		REMOTO
13	C (A320)		REMOTO
14	C (A320)		REMOTO
15	C (A320)		REMOTO
16	C (A320)		REMOTO
17	C (A320)		REMOTO
18	C (A320)		REMOTO
03A	E (A340-600)	03 y 04	CONTACTO
05A	E (A340-600)	05 y 06	CONTACTO
07A	E (A340-600)	07 y 08	CONTACTO
09A	E (A340-600)	09 y 10	CONTACTO
11A	E (A340-600)	11 y 12	REMOTO
16A	D (B767-300)	15 y 16	REMOTO

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54.- Propuesta de desarrollo de la plataforma. Horizonte III

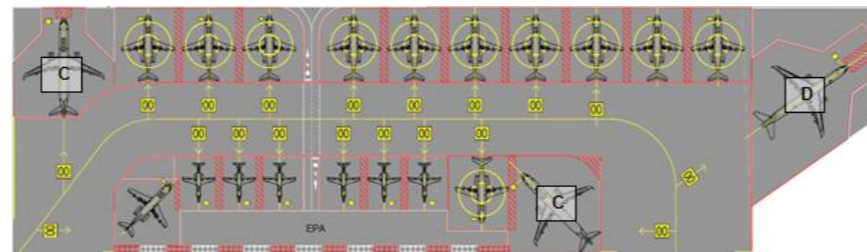
Tipo de puestos	Solo C	Conf. Máx. E	2E + B767 zona carga
A-320 contacto	14	4	10
A-320 remotos	4	2	2
B-757 remotos	0	0	0
A-340-600	0	Hasta 5 en primera línea	2

Tipo de puestos	Solo C	Conf. Máx. E	2E + B767 zona carga
C-17	Los puestos militares pasarían preferentemente a la plataforma secundaria		
B-767	0	1 (zona carga 12A)	1 (zona carga 12A)
<b>Total disponibles</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

Fuente: Elaboración propia

Además se cuenta con 3 puestos adicionales para B757 (1) y A320 (2) en la plataforma secundaria, que servirán de alivio para las largas estancias de aeronaves, lo que permitirá incrementar ligeramente la capacidad.

Ilustración 28 Ampliación de plataforma secundaria propuesta en Horizonte II



Fuente: Elaboración propia

La configuración, con la opción de 2 aeronaves clave ECHO y sin carguero en puesto 12A, sería la siguiente:

Tabla 55.- Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial propuesta para 9,5 Mpx/año con tráfico C y E

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	2	0,13	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	
2	B788	0	0,00	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	2,94
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,94
4	A320	4	0,25	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,01
5	A320PREF	10	0,63	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, F=15,95 y Ct= 15,95 llegadas por hora.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 26,59 \approx 27 \text{ AHD}$$

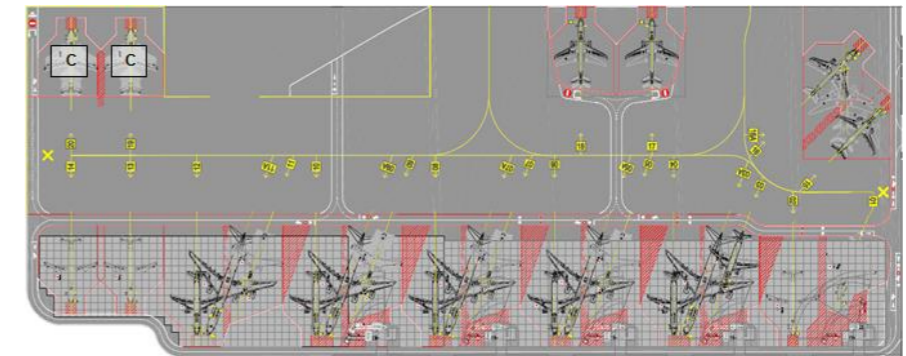
Con el apoyo de la plataforma secundaria, un solo puesto CHARLIE adicional, permite elevar la capacidad a 28 AHD, y un segundo puesto de apoyo para horas punta permite superar las 29 AHD.

## 2.5. Horizonte IV. 11,5 MPAX

Para el entorno de los 11,5 millones de pasajeros anuales, sería necesario incrementar los puestos para satisfacer una demanda de 33 AHD.

Para alcanzar la demanda mencionada, se plantea una ampliación de plataforma y configuración que se plantea en el Horizonte II es la mostrada en la siguiente ilustración:

Ilustración 29 Ampliación de plataforma comercial propuesta en Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

Se pretende aumentar la capacidad de la plataforma del Aeropuerto, con la implementación de los siguientes estacionamientos:

- 2 posiciones en remoto
  - o 2 posiciones CHARLIE

La configuración, por tanto, quedaría del siguiente modo:

Tabla 56.- Posiciones de estacionamiento propuestas en la plataforma comercial. Horizonte IV

STAND	TIPO AERONAVE	INCOMPATIBILIDADES	TIPO
01	C (A320)		CONTACTO
02	C (A320)		CONTACTO
03	C (A320)		CONTACTO
04	C (A320)		CONTACTO
05	C (A320)		CONTACTO
06	C (A320)		CONTACTO
07	C (A320)		CONTACTO
08	C (A320)		CONTACTO
09	C (A320)		CONTACTO
10	C (A320)		CONTACTO
11	C (A320)		REMOTO
12	C (A320)		REMOTO
13	C (A320)		REMOTO



STAND	TIPO AERONAVE	INCOMPATIBILIDADES	TIPO
14	C (A320)		REMOTO
15	C (A320)		REMOTO
16	C (A320)		REMOTO
17	C (A320)		REMOTO
18	C (A320)		REMOTO
19	C (A320)		REMOTO
20	C (A320)		REMOTO
03A	E (A340-600)	03 y 04	CONTACTO
05A	E (A340-600)	05 y 06	CONTACTO
07A	E (A340-600)	07 y 08	CONTACTO
09A	E (A340-600)	10 y 11	CONTACTO
11A	E (A340-600)	10 y 11	REMOTO
16A	D (B767-300)	15 y 16	REMOTO

Fuente: Elaboración propia

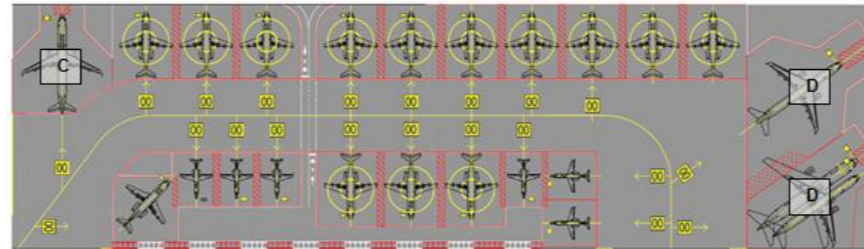
Tabla 57.- Propuesta de desarrollo de la plataforma. Horizonte IV

Tipo de puestos	Solo C	Conf. Máx. E	2E + B767 zona carga
A-320 contacto	14	4	10
A-320 remotos	6	4	4
B-757 remotos	0	0	0
A-340-600	0	Hasta 5 en primera línea	2
C-17	Los puestos militares pasarían preferentemente a la plataforma secundaria		
B-767	0	1 (zona carga 12A)	1 (zona carga 12A)
<b>Total disponibles</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>17</b>

Fuente: Elaboración propia

Además se cuenta con 3 puestos adicionales para B757 (2) y A320 (1) en la plataforma secundaria, que servirán de alivio para las largas estancias de aeronaves, lo que permitirá incrementar ligeramente la capacidad en ambos horizontes.

Ilustración 30 Ampliación de plataforma secundaria propuesta en Horizonte IV



Fuente: Elaboración propia

La configuración, con la opción de 2 aeronaves clave ECHO y sin carguero en puesto 12A, sería la siguiente:

Tabla 58.-Parámetros del cálculo de capacidad de la plataforma comercial propuesta para largo plazo con tráfico C y E

GRUPO	TIPO OACI	Gi	gi	Mi	Ti (min)	Ti (h)	Mi*Ti	ti	X=Σgi/Σti
1	C17/carga	2	0,11	0,02	126,6	2,11	0,04	0,04	
2	B788	0	0,00	0,00	126,6	2,11	0,00	0,00	2,61
3	B767	0	0,00	0,00	120	2,00	0,00	0,00	2,61
4	A320	6	0,33	0,20	98,4	1,64	0,33	0,33	1,20
5	A320PREF	10	0,56	0,78	48,6	0,81	0,63	0,63	1,00
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>			<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso, F=17,95 y Ct= 17,95 llegadas por hora.

Con esos valores:

$$C = Ct / 0,6 = 29,91 \approx 30 \text{ AHD}$$

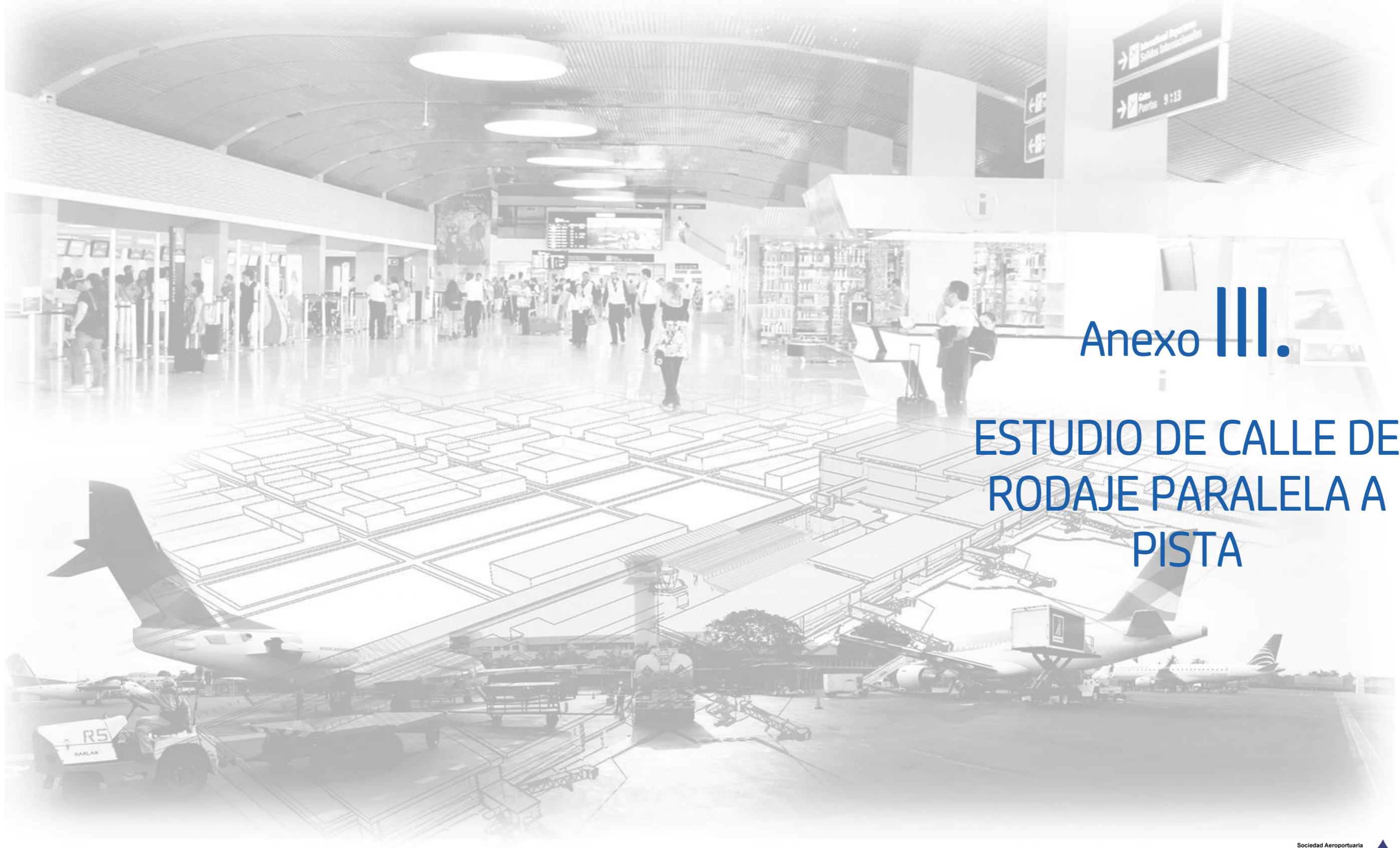
Esta plataforma tendría una capacidad sobrante que le permitiría alcanzar hasta 11,5 Millones de pasajeros anuales, siempre que las aeronaves cargueras de tamaño grande se desviarán a la plataforma secundaria o se evitaran en hora punta y con apoyo puntual también para 2 puestos tipo CHARLIE en plataforma secundaria, elevando de esta forma la capacidad hasta los **33 AHD**.

### 3. RESUMEN DE LA CAPACIDAD CALCULADA EN LOS HORIZONTES DE DESARROLLO

Tabla 59.- Resumen de capacidades

HORIZONTE	Necesidades	Capacidad	Estacionamientos en plataforma principal
Estado actual	15 AHD	19 AHD	11 CLAVE CHARLIE
0	19 AHD (unos 5,1 Mpax anuales)	20 AHD con apoyo puntual de secundaria	11 CLAVE CHARLIE
I	24 AHD (unos 7,5 Mpax anuales)	24 AHD con apoyo puntual de secundaria	15 CLAVE CHARLIE
II	26 AHD (unos 8,5 Mpax anuales)	28 AHD con apoyo puntual de secundaria	15 CLAVE CHARLIE
III	29 AHD (unos 9,5 Mpax anuales)	29 AHD con apoyo puntual de secundaria	18 CLAVE CHARLIE
IV	33 AHD (unos 11,5 Mpax anuales)	33 AHD con apoyo puntual de secundaria	20 CLAVE CHARLIE

Fuente: Elaboración propia



# Anexo III.

## ESTUDIO DE CALLE DE RODAJE PARALELA A PISTA



CONTENIDO

**ESTUDIO CALLE DE RODAJE PARALELA A PISTA..... 3**

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ..... 3

3. ANÁLISIS DE LA DEFINICIÓN SEGÚN PLAN MAESTRO VIGENTE ..... 3

4. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA DEFINICIÓN

4.1. Condiciones operacionales actuales y previstas..... 3

4.2. Requerimientos OACI/RAC14..... 4

4.3. Requerimientos FAA..... 5

5. PROPUESTA DE DISEÑO..... 6

5.1. Propuesta de Diseño Plan Maestro Vigente ..... 6

5.2. Propuesta de Diseño 1 ..... 6

5.3. Propuesta de Diseño 2 ..... 7

6. ANÁLISIS Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE LA PROPUESTA..... 7

6.1. Cumplimiento normativo de las propuestas ..... 7

7. CONCLUSIONES..... 7





## ESTUDIO CALLE DE RODAJE PARALELA A PISTA

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las de actuaciones en infraestructura necesaria para el horizonte adelantado 2025 expuesto por el Plan Maestro vigente del aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias (aprobado en Enero 2015) se destaca la definición de una calle de rodaje paralela a pista en su costado este que sirva principalmente para reducir el ratio de ocupación de pista (ROT) actual según la definición del punto 6.2.1.2 del vigente Plan Maestro.

El objetivo del presente documento es analizar la idoneidad de tal definición analizando las posibles alternativas y sus justificaciones técnicas desde el punto de vista de viabilidad y de cumplimiento normativo de operación así como de otros factores, prediales y medioambientales que deben igualmente ser tenidos en cuenta.

### 2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN

La actuación objeto de análisis, tal y como se ha expuesto en el apartado anterior, se describe en el punto 6.2.1.2 Horizonte 2025 establecida como necesaria para una demanda en el entorno de los 4,8 MPax del Plan Maestro vigente del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias.

En el caso del presente documento, el objeto consiste en analizar la definición geométrica y funcionalidad de la calle de rodaje paralela a pista en su costado este prevista para el quinquenio de 2021 a 2025 por el Plan Maestro vigente y que adapta la capacidad teórica del campo de vuelos hasta un valor de 26 AHD.

Añadido a lo anterior, la calle de rodaje se define necesaria con objeto de la disminución del ROT (Runway Occupancy Time) de la única pista disponible, la pista 01-19 cuyo acceso a cabeceras actualmente se hace de forma obligada a través de la misma pista lo que aumenta enormemente el tiempo de ocupación en pista de cada aeronave en despegue.

Es evidente que esta limitación operacional amerita de una solución, que por el resto de condicionantes geométricos, solo puede pasar en primera instancia por disponer la rodadura paralela en la configuración propuesta por el Plan Maestro vigente.

Por último, el aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena se enmarca limitando al este con un entorno natural de alta sensibilidad medioambiental, con cercanía a la Ciénaga de la Virgen, zonas además con capacidades portantes aparentemente bajas y con evidentes riesgos de inundación, que, en caso de la realización de las actuaciones propuestas, implicaría el relleno de material necesario para la definición de la calle de rodaje y probablemente procesos de pre-consolidación de tierras que pueden aumentar costos y tiempos de ejecución. Esta situación es la que llevará a analizar la conveniencia en definición de una calle de rodaje más alejada a la Ciénaga de la Virgen y que a su vez respete la definición de la plataforma ECHO militar y de aviación general.

Teniendo en cuenta lo anterior, la definición del presente documento tendrá en cuenta condicionantes propios del aeropuerto como son la necesidad de la infraestructura, su definición geométrica en el entorno propio de acuerdo a la normativa exigible y sus posibilidades de desarrollo futuro e integración con respecto al resto de subsistemas del campo de vuelos, así como los condicionantes normativos aeronáuticos.

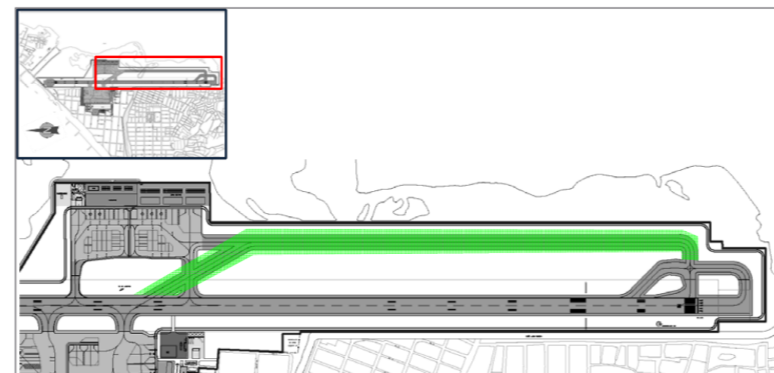
### 3. ANÁLISIS DE LA DEFINICIÓN SEGÚN PLAN MAESTRO VIGENTE

Según el punto 6.2.1.2 Horizonte 2025 del Plan Maestro vigente (aprobado en Enero 2015), se define la necesidad de construir una calle de rodaje para aeronaves de letra de clave E, paralela a pista que conecte los puntos de espera existentes en cabecera 01 con la plataforma ECHO, ambas al este de la pista.

La calle de rodaje conecta para las aeronaves de diseño de la misma, de letra de clave E, con un tramo que se define como la continuación a una calle de salida rápida a 30° respecto al eje de la pista que ha de acomodar una capacidad de hasta 26 AHD para 2035 diseñada para dar preferencia en horas punta al aterrizaje de tráfico comercial frente a la posible demanda militar o de aviación general.

La definición anterior especifica una distancia entre eje de calle de rodaje y eje de pista de 182,5m y da énfasis en su definición en una zona situada muy próxima a la Ciénaga de La Virgen, medioambientalmente sensible, de posible alto nivel freático, fácilmente inundable y con necesidades de pre-consolidación y elevados movimientos de tierras en caso de actuar en ellas.

Ilustración 1 Definición de las dos calles de rodaje previstas para el escenario propuesto por el Plan Maestro vigente



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Se hacen las siguientes observaciones a la definición propuesta:

La distancia expuesta de 182,5m entre calle de rodaje y pista puede reducirse según se expondrá en el presente documento, limitando con ello la interferencia medioambiental, económica y constructiva con respecto a la Ciénaga de La Virgen y la interferencia de la rodadura con la definición de los puestos de estacionamiento de plataforma ECHO y que además limita las posibilidades de expansión futuras de este plataforma militar y de aviación general.

La definición de cruces con pista próximos sin intersección desde plataforma E, y recorrido en pista y su definición no perpendicular puede generar spots susceptibles de incursiones en pista.

La solución propuesta en cualquier caso evita en su definición los problemas asociados a la afectación por chorro de las aeronaves usuarias de la calle de rodaje sobre la plataforma ECHO.

La definición de la calle de rodaje de salida rápida propuesta se hace para la configuración de pista no preferente 19 (frente a la configuración 01 preferente la mayor parte del año) a 822m del umbral 19.

La salida rápida en aterrizaje no conecta con la plataforma comercial para la cual se diseña la misma, ni para la letra de clave definida que habría de volver a acceder a pista recorriendo la totalidad de la calle de rodaje hasta la cabecera 01, ocupar de nuevo la pista en rodaje y acceder finalmente a la plataforma comercial.

Se especifica, en condiciones a nivel del mar, para aeronaves letra de clave E, que una distancia óptima para una calle de rodaje está en el entorno de entre los 5.000 y los 7.000 pies (1.524 y 2.133m) definiéndose la propuesta a tan solo 822m (2.700 pies) que sólo podría ser aprovechada por un 50 % de aeronaves letra de clave A.

Todo lo anterior aconseja un análisis estricto y objetivo de la solución propuesta de cara a una definición acorde a las necesidades y condicionantes expuestos para así contemplar alternativas a la misma que puedan suponer una ventaja tanto operativa como medioambiental.

### 4. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS NORMATIVOS PARA LA DEFINICIÓN

#### 4.1. Condiciones operacionales actuales y previstas

Actualmente el aeropuerto Rafael Núñez no cuenta con infraestructura suficiente para realizar aproximaciones instrumentales de precisión, definiéndose tan sólo aproximaciones instrumentales de no precisión a través de los puntos KEVOV, SIMAB y SUSTI para la configuración 01 y KUBNA, UTLOK y SINOB para la pista 19.

Tabla 1.- Radioayudas para la navegación y el aterrizaje publicadas en el AIP

Instalación (VAR)	ID	FREQ	HR	Localización	Elevación	Observaciones
VOR	CTG	112,3 MHz	H24	10 12 30.13N 075 30 21.87 W	165 ft	Cobertura 100NM a 13,48 NM, rumbo 360º
DME	CTG	CH 70X	H24	10 12 30.13N 075 30 21.87 W		Cobertura 150 NM
NDB	CT	255 KHz				

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Se define según AIP una franja de pista de ancho 138 m, 12m por debajo del ancho normativo exigible para pistas de aproximación instrumental de no precisión.

Tabla 2.- Características físicas publicadas en AIP donde se define un ancho de franja de pista de 138m

Pista (RWY)	Dimensiones (m)	Localización THR (Coordenadas Geográficas)	Elevación THR (m/ft)	Dimensiones			Superficie Resistencia (ACN/PCN)
				SWY	CWY	Franja	
01	2.540 x 45	10° 25' 50.20" N 075° 30' 40.10" W	1,85/6	No	No	2.660 x 138	Asfalto PCN
19	2.540 x 45	10° 27' 12.80" N 075° 30' 44.80" W	1,96/6	No	No	2.660 x 138	65/F/B/X/T

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

Se incluye a continuación una imagen satelital donde se ha marcado la franja de 150m de ancho exigible para la operación actual de la pista

Ilustración 2 Imagen satelital franja a 150m



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen:

- El Plan Maestro vigente define una composición de flota comercial usuaria actual casi exclusivamente para letra de clave "C" tanto para el tráfico nacional como para el internacional.
- Pese a estar actualmente el aeropuerto en una etapa de atracción de tráficos internacionales de largo recorrido tales como los de líneas como Air Europa y operaciones puntuales de tráficos E, dicha composición de flota no supondrá, en número de operaciones, un valor significativo.
- Las aproximaciones instrumentales que se realizan son de no precisión y no se prevé la necesidad de una categorización de aproximaciones instrumentales superior a la de Categoría I.
- Actualmente no se cuenta con posibilidad de ampliar en el costado oeste de la franja por encima de los 75m desde el eje sin expropiaciones, rellenos y la canalización por debajo de la misma franja del caño Juan Angola lo que hace enormemente costoso el definir una franja de ancho mayor a los 150m (75 +75 m).

## 4.2. Requerimientos OACI/RAC14

El RAC 14 en su última edición modifica la tabla 3-1 con las distancias mínimas de separación de calles de rodaje:

Tabla 3.- Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje (Tabla 3-1)

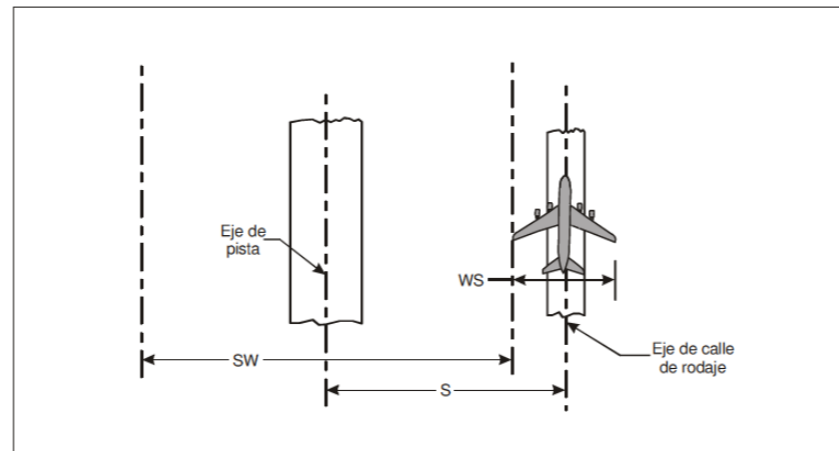
Letra de clave	Pistas de vuelo por instrumentos				Pistas de vuelo visual				Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y el eje de otra calle de rodaje (metros)	Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y el eje de una calle de acceso (metros)	Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)	Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)
	Número de Clave				Número de Clave							
	1	2	3	4	1	2	3	4				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	82,5	82,5	-	-	37,5	47,5	-	-	23	15,5	19,5	12
B	87	87	-	-	42	52	-	-	32	20	28,5	16,5
C	-	-	168	-	-	-	93	-	44	26	40,5	22,5
D	-	-	176	176	-	-	101	101	63	37	59,5	33,5
E	-	-	-	182,5	-	-	-	107,5	76	43,5	72,5	40
F	-	-	-	190	-	-	-	115	91	51	87,5	47,5

Fuente: RAC 14

En esta tabla se indicaría que para una pista de vuelo por instrumentos, la separación para disponer una rodadura para aeronaves de clave E sería de 182,5 metros.

El origen de esta distancia vendría explicado en el Manual de Diseño de Aeródromos, Parte 2, de manera que la distancia entre eje de pista y de calle sería tal que la aeronave en la rodadura no invadiese la franja de pista.

Ilustración 3 Configuración geométrica de la separación entre una pista y una calle de rodaje paralela (figura 1-19)



Fuente: Manual de Diseño de Aeródromos

Eso en el caso de que la franja sea de 150 metros de semiancho y para aeronaves de letra de clave E, con envergadura de 65 metros, resultará  $150+65/2=182,5$ .

Sin embargo, si por otro lado analizamos el RAC en su definición de franja resulta que para aquellas pistas de no precisión el RAC especifica un ancho normativo de franja especificado por lo siguiente:

Toda franja que comprenda una pista para aproximaciones, que no sean de precisión y visual se extenderá lateralmente hasta una distancia a cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja, de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;
- 40 m cuando el número de clave sea 2; y
- 30 m cuando el número de clave sea 1.
- 15 m cuando el aeródromo sea dedicado a labores de fumigación.
- 12,5 m cuando sea declarado como campo aéreo.

Es por ello que para el caso del aeropuerto de Cartagena de Indias (de diseño con clave de referencia 4E con envergadura máxima de 65m de letra de clave E) y con objeto de mantener cualquier objeto fuera de la franja exigible para aproximaciones instrumentales de no precisión (75m) se deberá colocar a  $75 + 65/2 = 107,5m$ .

Nos encontramos por tanto frente a una inconsistencia en la tabla anteriormente mencionada.

Adicionalmente, para el caso de que la pista de Cartagena terminase operando en aproximaciones de precisión CAT I los requerimientos de distancia mínima de la calle de rodaje paralela a pista se ven impuestas por la necesidad de que cualquier parte de la aeronave quede fuera del volumen definido por la Zona despejada de obstáculos u OFZ (OFZ por sus siglas en inglés de "Obstacle Free Zone") que se define como:

Espacio aéreo por encima de la superficie de aproximación interna, de las superficies de transición interna, de la superficie de aterrizaje interrumpido y de la parte de la franja limitada por esas superficies, no penetrada por ningún obstáculo fijo salvo uno de masa ligera montado sobre soportes frangibles necesario para fines de navegación aérea.

Para el caso de la zona comprendida entre el umbral de pista y el inicio de la superficie de aterrizaje interrumpido (localizado a 1.800m del umbral para aproximaciones de precisión y al final de la franja para Cat. I con número de clave 1 y 2), la sección limitante en alturas comprende un plano paralelo al eje de pista que comienza a la mitad del ancho de la superficie de aproximación interna y se eleva la pendiente exigida para la superficie de transición interna hasta la altura definida por la horizontal interna (45m).

Tabla 4.- Características de las superficies limitadoras de objetos en aproximaciones de precisión

Superficies y dimensiones <sup>a</sup>	Aproximación visual				que no sea de precisión				Categoría I		Categoría II o III
	Número de clave				Número de clave				Número de clave		Número de clave
(1)	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4	
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)		
<b>HORIZONTAL INTERNA</b>											
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	
<b>DE TRANSICIÓN INTERNA</b>											
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	40%	33,3%	33,3%	
Longitud del borde interior	60 m	80 m	120 m	120 m	120 m	300 m	300 m	120 m	300 m	300 m	
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	
<b>APROXIMACIÓN INTERNA</b>											
Anchura	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m*	120 m*	
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m	
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m	
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	2,5%	2%	2%	

Fuente: RAC 14



La distancia a la que comienza la superficie de transición interna se sitúa a 60m respecto al eje de pista para aproximaciones de precisión número de clave 3 o 4.

Para el caso de recategorización de pista apta para aproximaciones instrumentales de precisión se debería mantener una distancia igual al ancho de la superficie de aproximación interna (60m) más una separación tal que la parte más cercana al eje de pista de la aeronave (8m de altura aproximada de la punta del ala) quede fuera de la superficie de transición interna (pendiente del 1:3). De esta forma se tiene que la separación del eje para dicha letra de clave "E" habrá de ser de  $60 + 8 \cdot 3 + 65/2 = 116,5m$  (382 pies).

Vemos por tanto que por uno u otro motivo, la separación de 182,5 metros resulta excesiva e innecesaria para el caso del Aeropuerto de Cartagena, donde esta separación obliga a ocupar unas zonas cercanas a la Ciénaga de la Virgen ampliando con ello, de forma innecesaria, la afección medioambiental de la ampliación del aeropuerto.

Como quiera que sea que el propio RAC 14 admite la posibilidad de que para aeropuertos existentes estas distancias se reduzcan en base a un estudio de seguridad operacional:

**Ilustración 4 Punto 14.3.3.9.8 Distancias mínimas de separación de las calles de Rodaje. RAC 14**

**14.3.3.9.8. Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.** La distancia de separación entre el eje de una calle de rodaje, por una parte, y el eje de una pista, el eje de una calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no podrá ser inferior al valor adecuado que se indica: en la Tabla 3 - 1. , aunque pueden permitirse operaciones con distancias menores de separación en aeródromos ya existentes si un estudio de caso de seguridad operacional indica que tales distancias de separación no influyen adversamente en la seguridad, ni de modo importante en la regularidad de las operaciones de los aviones, lo que se registrara en el permiso de operación.

Fuente: RAC 14

Se va a proceder a analizar esta situación bajo otra normativa, la de la FAA de los Estados Unidos, que si bien no es de obligado cumplimiento en Colombia, si representa siempre una fuente importante de recomendaciones en tanto es una normativa más exhaustiva y que profundiza más en temas como este que nos ocupa.

**4.3. Requerimientos FAA**

FAA define más a fondo los requerimientos en diseño del campo de vuelos atendiendo a la categoría de la pista definidos en según el Code of Federal Regulations (CFR) Part 139, Certification of Airports, subparts C (Airport Certification Manual) and D (Operations) en su AC5300-13A.

Para el caso que nos ocupa, una letra de clave E, en la nomenclatura utilizada por la FAA se corresponde con una aeronave de grupo de diseño V (ADG V).

Estableciendo un máximo desarrollo en radio-ayudas para aproximaciones de precisión categoría I, según Anexo 14 se tiene:

Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS o MLS y por ayudas visuales destinadas a operaciones con una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con una visibilidad de no menos de 800 m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550 m.

Esto se traduce en una visibilidad de no menos de media milla que para la letra de clave E se corresponde según la Tabla 5 en una distancia exigible entre ejes de 400 pies (121,92m). Distancia que además puede ser utilizada para todo tipo de aproximaciones instrumentales para todas las aeronaves hasta letra de clave E (ADG V).

**Tabla 5.- Requerimientos mínimos de separación entre ejes de pista y de calle de rodaje atendiendo a mínimos de visibilidad**

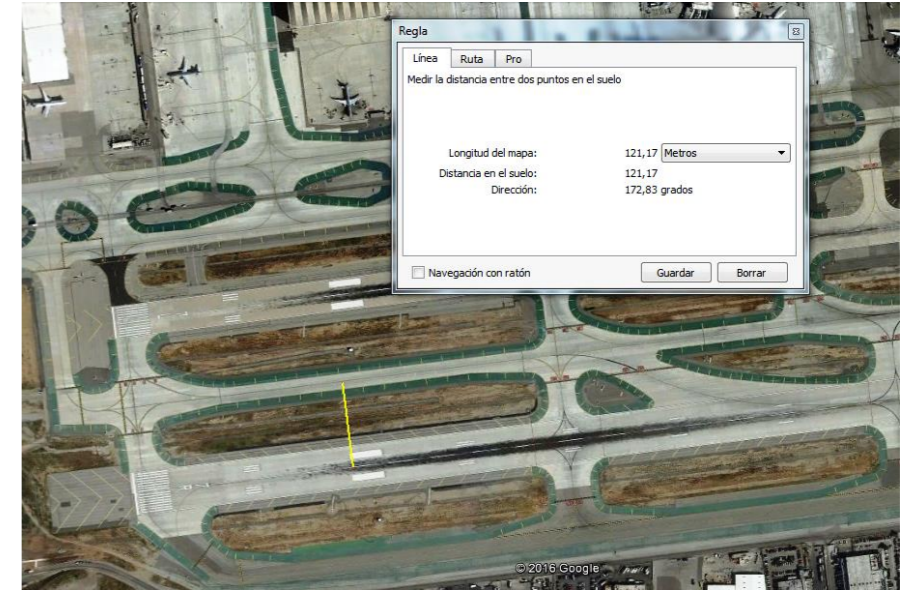
Visibility Minimums		ADG					
		I	II	III	IV	V	VI
Not lower than 3/4 mile	Runway to Taxiway Separation	300	300	400	400	400	500
	RRC	C/I/4000 D/I/4000 E/I/4000	C/II/4000 D/II/4000 E/II/4000	C/III/4000 D/III/4000 E/III/4000	C/IV/4000 D/IV/4000 E/IV/4000	C/V/4000 D/V/4000 E/V/4000	C/VI/4000 D/VI/4000 E/VI/4000
Lower than 3/4 mile but not lower than 1/2 mile	Runway to Taxiway Separation	400	400	400	400	400	500
	RRC	C/I/2400 D/I/2400 E/I/2400	C/II/2400 D/II/2400 E/II/2400	C/III/2400 D/III/2400 E/III/2400	C/IV/2400 D/IV/2400 E/IV/2400	C/V/2400 D/V/2400 E/V/2400	C/VI/2400 D/VI/2400 E/VI/2400
Lower than 1/2 mile	Runway to Taxiway Separation	400	400	400	400	500	550
	RRC	C/I/1600 D/I/1600 E/I/1600	C/II/1600 D/II/1600 E/II/1600	C/III/1600 D/III/1600 E/III/1600	C/IV/1600 D/IV/1600 E/IV/1600	C/V/1600 D/V/1600 E/V/1600	C/VI/1600 D/VI/1600 E/VI/1600

Fuente: AC5300-13A.FAA.

Es por ello que en el siguiente apartado se propone una solución para mantener una distancia de 122,5m entre ejes de calle de rodaje y pista, de forma que en todo momento la configuración geométrica del campo de vuelo permita la aproximación instrumental de aeronaves de letra de clave E hasta aproximaciones con visibilidad de 800m (Cat. I) y sin restricciones para aeronaves hasta letra de clave D que son la que componen el 99% de la operación actual y previsible flota usuaria.

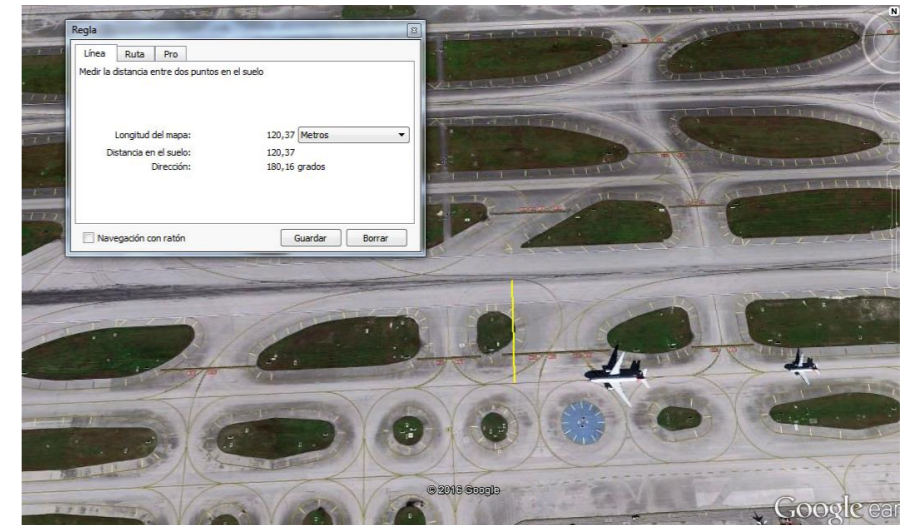
Es importante destacar que acorde a esta distancia los aeropuertos de los Estados Unidos, de los que no se pone en duda su configuración y aplicación de los más estrictos niveles de seguridad operacional, se disponen con esta distancia de pista a rodadura paralela. Sirvan como ejemplo estas dos imágenes de los aeropuertos de Los Ángeles y de Miami, cuyo volumen de operación supera en mucho la mejor de las expectativas para Cartagena de Indias.

**Ilustración 5 Imagen del aeropuerto de Los Ángeles. Separación estimada de calle de rodaje-pista 400 pies (122 metros)**



Fuente: Elaboración propia. Google Earth

**Ilustración 6 Imagen del aeropuerto de Miami. Separación estimada de calle de rodaje-pista 400 pies (122 metros)**



Fuente: Elaboración propia. Google Earth



## 5. PROPUESTA DE DISEÑO

### 5.1. Propuesta de Diseño Plan Maestro Vigente

Se incluye a continuación una imagen superpuesta a la ortofoto satelital en la que se observa la configuración del campo de vuelos propuesta por el Plan Maestro vigente consistente en una calle de rodaje a 182,5m que conecta con la pista a través de un tramo a 30°.

Ilustración 7 Propuesta de Diseño Plan Maestro Vigente



Fuente: Elaboración propia.

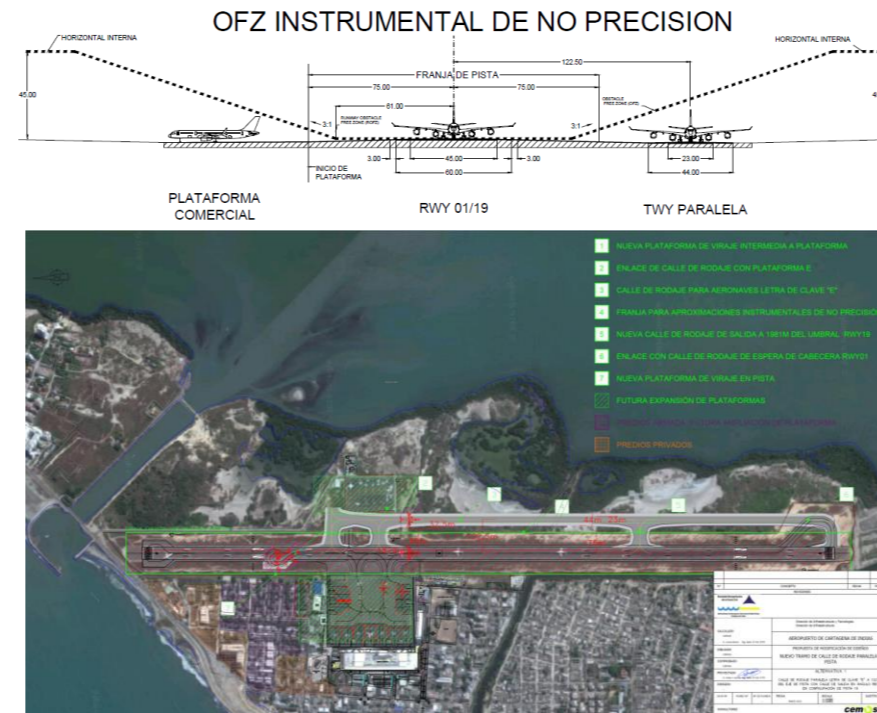
La figura anterior muestra la propuesta a discutir, su principal ventaja, como se verá es la independencia del tramo de calle de rodaje del chorro producido por los motores de la plataforma de aviación general.

El principal inconveniente, la necesidad de una gran cantidad de terrenos y con ello una mayor afección predial y medioambiental a la zona de manglares de la Ciénaga de la Virgen.

### 5.2. Propuesta de Diseño 1

En la figura siguiente se observa una imagen de la propuesta de calle de rodaje con una separación de 122,5m entre ejes que permite el uso por aeronaves letra de clave E para la configuración instrumental actual de pista y para opciones de reconfiguración hasta aproximaciones de precisión de Cat. I con visibilidad hasta 800m.

Ilustración 8 Propuesta de Diseño 1: Calle de rodaje paralela (122,5) y protección de la Zona Libre de Obstáculos (OFZ).



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, la alternativa contempla la creación de una calle de salida a 1.829m del umbral de pista 19 para el 71% de todas las aeronaves usuarias (92% letra de clave "C") y para el 48% de las aeronaves letra de clave "C" en condiciones de pista húmeda.

La propuesta contempla la creación de una barrera de protección antichorro que proteja la plataforma E de los efectos del chorro en rodaje por la nueva calle. Esto limita la configuración de salidas disponibles de la misma plataforma y habrá de ser tenido en cuenta para decisión.

Tabla 6.- Porcentajes acumulados de utilización de calle de salida propuesta. Diseño 1

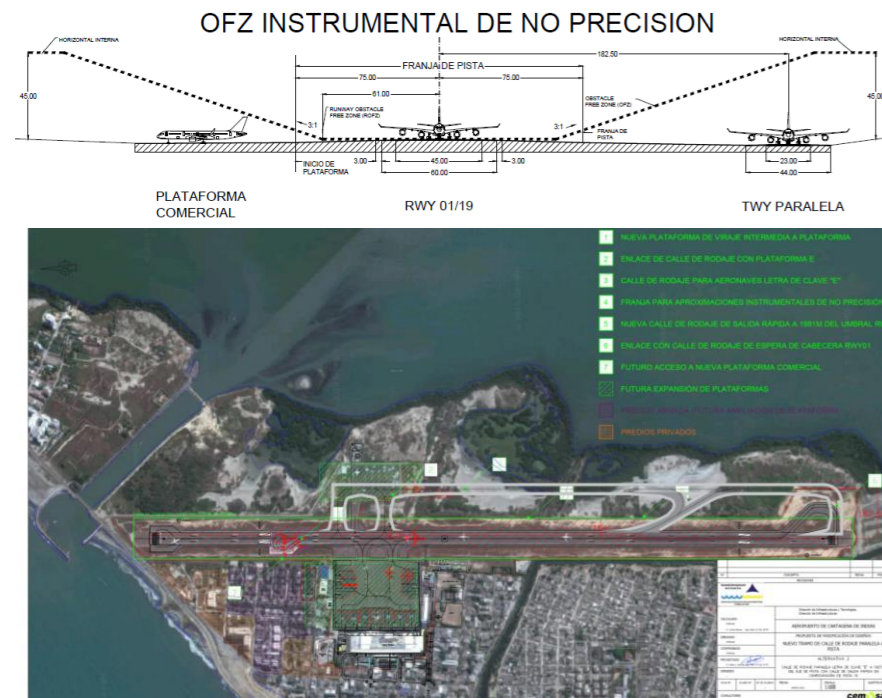
DISTANCE THRESHOLD TO EXIT	WET RUNWAYS				DRY RUNWAYS							
	RIGHT & ACUTE ANGLED EXITS				RIGHT ANGLED EXITS				ACUTE ANGLED EXITS			
	S	T	L	H	S	T	L	H	S	T	L	H
0 ft (0 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500 ft (152 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1000 ft (305 m)	4	0	0	0	6	0	0	0	15	0	0	0
1500 ft (457 m)	23	0	0	0	39	0	0	0	53	0	0	0
2000 ft (610 m)	60	0	0	0	84	1	0	0	90	1	0	0
2500 ft (762 m)	84	1	0	0	99	10	0	0	99	10	0	0
3000 ft (914 m)	96	10	0	0	100	39	0	0	100	40	0	0
3500 ft (1067 m)	99	41	0	0	100	81	2	0	100	82	9	0
4000 ft (1219 m)	100	80	1	0	100	98	8	0	100	98	26	3
4500 ft (1372 m)	100	97	4	0	100	100	24	2	100	100	51	19
5000 ft (1524 m)	100	100	12	0	100	100	49	9	100	100	76	55
5500 ft (1676 m)	100	100	27	0	100	100	75	24	100	100	92	81
6000 ft (1829 m)	100	100	48	10	100	100	92	71	100	100	98	95
6500 ft (1981 m)	100	100	71	35	100	100	98	90	100	100	100	99
7000 ft (2134 m)	100	100	88	64	100	100	100	98	100	100	100	100
7500 ft (2286 m)	100	100	97	84	100	100	100	100	100	100	100	100
8000 ft (2438 m)	100	100	100	93	100	100	100	100	100	100	100	100
8500 ft (2591 m)	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100
9000 ft (2743 m)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Notes:  
 S - Small, single engine 12,500 lbs (5670 kg) or less  
 T - Small, twin engine 12,500 lbs (5670 kg) or less  
 L - Large 12,500 lbs (5670 kg) to 300,000 lbs (136080 kg)  
 H - Heavy 300,000 lbs

### 5.3. Propuesta de Diseño 2

La alternativa a la propuesta de diseño anterior contempla una separación de 182,5m respecto al eje de pista según recomienda de forma genérica OACI para código de referencia de aeródromo 4, elimina la opción de una calle de conexión diagonal de enlace y plantea su intersección con la plataforma ECHO según la figura siguiente:

Ilustración 9 Propuesta de Diseño 2: Calle de rodaje paralela a 182,5m del eje de pista con una calle de salida rápida a 1.676m del umbral de pista 19.



Fuente: Elaboración propia.

La calle de salida rápida se diseña para una velocidad de salida de 97km/h y acoge el 81% de toda la flota usuaria (92% letra de clave "C") y el 27% en condiciones de pista húmeda.

Tabla 7.- Porcentajes acumulados de utilización de calle de salida propuesta. Diseño 2

DISTANCE THRESHOLD TO EXIT	WET RUNWAYS				DRY RUNWAYS								
	RIGHT & ACUTE ANGLED EXITS				RIGHT ANGLED EXITS				ACUTE ANGLED EXITS				
	S	T	L	H	S	T	L	H	S	T	L	H	
0 ft (0 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500 ft (152 m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1000 ft (305 m)	4	0	0	0	6	0	0	0	13	0	0	0	0
1500 ft (457 m)	23	0	0	0	39	0	0	0	53	0	0	0	0
2000 ft (610 m)	60	0	0	0	84	1	0	0	90	1	0	0	0
2500 ft (762 m)	84	1	0	0	99	10	0	0	99	10	0	0	0
3000 ft (914 m)	96	10	0	0	100	39	0	0	100	40	0	0	0
3500 ft (1067 m)	99	41	0	0	100	81	2	0	100	82	9	0	0
4000 ft (1219 m)	100	80	1	0	100	98	8	0	100	98	26	3	0
4500 ft (1372 m)	100	97	4	0	100	100	24	2	100	100	51	19	0
5000 ft (1524 m)	100	100	12	0	100	100	49	9	100	100	76	55	0
5500 ft (1676 m)	100	100	27	0	100	100	75	24	100	100	92	81	0
6000 ft (1829 m)	100	100	48	10	100	100	92	71	100	100	98	95	0
6500 ft (1981 m)	100	100	71	35	100	100	98	90	100	100	100	99	0
7000 ft (2134 m)	100	100	88	64	100	100	100	98	100	100	100	100	0
7500 ft (2286 m)	100	100	97	84	100	100	100	100	100	100	100	100	0
8000 ft (2438 m)	100	100	100	93	100	100	100	100	100	100	100	100	0
8500 ft (2591 m)	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	0
9000 ft (2743 m)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0

Notes:  
 S - Small, single engine 12,500 lbs (5670 kg) or less  
 T - Small, twin engine 12,500 lbs (5670 kg) or less  
 L - Large 12,500 lbs (5670 kg) to 300,000 lbs (136080 kg)  
 H - Heavy 300,000 lbs

### 6. ANÁLISIS Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO DE LA PROPUESTA

En función de la decisión de configuración de plataforma cada una de las propuestas podría ser modificada para su optimización completa que en el caso de los tramos de calle de rodaje para cruce de pista que minimizan la ocupación de la misma habría de sopesar la limitación en la afectación por chorro mediante infraestructura de protección.

#### 6.1. Cumplimiento normativo de las propuestas

Todas las propuestas expuestas cumplen según lo desarrollado en capítulos anteriores la norma de mantener fuera las aeronaves de la OFZ definida y futura posible. A su vez, para aquellas categorías de pista de no precisión la OACI establece que la definición de la calle de rodaje habrá de permitir que toda la aeronave en su rodaje normal por la calle quede fuera de la franja definida que en nuestro caso obliga a definir una distancia mínima entre ejes para letra de clave E y número de clave 4 de  $75 + 65/2 = 107,5m$ .

Todas las propuestas formuladas cumplen los requerimientos normativos expuestos.

### 7. CONCLUSIONES

A continuación se detallan las principales ventajas de la propuesta 1, con una distancia entre pista y rodadura reducidas:

La definición propuesta se aleja de la ciénaga de la Virgen eliminando o mitigando las necesidades constructivas y medioambientales existentes en la configuración propuesta en el Plan Maestro vigente.

El entronque con el punto de espera en cabecera 01 continúa de forma natural con la separación propuesta conformando un punto de espera sencillo y natural.

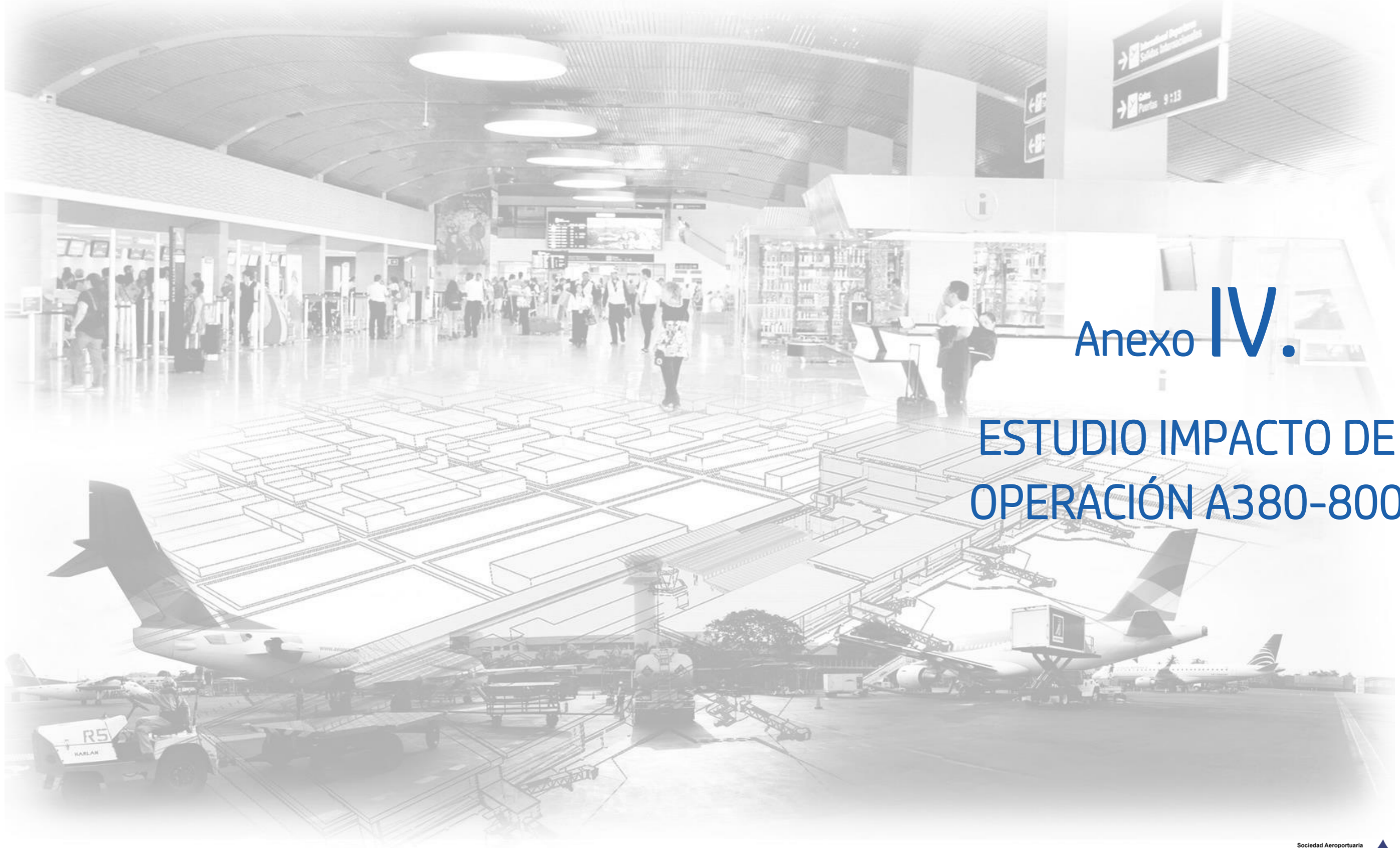
Se permite la continuación de la calle de rodaje respetando los puestos de estacionamiento en plataforma ECHO, pudiendo en un futuro incluso realizar la continuación natural de la calle de rodaje hasta la cabecera opuesta 19.

Se permite un cruce de calle de rodaje a la altura de la puerta B perpendicular que evita puntos críticos o spots dentro del diseño del campo de vuelos y que pueden conducir a incursiones en pista.

Se ahorran tramos de calle de rodaje simplificando su definición y se permite una operación según normativa FAA de futuras aproximaciones de precisión hasta una visibilidad de 800m (CAT. I) y el uso futuro sin restricciones operacionales en hipotéticas reconfiguraciones instrumentales para prácticamente la totalidad de la flota usuaria.

Página intencionadamente en blanco





# Anexo IV.

## ESTUDIO IMPACTO DE OPERACIÓN A380-800



CONTENIDO

**ESTUDIO IMPACTO DE OPERACIÓN A380-800** ..... 3

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

2. NORMATIVIDAD..... 3

3. ESTADO ACTUAL CAMPO DE VUELOS ..... 3

4. ESTADO PROYECTADO CAMPO DE VUELOS HORIZONTE II. .... 3

5. CARÁCTERÍSTICAS A380-800 ..... 4

5.1. Pesos ..... 4

5.2. Dimensiones ..... 4

5.3. Actuaciones en Tierra..... 4

6. ANÁLISIS GEOMETRIA CAMPO DE VUELOS ..... 5

6.1. Configuración geométrica campo de vuelos..... 5

6.2. Longitud de Pista..... 6



# ESTUDIO IMPACTO DE OPERACIÓN

## A380-800

### 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente estudio es realizar un análisis del impacto la posible operación de A380-800 en el Aeropuerto de Cartagena de Indias.

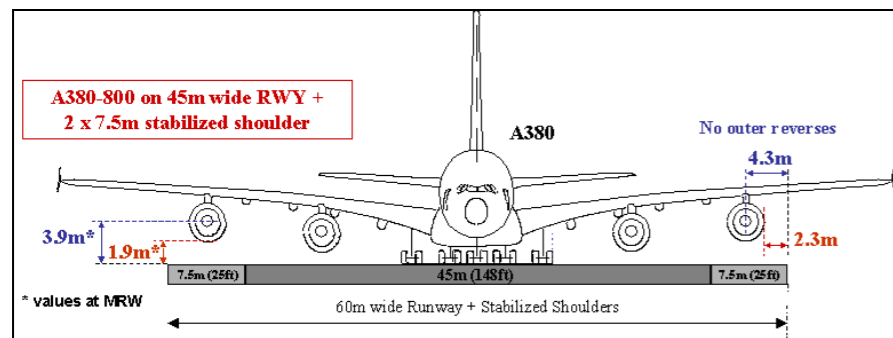
Se realizará un análisis de la geometría del campo de vuelos prevista en el Horizonte II y las necesidades derivadas de la operación del A380 en dicha geometría.

### 2. NORMATIVIDAD

Como requisitos generales, el A380-800 se considera una aeronave de letra clave F según el RAC 14, según lo cual se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Anchura pista 60 metros. No obstante está autorizado que el A380 opere en pistas de 45 metros de ancho.

Ilustración 1 A380-800 en pista de 45 metros de ancho.



Fuente: Airport Planning A380

- Anchura calle de rodaje 25 metros No obstante está autorizado que el A380 opere en calles de rodaje de 23 metros de ancho.
- Distancia entre eje de calle de rodaje de acceso a puesto de estacionamiento y objeto 47.5 metros.
- Según FAA (AC 150-5300-13A) la distancia entre eje de pista y eje de calle de rodaje paralela 500 ft (150,2 metros).

### 3. ESTADO ACTUAL CAMPO DE VUELOS

La pista de vuelo se encuentra al nivel del mar (elevación de los umbrales: 1,85 m (01) y 1,96 m (19), por lo que su pendiente es prácticamente nula).

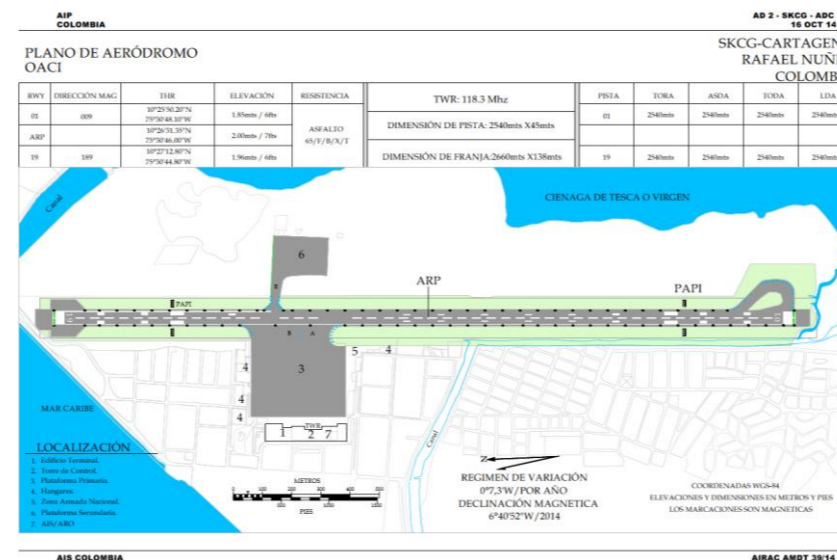
En cuanto a su longitud, la dimensión declarada en AIP Colombia es de 2.540 m, coincidiendo TORA, ASDA, TODA y LDA tanto para la pista 01 como para la 19, con un ancho de 45 m, no disponiendo en la actualidad de áreas de seguridad de extremo de pista (RESA).

En cabecera 19 cuenta con una Plataforma de Viraje en la pista que se extiende a ambos lados de la misma, aunque de forma asimétrica, mientras que la cabecera 01 cuenta con una calle de rodaje (Delta) que funciona como apartadero de espera con su correspondiente punto de espera de la pista, que permite que aeronaves de tamaño hasta D, se mantengan a la espera de entrar en la pista mientras se produce una llegada a la pista 01, agilizando las operaciones en la misma.

La pista de vuelo cuenta con una franja de 138 m de anchura total declarada.

La pista no cuenta con rodadura paralela, estando conectada con la plataforma comercial mediante dos rodaduras perpendiculares (“ALPHA” y “BRAVO”) que apenas cubren el semiancho de la franja de pista. Cuenta además con otra calle de rodaje (“ECHO”) que conecta la pista con la Plataforma Secundaria. Puede asimilarse, a efectos de capacidad, que esta rodadura es también perpendicular a la pista, aunque no forme 90º con ella.

Ilustración 2 Plano Esquemático del Aeropuerto



Fuente: AIP COLOMBIA

### 4. ESTADO PROYECTADO CAMPO DE VUELOS HORIZONTE II.

El A380 podrá operar en el aeropuerto de Cartagena de Indias, una vez, se ejecute la prolongación de la rodadura paralela, prevista en el Horizonte II. Entonces el campo de vuelos contará con una nueva rodadura paralela de 23 metros de ancho, habiendo una distancia entre ejes de pista y calle de rodaje de 122,5 metros. Una serie de rodaduras de salida o acceso a pista, con radios de giro de 45 metros y una plataforma de viraje en pista pasada la calle de acceso a plataforma BRAVO. Además se dispondrá de una nueva configuración en la plataforma de aviación comercial, habiéndose realizado una ampliación hacia el norte en unos 65 metros.

En la actualidad se está llevando a cabo la ejecución de la RESA en la cabecera 01, que puede aumentar la longitud de despegue en 150 metros.

Ilustración 3 Configuración Campo de Vuelo con prolongación rodadura paralela.



Fuente: Elaboración propia



### 5. CARÁCTERÍSTICAS A380-800

Debido a que el presente informe pretende analizar el impacto de la posibilidad de operación del A380-800 en el Aeropuerto de Cartagena de Indias, se da una visión general de las características de dicha aeronave:

#### 5.1. Pesos

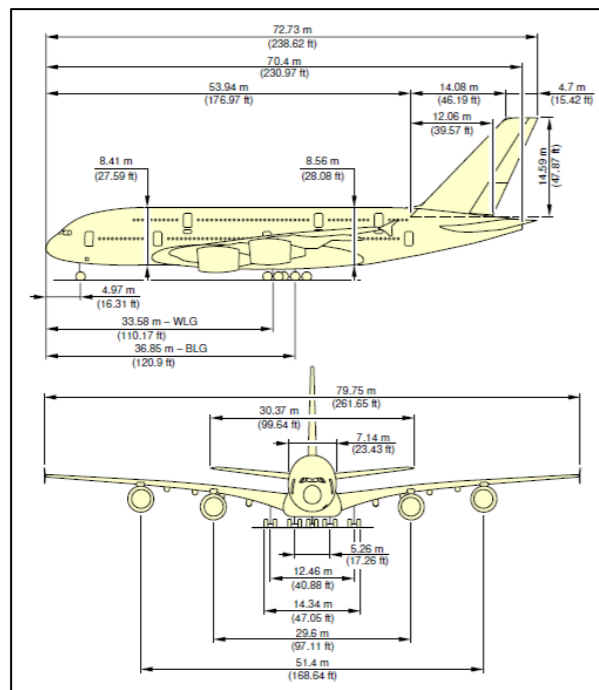
Tabla 1.- Pesos.

PESOS	
PESO MÁXIMO EN RAMPA (MRW)	562.000 kg
PESO MÁXIMO AL DESPEGUE (MTOW)	560.000 kg
PESO MÁXIMO AL ATERRIZAJE (MLW)	386.000 kg
PESO MÁXIMO SIN COMBUSTIBLE (MZFW)	361.000 kg
MÁXIMA CARGA DE PAGO (MPL)	54.983 kg
PESO MÁXIMO COMBUSTIBLE (MFW)	253.983 kg

Fuente: Airport Planning A380

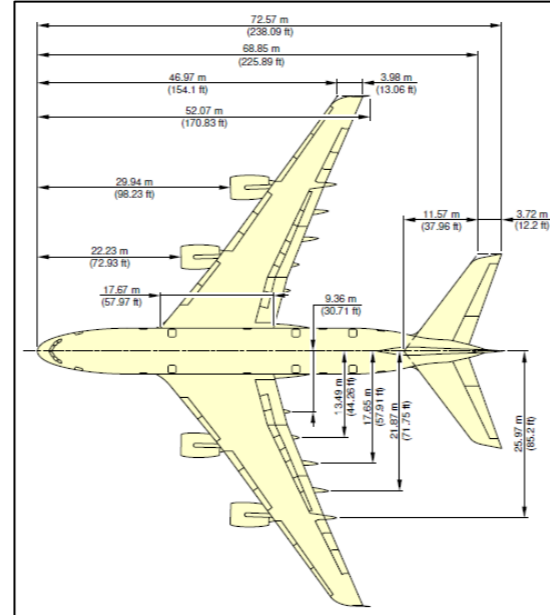
#### 5.2. Dimensiones

Ilustración 4 Alzados



Fuente: Airport Planning A380

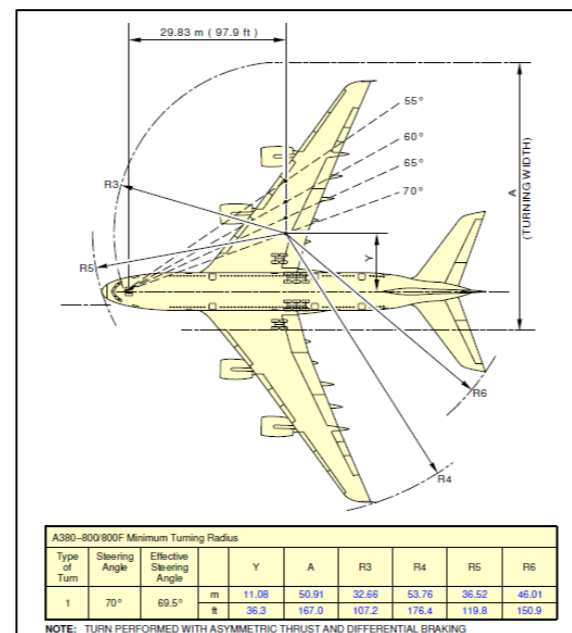
Ilustración 5 Planta



Fuente: Airport Planning A380

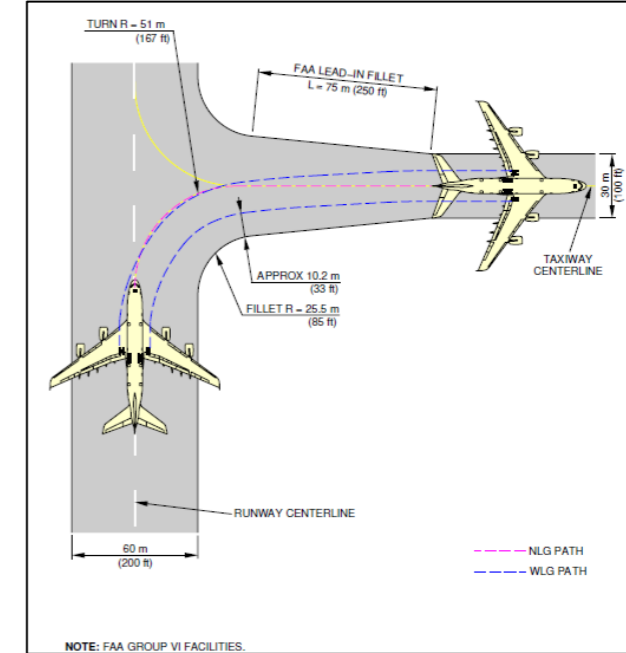
#### 5.3. Actuaciones en Tierra

Ilustración 6 Giro 180°



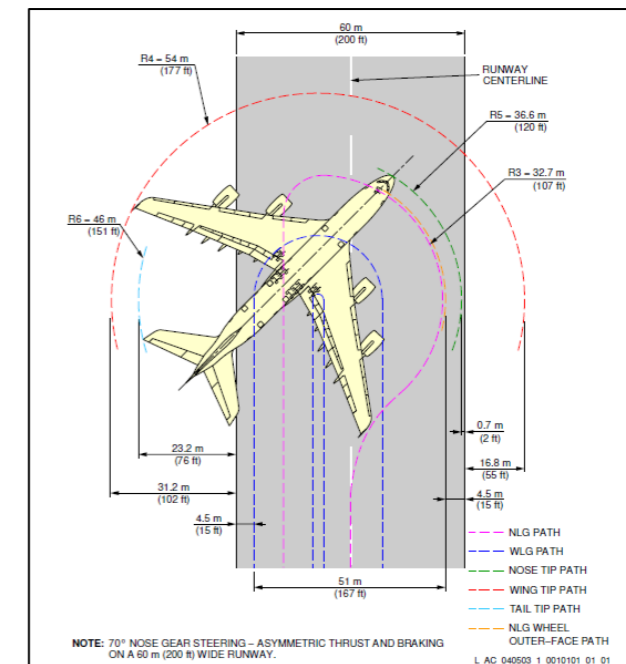
Fuente: Airport Planning A380

Ilustración 7 Giro 90° RWY-TWY



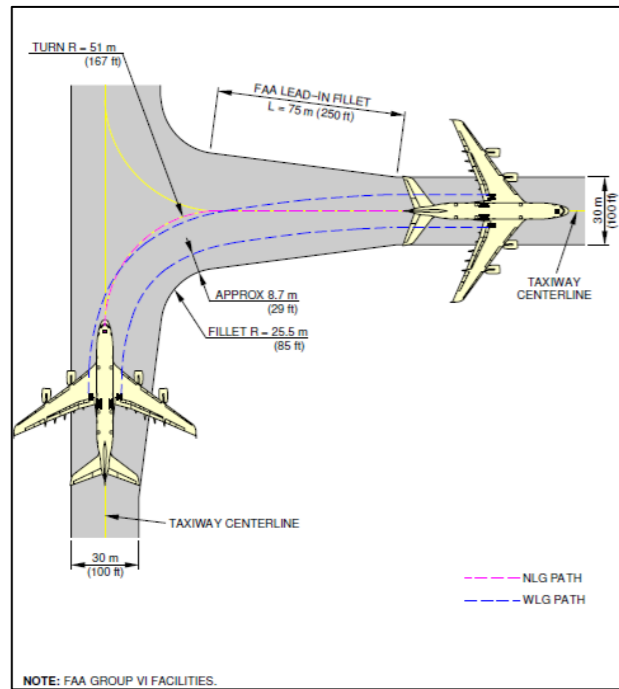
Fuente: Airport Planning A380

Ilustración 8 Giro en pista



Fuente: Airport Planning A380

Ilustración 9 Giro 90° TWY-TWY.



Fuente: Airport Planning A380

## 6. ANÁLISIS GEOMETRIA CAMPO DE VUELOS

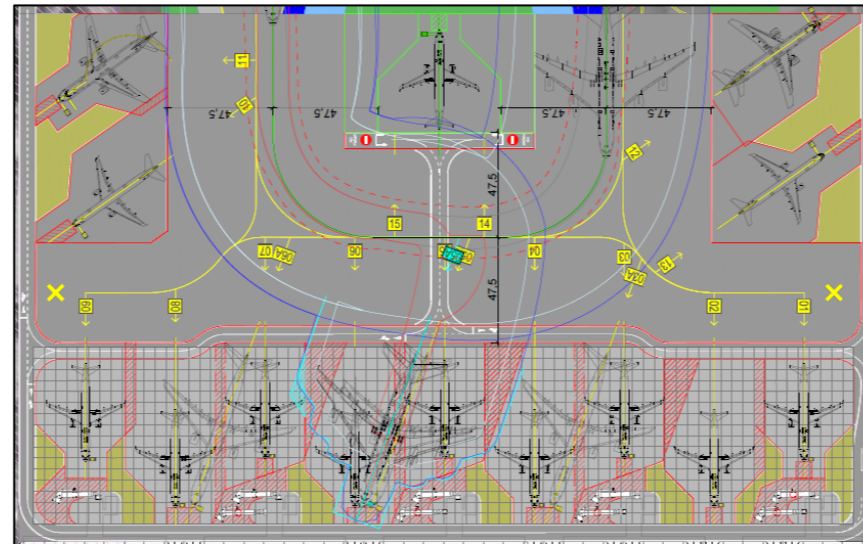
### 6.1. Configuración geométrica campo de vuelos

A continuación se indican las actuaciones necesarias a llevar a cabo, debidas a la operación del A380-800, en el campo de vuelos propuesto.

En la plataforma comercial se deberán crear nuevas calles de rodaje internas que respeten los 47,5 metros a objeto, lo que conllevará la supresión de uno de los puestos de remoto que se situaban entre las calles ALPHA y BRAVO.

Se creará un puesto de estacionamiento en la zona de contacto, el cual inhabilitará el puesto 07.

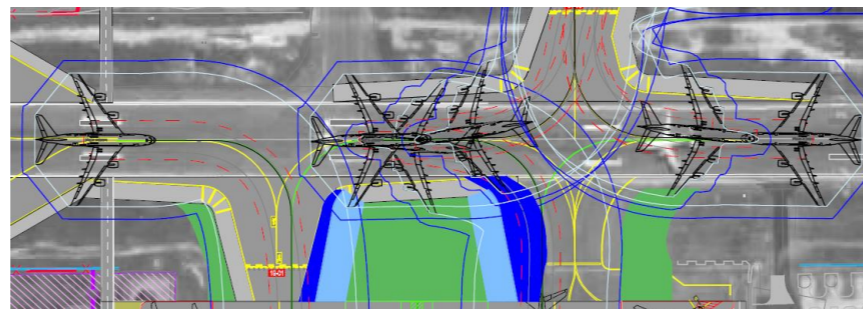
Ilustración 10 Configuración plataforma Comercial



Fuente: Elaboración propia

Se deberán ejecutar sobrecanchos del pavimento en las calles ALPHA y BRAVO. Nuevo pavimento resistente en azul oscuro y nuevo margen en azul claro.

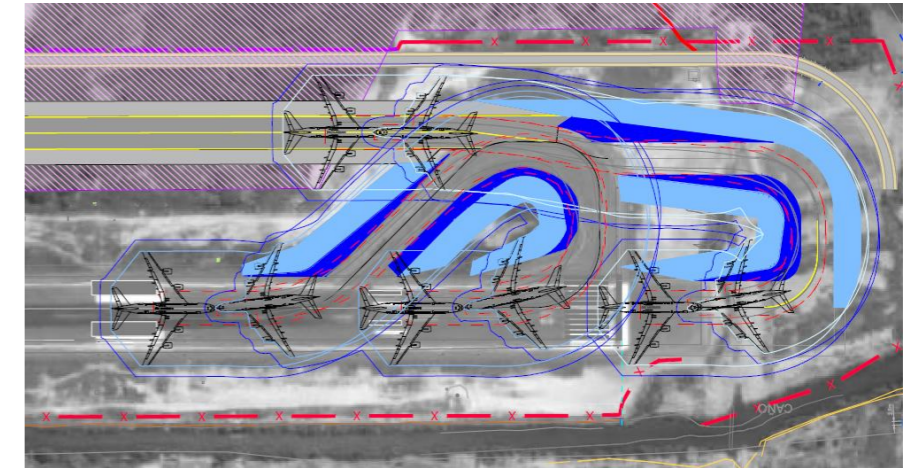
Ilustración 11 Calles ALPHA y BRAVO



Fuente: Elaboración propia

Se deberá ejecutar sobrecanchos del pavimento en la calle de acceso a pista DELTA. Nuevo pavimento resistente en azul oscuro y nuevo margen en azul claro.

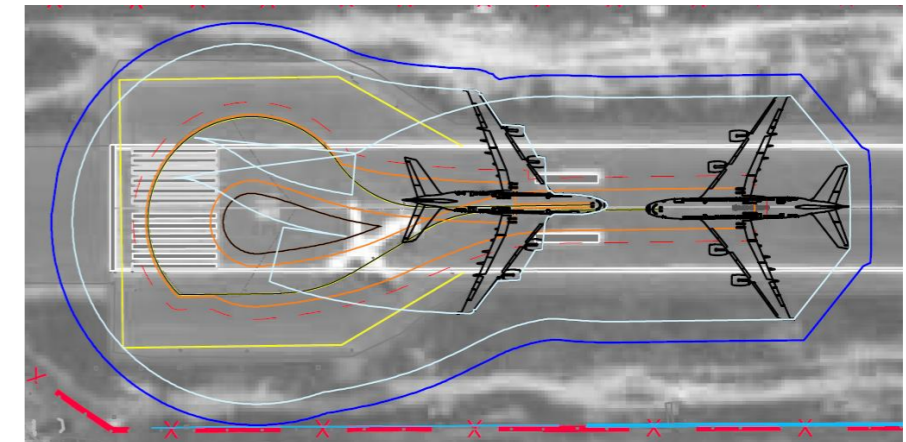
Ilustración 12 Sobre ancho del pavimento en calle DELTA



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de la plataforma de viraje en pista de la cabecera 19 serían válidas.

Ilustración 13 Plataforma de viraje en pista en cabecera 19

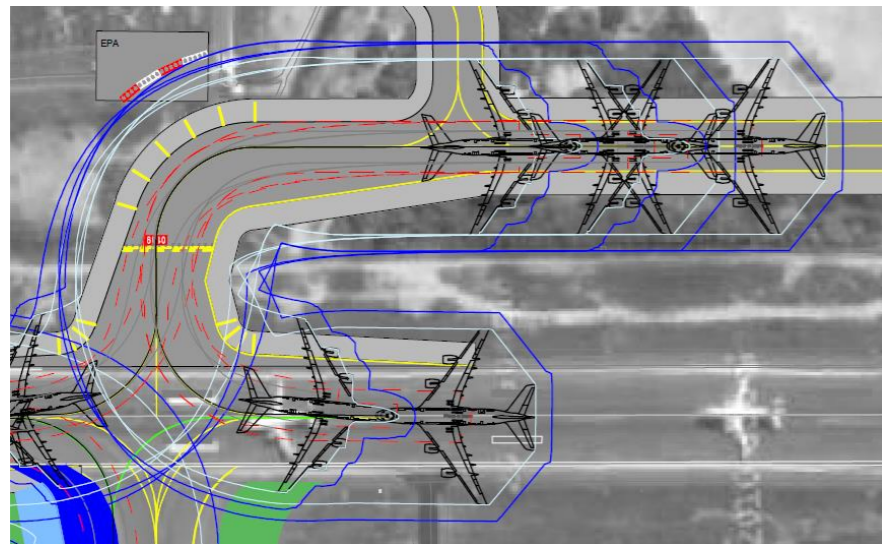


Fuente: Elaboración propia



Las dimensiones de la calle de acceso a la calle de rodaje paralela serían válidas.

Ilustración 14 Calle de acceso a rodadura paralela



Fuente: Elaboración propia

## 6.2. Longitud de Pista

### Longitud de pista en despegues

En este apartado se va a analizar la longitud efectiva de pista necesaria para el despegue y aterrizaje del A380-800 en el Aeropuerto de Cartagena de Indias.

Lo primero a indicar es que la aeronave A380-800, puede estar equipado con dos modelos de motores distintos:

- El A380-841 equipado con el modelo Rolls-Royce Trent 970
- El A380-861 equipado con el modelo engine Alliance GP 7270

Se analizará las actuaciones de ambos modelos.

Como se ha indicado anteriormente la longitud de pista declarada es de 2.540 y de condiciones de partida:

- Elevación: 2m
- Temperatura de referencia: 32 °C
- Pendiente pista: 0%

Por lo tanto la longitud de pista final compensada es de 2.170 metros.

Para el A380-800 y según la gráfica del Airport planning, la longitud de despegue necesaria para aeronave con MTOW es (línea roja):

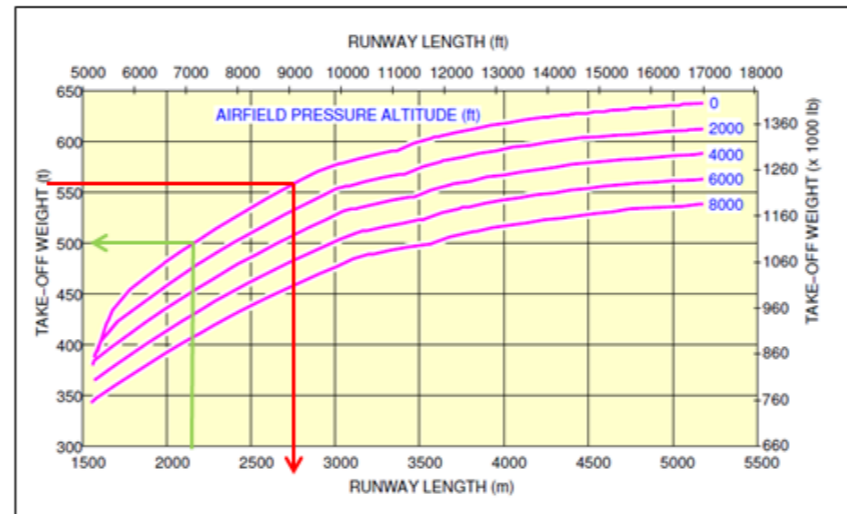
- El A380-841 equipado con el modelo Rolls-Royce Trent 970: 2.750 metros

- El A380-861 equipado con el modelo engine Alliance GP 7270: 2.800 metros  
Longitudes de pista mucho mayores a la disponible compensada a condiciones ISO.

Por lo tanto el máximo peso que se admite al despegue considerando una longitud de pista compensada de 2.170 es (línea verde):

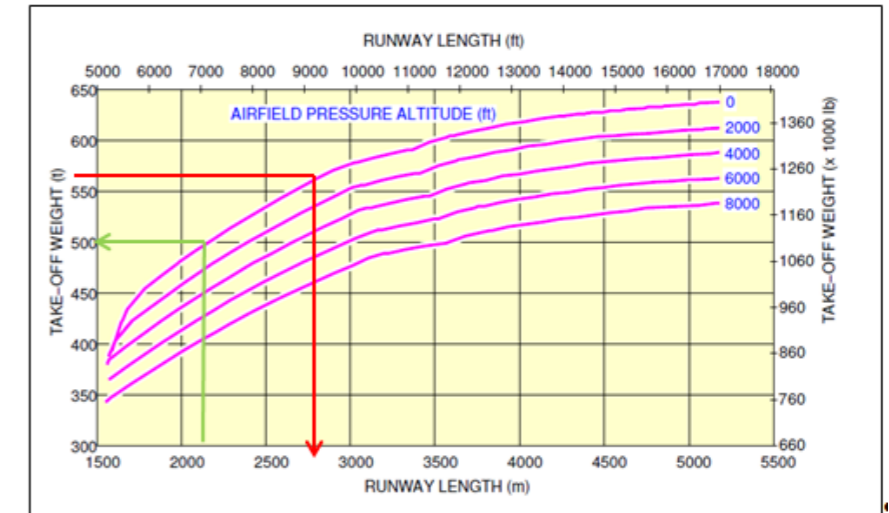
- El A380-841 equipado con el modelo Rolls-Royce Trent 970: 500.000 kg
- El A380-861 equipado con el modelo engine Alliance GP 7270: 500.000 kg

Gráfico 1 Limitación peso en despegue condiciones ISO – TRENT 900 Engines.



Fuente: Airport Planning A380

Gráfico 2 Limitación peso en despegue condiciones ISO – GP 7200 Engines.



Fuente: Airport Planning A380

De estos resultados se puede extraer que el **MTOW al despegue** de una A380-800 desde el aeropuerto de Cartagena de Indias sería de **500.000 kg**.

Teniendo en cuenta dicho condicionante y la distribución de pesos del A380-800 indicada anteriormente, el límite de MTOW penalizaría la carga de combustible o la carga de pago, debiendo reducirse entre ambas 60.000 kg

### Longitud de pista en aterrizajes

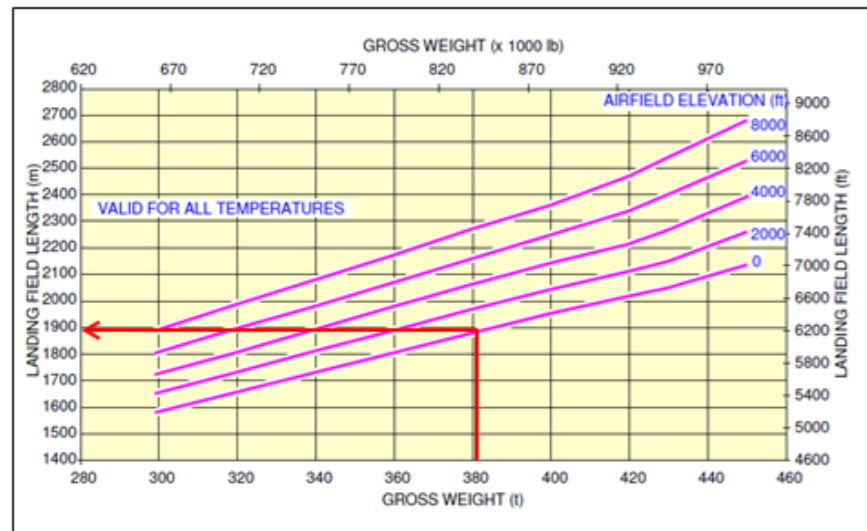
Para el A380-800 y según la gráfica del Airport planning, la longitud de aterrizaje necesaria para aeronave con MLW es (línea roja):

- 1.890 metros con pista seca en condiciones ISO

Por lo tanto la longitud de pista compensada de 2.170 para aterrizaje es válida, y en definitiva la pista actual garantiza la operación.



Gráfico 3 Limitación peso en aterrizaje en condiciones ISO. Fuente: Airport Planning A380



Fuente: Airport Planning A380

### Alcance

Se incluyen a continuación el rango de alcances en función de la penalización en la carga de pago

Tabla 2.- Rangos de alcance

Penalización	PL	R
Toda la penalización se la lleva el combustible	100 % PL	8.700 Km
Penalización 30.000 kg Payload y 30.000 kg combustible	65% PL	11.000 Km
Penalización 42.500 kg Payload y 17.500 kg combustible	50%PL	11.700 Km

Fuente: Airport Planning A380

### Comparativa con otros 3 Aeropuerto colombianos

A continuación se realiza un análisis de las operaciones de despegue y aterrizaje del A380-800 en los otros 3 aeropuertos Colombianos con más tráfico, Bogotá, Cali y Medellín. Los cuales cuentan con las siguientes longitudes de pista:

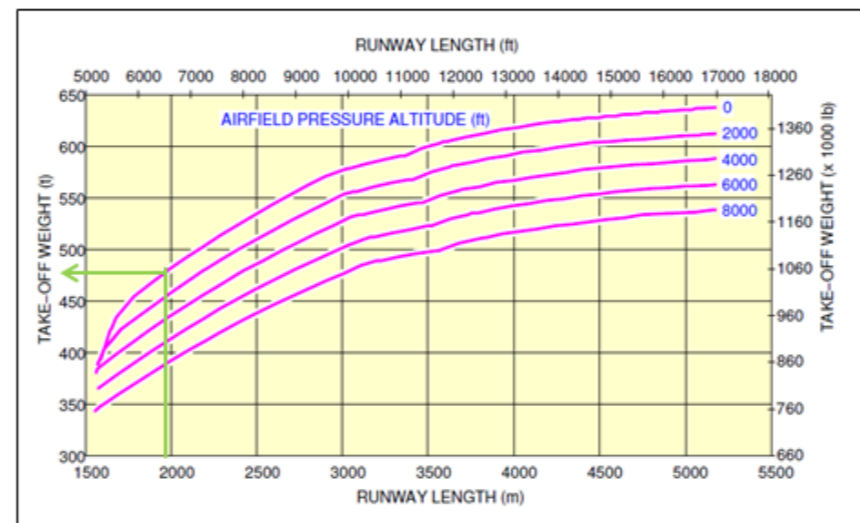
Tabla 3.- Longitudes de pista Aeropuertos Colombianos

AEROPUERTO	TORA	PISTA COMPENSADA	MTOW
BOGOTÁ	3.800	1.961	480.000 kg
MEDELLIN	2.200	1.330	NO PUEDE OPERAR
CALI	3.000	1.970	480.000 kg

Fuente: Elaboración propia

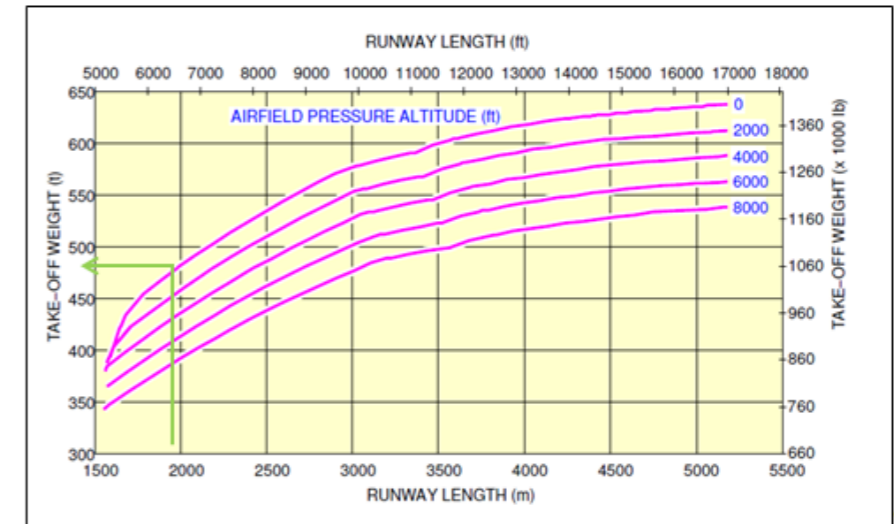
Como conclusión se puede decir que Cartagena de indias sería el Aeropuerto que menos penalizaría el alcance y la carga de pago, ya que es el que mayor MTOW permite para el despegue.

Gráfico 4 Comparativa limitación peso en despegue condiciones ISO en los aeropuertos de CALI y BOGOTÁ – TRENT 900 Engines



Fuente: Airport Planning A380

Gráfico 5 Comparativa limitación peso en despegue condiciones ISO en los aeropuertos de CALI y BOGOTÁ – GP 7200 engines.



Fuente: Airport Planning A380

## 7. SUPERFICIES EN EDIFICIO TERMINAL

La operativa del A380-800 no solo influye en la geometría del campo de vuelos, sino también en la configuración y tamaño del edificio Terminal y sus diferentes dependencias. Dicha aeronave puede llegar a transportar 840 pasajeros en clase turista, aunque para éste estudio se ha considerado la siguiente distribución:

- Pasajeros en primera clase: 22
- Pasajeros en preferente: 96
- Pasajeros en turista: 437

Los cálculos de dimensionamiento se han realizado tomando como referencia:

- Valores Hora Punta, se ha tomado como valor la capacidad estándar del A380: 555 pax así como que los pasajeros hora punta de diseño se produce con la operación única del A380-800
- Escenario tomado:
- Vuelo Internacional
- PHPDsal=PHPDileg=555
- Tiempos de Proceso y resto de parámetros necesarios para el dimensionamiento observados en la operación actual de Aeropuerto y en valores recomendados por IATA
- Nivel de Servicio C (Level Of Service C-LOS C), ADRM IATA Edición nº 10.

Las necesidades y espacios requeridos se encuentran reflejados en las tablas de a continuación:

Tabla 4.- Resumen de Necesidades por Superficie por Dependencia (IATA ADRM 10)

DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero	
	A380 555 Pax	
SUPERFICIES PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Hall de salidas (público) INT	883
	Check-in (colas) INT	423
	TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING INT	2.502
	Seguridad (equipos + colas) INT	167
	Emigración INT (Pasaportes Salidas)	150
	Salas de embarque INT	828
	Inmigración (equipos + colas) INT	136
	Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.398
	Aduana	132
	Hall de llegadas (público) INT	301

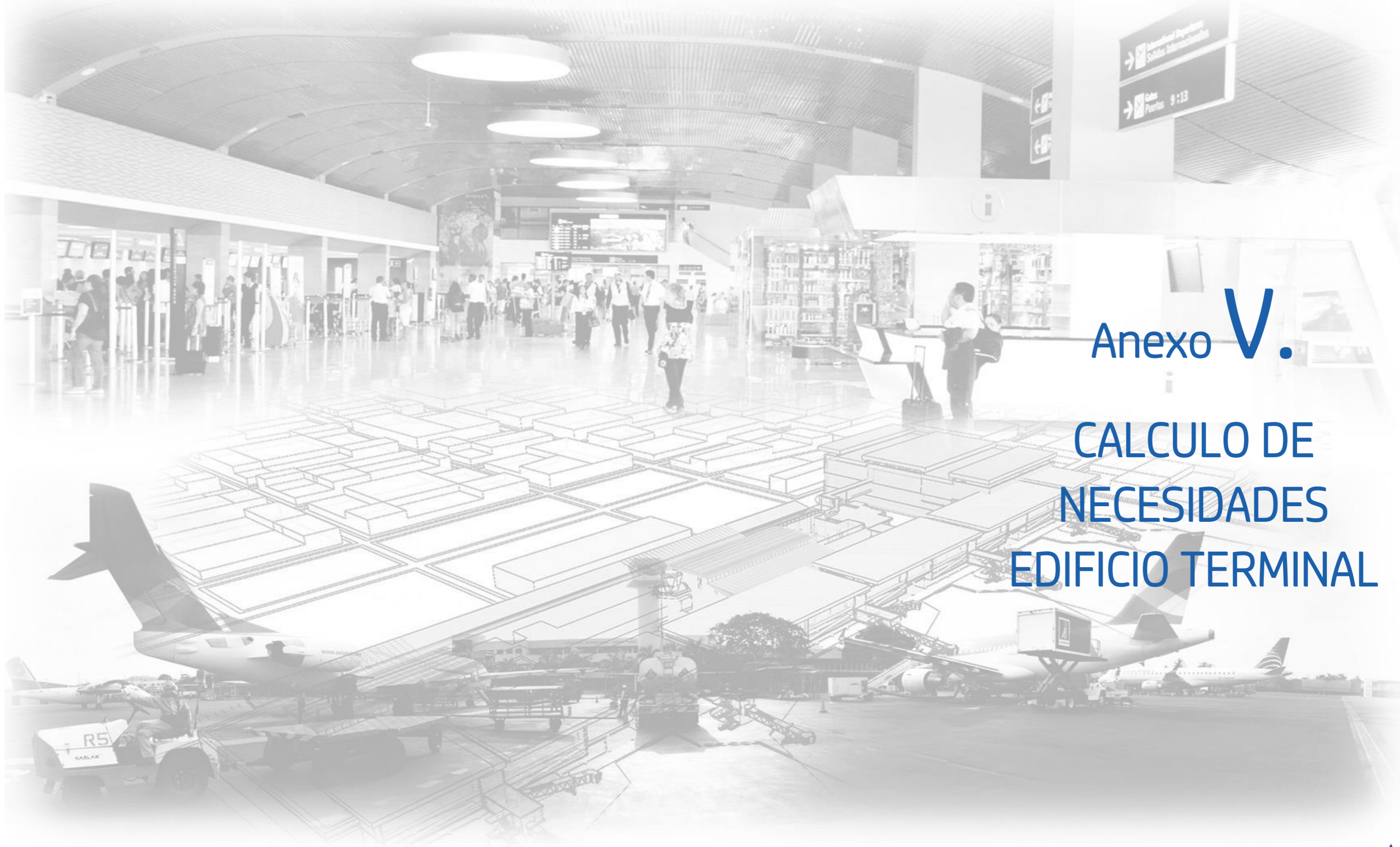
Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10

Tabla 5.- Resumen de Necesidades de Elementos de Proceso (IATA-ADRM-10.)

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipamientos	
	A380 555 Pax	
EQUIPAMIENTO PARA EL PROCESADO DE PASAJEROS	Mostradores de Check-in INT	22
	Posiciones emigración (salidas)	7
	Filtros seguridad INT	2
	Posiciones inmigración (llegadas)	13
	Hipódromos recogida de equipajes INT	2
	Aduanas Unidades Convencionales	2
	Aduanas Unidades Convencionales RX	4

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10

Según estas superficies, el desarrollo propuesto del Edificio Terminal, cubriría con las necesidades que requiere la operación del A380-800. Debiendo preverse la apertura de todos los mostradores y filtros para así poder realizar, con las instalaciones previstas, los procesos de salida y llegada que conlleva la operación. En cuanto a la sala de embarque y debido a la peculiaridad de operación de dicha aeronave, sería interesante el crear una sala de embarque individualizada, por ejemplo en una entreplanta (mezzanine), de tal forma que facilite el proceso y tiempo de embarque.



# Anexo V.

## CALCULO DE NECESIDADES EDIFICIO TERMINAL



## CONTENIDO

<b>CÁLCULOS NECESIDADES EDIFICIO TERMINAL.....</b>	<b>3</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. PREVISIONES DE TRÁFICO Y VALORES HORA PUNTA CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE NECESIDADES.....	3
3. DIMENSIONAMIENTO: DETERMINACIÓN DE NECESIDADES .....	5
3.1. Horizonte 0: 5,1 MPax/Año.....	5
3.2. Horizonte I: 7,5 MPax/Año .....	8
3.3. Horizonte II: 8,5 MPax/Año .....	11
3.4. Horizonte III: 9,5 MPax/Año .....	14
3.5. Horizonte IV: 11,5 MPax/Año .....	17
4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO. IATA ADRM EDICIÓN 10.....	20
4.1. Área de Facturación .....	20
4.2. Control de emigración (Pasaportes). Pasajeros Salidas.....	20
4.3. Control de Seguridad. Pasajeros Salidas .....	20
4.4. Salas de Embarque.....	21
4.5. Control de Pasaportes (Inmigración). Pasajeros Llegadas ...	21
4.6. Recogida de equipajes .....	21
4.7. Proceso de Aduanas .....	21
4.8. Hall de Llegadas. ....	22
4.9. Hall de Salidas.....	22
4.10. Niveles de servicio de referencia en Edificios Terminales de Aeropuertos.....	22
5. CÁLCULO DE NECESIDADES: PUERTAS DE EMBARQUE .....	23

# CÁLCULOS NECESIDADES EDIFICIO TERMINAL

## 1. INTRODUCCIÓN

Este Anejo contempla y determina las necesidades de espacio y elementos de proceso que el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. Cartagena de Indias (Colombia) presenta para los siguientes escenarios considerados:

- Horizonte 0: 5,1 MPax/año aprox.
- Horizonte I: 7,5 MPax/año.
- Horizonte II: 8,5 MPax/año
- Horizonte III: 9,5 MPax/año.
- Horizonte IV: 11,5 MPax/año.

Los resultados de detalle se han realizado con la metodología, indicaciones y recomendaciones dispuestas en el "Airport Development Reference Manual (ADRM), 10ª Edición, de la IATA" y reflejadas en este documento. El dimensionamiento se ha realizado tanto para la demanda de Tráfico Doméstico como Internacional para las siguientes dependencias y/o elementos de proceso:

- Tráfico Doméstico:

Hall de Salidas.

Facturación.

Control de Seguridad Salidas.

Salas de Embarque.

Sala de Recogida de Equipajes.

Hall de Llegadas.

- Tráfico Internacional

Hall de Salidas.

Facturación.

Control de Emigración (Pasaportes) Salidas.

Control de Seguridad Salidas.

Salas de Embarque.

Control de Inmigración (Pasaportes) Llegadas.

Sala de Recogida de Equipajes.

Control de Aduanas.

Hall de Llegadas.

## 2. PREVISIONES DE TRÁFICO Y VALORES HORA PUNTA CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE NECESIDADES

Se incluye a continuación un resumen de los valores hora punta para cada uno de los Escenarios considerados:

Tabla 1.- Horizontes- Valores Hora Pico de Diseño

VALOR	PREVISIONES DE TRÁFICO / VALORES HORA PICO DE DISEÑO				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Pax. Totales	5.111.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax. Nacionales	4.428.646	6.479.621	7.277.949	7.950.489	7.970.511
Pax. Internacionales	690.489	1.020.379	1.222.051	1.549.511	3.529.489
PHPD Totales	1.741	2.428	2.707	2.984	3.603
PHPD Totales Salidas	1.044	1.457	1.625	1.790	2.162
PHPD Totales Llegadas	1.020	1.229	1.358	1.464	2.111
PHPD Nacionales Salidas	956	1.332	1.473	1.585	1.586
PHPD Nacionales Llegadas	934	1.124	1.231	1.297	1.549
PHPD Nacionales Totales	1.575	2.047	2.253	2.402	2.613
PHPD Internacionales Salidas	453	556	610	691	1.059
PHPD Internacionales Llegadas	442	542	595	674	1.032
PHPD Internacionales Totales	746	915	1.005	1.138	1.743
AHD Totales Salidas	19	24	26	29	33
AHD Totales Llegadas	11	14	16	17	20
AHD Nacionales Salidas	10	13	14	15	18
AHD Nacionales Llegadas	17	22	25	26	29
AHD Nacionales Salidas	10	13	15	15	18
AHD Nacionales Llegadas	10	14	15	16	16
AHD Internacionales Salidas	5	6	7	8	11
AHD Internacionales Llegadas	3	4	4	5	7
AHD Internacionales Salidas	3	3	3	4	7

Fuente: Elaboración propia

## CÁLCULO DE NECESIDADES: RESUMEN DE RESULTADOS

Los cálculos de dimensionamiento se han realizado tomando como referencia:

Valores Hora Punta reflejados en apartado anterior para cada uno de los Horizontes (Tabla 1).

Tiempos de Proceso y resto de parámetros necesarios para el dimensionamiento observados en la operación actual de Aeropuerto y en valores recomendados por IATA y reflejados en la Tabla 2.

Nivel de Servicio C (Level Of Service C-LOS C), ADRM IATA Edición nº 10 (Tabla 3)

Tabla 2.- Parámetros de Diseño

PARAMETROS DE DISEÑO					
DEPENDENCIA/ELEMENTO	UNIDAD	VALOR		FUENTE	
		INTERNAC.	NACIONAL		
<b>I HALL DE SALIDAS</b>					
I.1	Nº de Acompañantes por pasajero (AC)	AC/Pax	0,66	0,66	Encuesta Local
I.2	Tiempo de permanencia Pasajero	minutos	25	20	Encuesta Local
I.3	Tiempo de permanencia Acompañante	minutos	25	20	Encuesta Local
I.4	Factor pico en 30 minutos (en % PHP)	%	66	66	PARA TODOS LOS PROCESOS
<b>II MOSTRADORES DE FACTURACIÓN</b>					
II.1	Capacidad de proceso	Pax/hr	20	20	
II.2	Tiempo medio de Proceso:				
II.3	Primera Clase y Bussines	seg	150	150	Encuesta Local
II.4	Clase Económica	seg	210	150	Encuesta Local
II.5	Máximo tiempo en Cola (Clase Económica)	minutos	10	10	IATA
II.6	Máximo tiempo en Cola (Clase Bussines)	minutos	5	5	IATA
II.7	Máximo tiempo en Cola (Clase Bussines)	minutos	3	5	IATA
II.8	Porcentaje Facturación First-Class	%	5	5	
II.9	Porcentaje Facturación Bussines Class	%	10	10	
II.10	Porcentaje Facturación Tradicional	%	80	70	
II.11	% OOG	%	5	5	
<b>III CONTROL DE PASAPORTES (EMIGRACIÓN)</b>					
III.1	Capacidad de proceso/puesto	Pax/hr	80		
III.2	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	72		
III.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10		IATA
<b>IV CONTROL DE SEGURIDAD</b>					
IV.1	Capacidad de proceso Máquinas de Rayos X	Pax/hr	150	150	
IV.2	Tiempo medio de Proceso	seg	20	20	
IV.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10	10	IATA
<b>V SALAS DE EMBARQUE</b>					
V.1	Porcentaje de pasajeros sentados	%	50-70	50-70	IATA
V.2	Superficie por pasajero sentado	m2	1,5-1,7	1,5-1,7	IATA
V.3	Superficie por pasajero de pie	m2	10	10	IATA
<b>VI CONTROL DE PASAPORTES (INMIGRACIÓN)</b>					
VI.1	Capacidad de proceso/puesto	Pax/hr	80		
VI.2	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	80		
VI.3	Máximo tiempo en Cola	minutos	10		IATA
<b>VII HALL DE RECOGIDA DE EQUIPAJES</b>					
VII.1	Número de pasajeros Wide Body	Pax	280	280	
VII.2	Número de pasajeros Wide Body	Pax	180	180	
VII.3	Tiempo de ocupación hipodromo WB	minutos	45	45	IATA
VII.4	Tiempo de ocupación hipodromo NB	minutos	20	20	IATA
VII.5	Proporción de pasajeros que llegan en WB	%	30/50	0	
VII.6	Proporción de pasajeros que llegan en NB	%	70/50	100	
VII.7	Proporción de pasajeros con equipaje	%	90	90	
VII.8	Porcentaje de recirculación	%	50	50	
<b>VIII CONTROL DE ADUANAS</b>					
VIII.1	Capacidad de proceso Máquinas de Rayos X	Pax/hr	300		
VIII.2	Tiempo medio de Proceso por unidad primaria	seg	10		
VIII.3	Tiempo medio de Proceso por posición	seg	20		
VIII.4	Máximo tiempo en Cola. Unidad primaria	minutos	5		IATA
VIII.5	Máximo tiempo en Cola. Unidad primaria	minutos	3		IATA
<b>IX HALL DE LLEGADAS</b>					
IX.1	Nº de Acompañantes por pasajero (AC)	AC/Pax	1	1	Encuesta Local
IX.2	Tiempo de permanencia Pasajero	minutos	5	5	
IX.3	Tiempo de permanencia Acompañante	minutos	20	20	
IX.4	Porcentaje de Acom. Sentados	%	20	20	IATA

Fuente: IATA. Aeropuerto Rafael Núñez



Tabla 3.- Guía de Niveles de Servicio para Edificios Terminales de pasajeros, IATA ADRM V10.

Passenger Terminal Processor ADRM 9th Edition ADRM 10th Edition	SPACE STANDARDS FOR WAITING AREAS (m <sup>2</sup> /pax)					WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)					WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)					PROPORTION OF SEATED OCCUPANTS (%)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Public Departure Hall	>2,3	2,3	<2,3																	
Check-in																				
Self-Service Boarding Pass / Tagging	>1,8	1,3-1,8	<1,3	0	0-2	>2	0	0-2	>2											
Bag Drop Desk (queue width 1,4 - 1,6 m)	>1,8	1,3-1,8	<1,3	0	0-5	>5	0	0-3	>3											
Check-in Desk (queue width 1,4 - 1,6 m)	>1,8	1,3-1,8	<1,3	<10	10-20	>20	Business Class Check-in Desk			First Class Check-in Desk			Fast Track							
							0	0-3	>3	0	0-3	>3	0	0-3	>3					
Security Checkpoint (queue width: 1,2 m)	>1,2	1,0-1,2	<1	<5	5-10	>10	0	0-3	>3	Fast Track										
Emigration (Passport Control) (queue width: 1,2 m)	>1,2	1,0-1,2	<1	<5	5-10	>10	0	0-3	>3	Fast Track										
Boarding Gate Lounge	Seating	>1,7	1,5-1,7	<1,5																
					Standing	>1,2	1,0-1,2	<1				>70%	50%-70% <sup>1)</sup>	<50%						
Immigration (Passport Control) (queue width: 1,2 m)	>1,2	1,0-1,2	<1	<10	10	>10	<5	5	>5	Fast Track										
Transfers				<5	5	>5	0	0-3	>3											
				First passenger to first bag				First passenger to first bag												
Baggage Claim Area	Narrow Body	>1,7	1,5-1,7	<1,5	<0	0-15	>15	0	0-15	>15										
	Wide Body	>1,7	1,5-1,7	<1,5	<0	0-25	>25													
Public Arrival Hall	>1,7	1,2-1,7	<1,2				n.b. Priority bags to be delivered before Economy			>20%	15%-20% <sup>1)</sup>	<15%								
CIP Lounges																				

Fuente: IATA ADRM V10.

La Metodología seguida se encuentra reflejada en apartados sucesivos del presente documento, y los resultados obtenidos se encuentran reflejados en los apartados siguientes y resumidos en la Tablas 4 y 5 incluidas a continuación:

Tabla 4.- Resumen de Necesidades, por Horizonte, de Superficie por Dependencia (IATA ADRM 10)

DEPENDENCIA O ESPACIO PÚBLICO	Requerimiento de superficie por pasajero					Capacidad Actual (m2) VALOR CONSENSUADO 2015
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	
Hall de salidas (público) NAC	1.217	1.695	1.875	2.017	2.108	
Hall de salidas (público) INT	634	885	970	1.099	1.687	
Hall de salidas (público) NAC+INT COMBINADO	<b>1.329</b>	<b>1.854</b>	<b>2.068</b>	<b>2.278</b>	<b>2.752</b>	
Check-in (colas) NAC	625	769	827	917	917	<b>3.000</b>
Check-in (colas) INT	336	457	496	544	821	
Check-in (colas) TOTALES INT+NAC	<b>961</b>	<b>1.226</b>	<b>1.323</b>	<b>1.461</b>	<b>1.738</b>	
TOTAL HALL SALIDAS + CHECKING	<b>2.290</b>	<b>3.080</b>	<b>3.391</b>	<b>3.739</b>	<b>4.490</b>	
Seguridad (equipos + colas) NAC	253	343	400	420	420	<b>243</b>
Seguridad (equipos + colas) INT	156	172	186	232	324	<b>216</b>
Emigración INT (Pasaportes Salidas)	146	169	189	218	318	<b>345</b>
Salas de embarque NAC	1.426	1.987	2.197	2.364	2.365	<b>2.051<sup>(1)</sup></b>
Salas de embarque INT	676	829	910	1.031	1.955	<b>1.010</b>
Salas de embarque NAC+INT (TOTALES)	<b>2.102</b>	<b>2.816</b>	<b>3.107</b>	<b>3.395</b>	<b>4.320</b>	<b>3.061</b>
Inmigración (equipos + colas) INT	115	140	230	245	313	<b>556</b>
Recogida de equipajes NAC (hipód. recog. y circulac.)	977	1.466	1.466	1.466	1.466	<b>1.172</b>
Recogida de equipajes INT (hipód. recog. y circulac.)	1.188	1.188	1.188	1.188	1.887	<b>1.112</b>
Aduana	132	165	165	198	231	<b>192</b>
Hall de llegadas (público) NAC	506	609	667	703	839	<b>610</b>
Hall de llegadas (público) INT	239	294	322	365	559	<b>616</b>

<sup>(1)</sup> Incluye Sala VIP (503 m<sup>2</sup>)

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Tabla 5.- Resumen de Necesidades de Elementos de Proceso (IATA-ADRM-10.)

ELEMENTO DE PROCESO	Requerimiento de equipos para el procesamiento					Capacidad Actual VALOR CONSENSUADO 2015
	H 0 5,1MPax	H I 7,5MPax	H II 8,5 MPax	H III 9,5MPax	H IV 11,5MPax	
Mostradores de Check-in NAC	26	30	38	43	43	
Mostradores de Check-in INT	19	24	26	28	42	<b>60</b>
Mostradores de Check-in TOTALES	45	54	64	71	85	
Posiciones emigración (salidas)	6	7	9	9	13	<b>9 + 1 (e_gate)</b>
Filtros seguridad NAC	3	4	5	5	5	<b>3</b>
Filtros seguridad INT	2	2	3	3	4	<b>2</b>
Posiciones inmigración (llegadas)	10	13	14	16	24	<b>11 + 1 (e_gate)</b>
Carruseles recogida de equipajes NAC	2	3	3	3	3	<b>3<sup>(1)</sup></b>
Carruseles recogida de equipajes INT	2	2	2	2	3	<b>3<sup>(1)</sup></b>
Aduanas Unidades Convencionales	2	2	2	3	3	
Aduanas Unidades Convencionales RX	4	5	5	6	7	<b>2</b>

<sup>(1)</sup> Longitud Insuficiente

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



### 3. DIMENSIONAMIENTO: DETERMINACIÓN DE NECESIDADES

Se incluyen los cálculos llevados a cabo para cada uno de los horizontes planteados (Horizonte 0 - 5,1 MPAX/año, 7,5 MPAX/año (Horizonte I), 8,5 MPax/año (Horizonte II) 9,5 MPAX/año (Horizonte III); 11,5 MPAX/año (Horizonte IV), para cada uno de los espacios y elementos de proceso identificados anteriormente tanto para el Tráfico Doméstico e Internacional.

Los parámetros considerados están contenidos dentro de las mismas tablas de cálculo-

#### 3.1. Horizonte 0: 5,1 MPax/Año

##### Tráfico Internacional

##### Proceso de Salidas

##### Hall de Salidas

Tabla 6.- Cálculo Hall de Salidas – H0-Tráfico Internacional

HALL DE SALIDAS	
PARAMETROS	VALORES
<b>P</b> Personas presentes en Hall de Salidas	<b>276</b>
<b>PHP</b> Pasajeros Hora Punta de Salidas	<b>453</b>
<b>VPP</b> Número de acompañantes por pasajero	<b>0,66</b>
<b>AOP</b> Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	<b>20</b>
<b>AOV</b> Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	<b>25</b>
<b>A</b> Area requerida para Hall de Salidas	<b>634</b>
<b>SPP</b> Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	<b>2,3</b>

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

##### Facturación

Tabla 7.- Cálculo Salas de Facturación – H0-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>f</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	1	1
CD <sub>b</sub>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	2	2
CD <sub>e</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	15	18
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	19	23
PHP	Pasajeros / Hora Pico	453	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>f</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>b</sub>	Porcentaje de Business Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	80%	
PT <sub>f</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>b</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>e</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	210	seg
MQT <sub>f</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>b</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>e</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>f</sub>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>b</sub>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>e</sub>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	<b>Area de zona de formación de colas de facturación</b>	<b>366</b>	<b>413</b> m <sup>2</sup>
CD <sub>d</sub>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>f</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	2	1 pax
QMAX <sub>b</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 pax
QMAX <sub>e</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	84	59 pax
QMAX	Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	91	63 pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

##### Control de Pasaportes (Emigración)

Tabla 8.- Cálculo Control de Emigración – H0-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE CONTROL DE EMIGRACIÓN			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	19	
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	200	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	453	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
PK-30min	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	171	pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>ad</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	20	seg
PT <sub>pd</sub>	Tiempo medio de proceso de pasajero en el Control de Pasaportes	72	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola del Control de Pasaportes	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15
PD	Numero de mostradores de Control de Pasaportes	6	7
PD <sub>b</sub>	Profundidad del area del Control de Pasaportes	3	m
PD <sub>w</sub>	Ancho del area del Control de Pasaportes	2,2	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para Control de Pasaportes</b>	<b>146</b>	<b>131</b> m <sup>2</sup>
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los Controles de Pasaportes	50	31 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida del Control de Pasaportes	3,5	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

##### Control de Seguridad

Tabla 9.- Cálculo Control de Seguridad – H0-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	19	
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	201	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	453	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
PK-30min	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	170	pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>sd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>sec</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
SEC	Numero de filtros de seguridad	2	2
SEC <sub>d</sub>	Profundidad del area del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del area del filtro de seguridad	3	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>156</b>	<b>127</b> m <sup>2</sup>
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	50	31 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Salas de Embarque

Tabla 10.- Cálculo Salas de Embarque – H0-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE AERONAVES			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
A <sub>1/2</sub>	Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	837	676 m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	453	pax
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
SR	Ratio de asientos (LOS)	70%	50%
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150	m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	12,85	11,85 m
GL <sub>1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	6	5 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Proceso de Llegadas

Control de Pasaportes (Inmigración)

Tabla 11.- Cálculo Control de Inmigración – H0-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
PCi	Número Aproximado de Mostradores de Control de Pasportes en Llegadas	12
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	442
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT	Tiempo medio de proceso de Control de Pasajeros de Llegadas (en segundos)	80
MQT	Tiempo Máximo de permanencia en cola (en minutos)	10
A	Area requerida para zona de Control de Pasaportes de Llegadas	115
PC	Número Total de Mostradores de Control de Pasportes en Llegadas	10
PCd	Profundidad del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	3
PCw	Anchura del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	2
QMAX	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola para Control de Pasaportes	84
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1
W	Anchura Corredor delante/detrás de Mostradores (en metros)	4

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Sala de Recojida de Equipajes

Tabla 12.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes – H0-Tráfico Internacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS	VALORES	
CL(WB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107
PAX(WB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
CL(NB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69
PAX(NB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
BC(WB)	Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	1,00
BC(NB)	Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	1,00
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	442
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0,7
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	0,3
OT(WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT(NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
AC/(WB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699
AC/(NB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
A	Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m2)	1188

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Aduanas

Tabla 13.- Cálculo Control de Aduana– H0-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS (ADUANAS)		
PARAMETROS	VALORES	
PI	Número de Unidades Primarias de Inspección Aduanera (unidades simples)	2,00
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	442
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT (PI)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección Primaria	10
PT (XR)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección RX (en segundos)	20
XR	Número de Unidades Rayos X.	4,00
IR	Ratio de Pasajeros a ser Inspeccionados	1,00
Pid	Profundidad de Línea de Inspección Primaria	3,00
Piw	Anchura de Línea de Inspección Primaria	2,20
MQT(PI)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección (en minutos)	5
MQT(XR)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección/Rayos X (en minutos)	3
A	Superficie necesaria para Máquinas de Rayos X	132
XRd	Profundidad de Unidad de Inspección de RX (en metros)	4,00
XRw	Anchura de Unidad de Inspección RX (en metros). Incluyendo eipo RX, Circulación y Posición d Operador	3,00
QMAX	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola para Control de Aduanas	4
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1,30
W	Anchura Corredor detrás de Mostradores (en metros)	3,00

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 14.- Cálculo Hall de Llegadas – H0-Tráfico Internacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
P	Personas presentes en Hall de Llegadas	184
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	442
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
A	Area requerida para Hall de Llegadas	239
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	20%
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m2)	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Tráfico Doméstico

## Proceso de Salidas

## Hall de Salidas

Tabla 15.- Cálculo Hall de Salidas – H0-Tráfico Nacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>P</b> Personas presentes en Hall de Salidas	<b>1.196,31</b>	
PHP Pasajeros Hora Punta de Salidas	2.162,00	
VPP Número de acompañantes por pasajero	0,66	
AOP Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	20,00	
AOV Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20,00	
<b>A</b> Área requerida para Hall de Salidas	<b>2.751,51</b>	
SPP Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,30	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Facturación

Tabla 16.- Cálculo Salas de Facturación – H0-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS Nivel de servicio	C		
CD <sub>f</sub> Número de mostradores (FIRST CLASS)	2	2	
CD <sub>b</sub> Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	4	4	
CD <sub>e</sub> Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	19	24	
CD Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	26	32	
PHP Pasajeros / Hora Pico	956		pax/h
PK Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%		
P <sub>f</sub> Porcentaje de First Class	5%		
P <sub>b</sub> Porcentaje de Business Class	10%		
CR Porcentaje de uso de Facturación tradicional	70%		
PT <sub>f</sub> Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150		seg
PT <sub>b</sub> Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150		seg
PT <sub>e</sub> Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	150		seg
MQT <sub>f</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0	minutos
MQT <sub>b</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3	minutos
MQT <sub>e</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10	minutos
CF <sub>f</sub> Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1	
CF <sub>b</sub> Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22	
CF <sub>e</sub> Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06	
<b>A</b> Área de zona de formación de colas de facturación	<b>554</b>	<b>625</b>	m <sup>2</sup>
CD <sub>d</sub> Profundidad del área de proceso de facturación	2,5		m
CD <sub>w</sub> Anchura del área de proceso de facturación	2		m
QMAX <sub>f</sub> Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	1	pax
QMAX <sub>b</sub> Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	8	6	pax
QMAX <sub>e</sub> Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	155	109	pax
QMAX Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	166	116	pax
SP Espacio por pasajero	1,3	1,8	m <sup>2</sup>
W Ancho del pasillo	4		m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Control de Seguridad

Tabla 17.- Cálculo Control de Seguridad – H0-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS Nivel de servicio	C		
CD Número de mostradores de facturación abiertos	26		
PT <sub>cd</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	150		seg
BD Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0		
PHP Pasajeros / Hora Pico	956		pax/h
PK Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%		
PK-30min Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	312		pax
CR Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%		
BR Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%		
PT <sub>BD</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96		seg
PT <sub>SEC</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20		seg
MQT Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5	seg
CF Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15	seg
<b>SEC</b> Número de filtros de seguridad	<b>3</b>	<b>4</b>	
SEC <sub>c</sub> Profundidad del área del filtro de seguridad	12		m
SEC <sub>w</sub> Ancho del área del filtro de seguridad	3		m
<b>A</b> Área requerida para filtros de seguridad	<b>253</b>	<b>248</b>	m <sup>2</sup>
QMAX Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	91	56	pax
SP Espacio por pasajero	1,2	1	m <sup>2</sup>
W Ancho del pasillo de salida de los filtros	4		m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Salas de Embarque

Tabla 18.- Cálculo Salas de Embarque – H0-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	VALORES (MAX/MIN)		
LOS Nivel de servicio	C		
AC ¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI		
A <sub>1/2</sub> Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	1.765	1.426	m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub> N° total de plazas ofertados por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	956		pax
LF Factor de carga de las aeronaves	100%		
<b>SR</b> Ratio de asientos (LOS)	<b>70%</b>	<b>50%</b>	
SR <sub>f</sub> Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%		
G <sub>f</sub> Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%		
S <sub>s</sub> Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5	m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub> Espacio por pasajero de pié	1,2	1	m <sup>2</sup>
X Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%		
PL Longitud del dique	150		m
CD Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE		
P <sub>w</sub> Anchura del dique	18,85	16,85	m
GL <sub>d,1/2</sub> Anchura de la sala de embarque	12	10	m
W Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85		m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Proceso de Llegadas

## Sala de Recogida de Equipajes

Tabla 19.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes– H0-Tráfico Nacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS	VALORES	
CL(WB) Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107	
PAX(WB) Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280	
SP Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85	
PR Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9	
RR Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5	
CL(NB) Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69	
PAX(NB) Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180	
SP Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85	
PR Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9	
RR Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5	
BC(WB) Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	0,00	
BC(NB) Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	2,00	
PHP Pasajeros Hora Punta Llegadas	934	
P(WB) Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0	
P(NB) Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	1	
OT(WB) Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45	
OT(NB) Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20	
AC(WB) Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699	
AC(NB) Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489	
Cw Anchura de Hipódromo (m)	6	
SB Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5	
EB Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10	
<b>A</b> Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m <sup>2</sup> )	<b>977</b>	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Hall de Llegadas

Tabla 20.- Cálculo Hall de Llegadas– H0-Tráfico Nacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>P</b> Personas presentes en Hall de Llegadas	<b>389</b>	
PHP Pasajeros Hora Punta de Llegadas	934	
T(P) Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5	
T(v) Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20	
VR Ratio de Acompañantes por Pasajero	1	
<b>A</b> Área requerida para Hall de Llegadas	<b>506</b>	
SR Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	0,20	
SP(S) Superficie por persona Sentada (m <sup>2</sup> )	1,7	
SP(ST) Superficie por persona de Pié	1,2	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



### 3.2. Horizonte I: 7,5 MPax/Año

#### Tráfico Internacional

#### Proceso de Salidas

#### Hall de Salidas

Tabla 21.- Cálculo Hall de Salidas - HI-Tráfico Internacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Salidas</b>	<b>385</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Salidas	556
<b>VPP</b>	Número de acompañantes por pasajero	0,66
<b>AOP</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	25
<b>AOV</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	25
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Salidas</b>	<b>885</b>
<b>SPP</b>	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Facturación

Tabla 22.- Cálculo Salas de Facturación – HI-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>f</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	2	2
CD <sub>b</sub>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	3	3
CD <sub>e</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	18	22
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	24	29
PHP	Pasajeros / Hora Pico	556	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>f</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>b</sub>	Porcentaje de Business Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	80%	
PT <sub>f</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>b</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>e</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	210	seg
MQT <sub>f</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>b</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>e</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>f</sub>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>b</sub>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>e</sub>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	<b>Area de zona de formación de colas de facturación</b>	<b>457</b>	<b>518 m<sup>2</sup></b>
CD <sub>a</sub>	Profundidad del área de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del área de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>f</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	2	1 pax
QMAX <sub>b</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	6	4 pax
QMAX <sub>e</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	103	73 pax
QMAX	Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	111	78 pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Pasaportes (Emigración)

Tabla 23.- Cálculo Control de Emigración – HI Tráfico Internacional

CÁLCULO DE CONTROL DE EMIGRACIÓN			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	24	
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	200	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	556	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>216</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>bd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	200	seg
PT <sub>pd</sub>	Tiempo medio de proceso de pasajero en el Control de Pasaportes	72	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola del Control de Pasaportes	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15
<b>PD</b>	<b>Numero de mostradores de Control de Pasaportes</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
PD <sub>d</sub>	Profundidad del área del Control de Pasaportes	3	m
PD <sub>w</sub>	Ancho del área del Control de Pasaportes	2,2	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para Control de Pasaportes</b>	<b>176</b>	<b>168 m<sup>2</sup></b>
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los Controles de Pasaportes	63	39 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida del Control de Pasaportes	3,5	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Seguridad

Tabla 24.- Cálculo Control de Seguridad – HI-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	24	
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	201	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	556	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>215</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>bd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>sec</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15
<b>SEC</b>	<b>Numero de filtros de seguridad</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
SEC <sub>d</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>172</b>	<b>183 m<sup>2</sup></b>
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	63	39 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Salas de Embarque

Tabla 25.- Cálculo Salas de Embarque – HI-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE AERONAVES			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
A <sub>1/2</sub>	Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	1.027	829 m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	556	pax
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
<b>SR</b>	<b>Ratio de asientos (LOS)</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>st</sub>	Espacio por pasajero de pie	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150	m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	13,85	12,85 m
GL <sub>d/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	7	6 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Proceso de Llegadas

#### Control de Pasaportes (Inmigración)

Tabla 26.- Cálculo Control de Inmigración – HI-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>PCI</b>	<b>Número Aproximado de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>3</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	542
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT	Tiempo medio de proceso de Control de Pasajeros de Llegadas (en segundos)	80
MQT	Tiempo Máximo de permanencia en cola (en minutos)	10
<b>A</b>	<b>Area requerida para zona de Control de Pasaportes de Llegadas</b>	<b>134</b>
<b>PC</b>	<b>Número Total de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>13</b>
PC <sub>d</sub>	Profundidad del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	3
PC <sub>w</sub>	Anchura del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	2
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Pasaportes	103
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1
W	Anchura Corredor delante/detrás de Mostradores (en metros)	4

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Sala de Recogida de Equipajes

Tabla 27.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes – HI-Tráfico Internacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
<b>CL(WB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)</b>	<b>107</b>
<b>PAX(WB)</b>	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
<b>SP</b>	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
<b>PR</b>	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
<b>RR</b>	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>CL(NB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)</b>	<b>69</b>
<b>PAX(NB)</b>	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
<b>SP</b>	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
<b>PR</b>	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
<b>RR</b>	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>BC(WB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Wide Body" necesario</b>	<b>2,00</b>
<b>BC(NB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario</b>	<b>1,00</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta Llegadas	542
<b>P(WB)</b>	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0,7
<b>P(NB)</b>	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	0,3
<b>OT(WB)</b>	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
<b>OT(NB)</b>	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
<b>AC/(WB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"</b>	<b>699</b>
<b>AC/(NB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"</b>	<b>489</b>
<b>Cw</b>	Anchura de Hipódromo (m)	6
<b>SB</b>	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
<b>EB</b>	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
<b>A</b>	<b>Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m2)</b>	<b>1.887</b>

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Aduanas

Tabla 28.- Cálculo Control de Aduana– HI-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS (ADUANAS)		
PARAMETROS		VALORES
<b>PI</b>	<b>Número de Unidades Primarias de Inspección Aduanera (unidades simples)</b>	<b>2,00</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	542
<b>PK</b>	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
<b>PT(PI)</b>	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección Primaria	10
<b>PT(XR)</b>	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección RX (en segundos)	20
<b>XR</b>	<b>Número de Unidades Rayos X.</b>	<b>5,00</b>
<b>IR</b>	Ratio de Pasajeros a ser Inspeccionados	1,00
<b>Pid</b>	Profundidad de Línea de Inspección Primaria	3,00
<b>Piw</b>	Anchura de Línea de Inspección Primaria	2,20
<b>MQT(PI)</b>	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección (en minutos)	5
<b>MQT(XR)</b>	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección/Rayos X (en minutos)	3
<b>A</b>	<b>Superficie necesaria para Máquinas de Rayos X</b>	<b>165</b>
<b>XRd</b>	Profundidad de Unidad de Inspección de RX (en metros)	4,00
<b>XRw</b>	Anchura de Unidad de Inspección RX (en metros). Incluyendo eipo RX, Circulación y Posición d Operador	3,00
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Aduanas</b>	<b>4</b>
<b>SP</b>	Espacio por pasajero (en m2)	1,30
<b>W</b>	Anchura Corredor detrás de Mostradores (en metros)	3,00

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 29.- Cálculo Hall de Llegadas – HI-Tráfico Internacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Llegadas</b>	<b>226</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	542
<b>T(P)</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
<b>T(v)</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
<b>VR</b>	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Llegadas</b>	<b>294</b>
<b>SR</b>	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	20%
<b>SP(S)</b>	Superficie por persona Sentada (m2)	1,7
<b>SP(ST)</b>	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Tráfico Doméstico

Proceso de Salidas

Hall de salidas

Tabla 30.- Cálculo Hall de Salidas – HI-Tráfico Nacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Salidas</b>	<b>737</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Salidas	1.332
<b>VPP</b>	Número de acompañantes por pasajero	0,66
<b>AOP</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	20
<b>AOV</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Salidas</b>	<b>1.695</b>
<b>SPP</b>	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Facturación

Tabla 31.- Cálculo Salas de Facturación – HI-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
<b>LOS</b>	Nivel de servicio	C	
<b>CD<sub>f</sub></b>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	3	3
<b>CD<sub>b</sub></b>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	5	5
<b>CD<sub>e</sub></b>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	27	33
<b>CD</b>	<b>Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico</b>	<b>36</b>	<b>44</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros / Hora Pico	1332	pax/h
<b>PK</b>	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>P<sub>f</sub></b>	Porcentaje de First Class	5%	
<b>P<sub>b</sub></b>	Porcentaje de Business Class	10%	
<b>CR</b>	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	70%	
<b>PT<sub>f</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
<b>PT<sub>b</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
<b>PT<sub>e</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	150	seg
<b>MQT<sub>f</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
<b>MQT<sub>b</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 minutos
<b>MQT<sub>e</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
<b>CF<sub>f</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
<b>CF<sub>b</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
<b>CF<sub>e</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	<b>Area de zona de formación de colas de facturación</b>	<b>769</b>	<b>862 m<sup>2</sup></b>
<b>CD<sub>d</sub></b>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
<b>CD<sub>w</sub></b>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
<b>QMAX<sub>f</sub></b>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	4	1 pax
<b>QMAX<sub>b</sub></b>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	12	8 pax
<b>QMAX<sub>e</sub></b>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	215	152 pax
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación</b>	<b>231</b>	<b>161 pax</b>
<b>SP</b>	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
<b>W</b>	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Seguridad

Tabla 32.- Cálculo Control de Seguridad – HI-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	36	
PT <sub>CD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	150	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1.332	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>432</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>SEC</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
<b>SEC</b>	<b>Numero de filtros de seguridad</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
SEC <sub>D</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>W</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>343</b>	<b>318 m<sup>2</sup></b>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad</b>	<b>126</b>	<b>78 pax</b>
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Salas de Embarque

Tabla 33.- Cálculo Salas de Embarque – HI-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
<b>A<sub>1/2</sub></b>	<b>Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2.459</b>	<b>1.987 m<sup>2</sup></b>
<b>AS<sub>1/2</sub></b>	<b>Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique</b>	1332 pax	
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
<b>SR</b>	<b>Ratio de asientos (LOS)</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150	m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	23,85	20,85 m
GL <sub>d,1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	17	14 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Proceso de Llegadas

Sala de Recoqida de Equipajes

Tabla 34.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes– HI-Tráfico Nacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
<b>CL(WB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)</b>	<b>107</b>
<b>PAX(WB)</b>	<b>Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)</b>	<b>280</b>
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>CL(NB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)</b>	<b>69</b>
<b>PAX(NB)</b>	<b>Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)</b>	<b>180</b>
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>BC(WB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Wide Body" necesario</b>	<b>0,00</b>
<b>BC(NB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario</b>	<b>3,00</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	1124
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	1
OT(WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT(NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
<b>AC(WB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"</b>	<b>699</b>
<b>AC(NB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"</b>	<b>489</b>
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
<b>A</b>	<b>Área necearia Hall de Recogida de Equipajes (m2)</b>	<b>1.466</b>

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 35.- Cálculo Hall de Llegadas– HI-Tráfico Nacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Llegadas</b>	<b>468</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.124
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Llegadas</b>	<b>609</b>
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	0,20
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m2)	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



### 3.3. Horizonte II: 8,5 MPax/Año

#### Tráfico Internacional

##### Proceso de Salidas

##### Hall de Salidas

Tabla 36.- Hall de Salidas – HII-Tráfico Internacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Salidas</b>	<b>422</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Salidas	610
<b>VPP</b>	Número de acompañantes por pasajero	0,66
<b>AOP</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	25
<b>AOV</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	25
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Salidas</b>	<b>970</b>
<b>SPP</b>	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

##### Facturación

Tabla 37.- Cálculo Salas de Facturación – HII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>1</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	2	2
CD <sub>2</sub>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	3	3
CD <sub>3</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	20	24
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	26	31
PHP	Pasajeros / Hora Pico	610	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>f</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>B</sub>	Porcentaje de Business Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	80%	
PT <sub>F</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>B</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>E</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	210	seg
MQT <sub>F</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>B</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>E</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>F</sub>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>B</sub>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>E</sub>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	<b>Area de zona de formación de colas de facturación</b>	<b>496</b>	<b>556</b> m <sup>2</sup>
CD <sub>a</sub>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>F</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	2	1 pax
QMAX <sub>B</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	6	4 pax
QMAX <sub>E</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	113	80 pax
QMAX	Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	121	85 pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Pasaportes (Emigración)

Tabla 38.- Cálculo Control de Emigración – HII Tráfico Internacional

CÁLCULO DE CONTROL DE EMIGRACIÓN			
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	28	
PT <sub>CD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	200	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos		
PHP	Pasajeros / Hora Pico	610	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>252</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	200	seg
PT <sub>PD</sub>	Tiempo medio de proceso de pasajero en el Control de Pasaportes	72	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola del Control de Pasaportes	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15
<b>PD</b>	<b>Numero de mostradores de Control de Pasaportes</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
PD <sub>0</sub>	Profundidad del area del Control de Pasaportes	3	m
PD <sub>w</sub>	Ancho del area del Control de Pasaportes	2,2	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para Control de Pasaportes</b>	<b>218</b>	<b>189</b> m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los Controles de Pasaportes</b>	<b>74</b>	<b>46</b> pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida del Control de Pasaportes	3,5	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Seguridad

Tabla 39.- Cálculo Control de Seguridad – HII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	26	
PT <sub>CD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	201	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	610	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>233</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>SEC</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
<b>SEC</b>	<b>Numero de filtros de seguridad</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
SEC <sub>0</sub>	Profundidad del area del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del area del filtro de seguridad	3	m
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>226</b>	<b>186</b> m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad</b>	<b>68</b>	<b>42</b> pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Salas de Embarque

Tabla 40.- Cálculo Salas de Embarque – HII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	VALORES (MAX/MIN)		
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
<b>A<sub>1/2</sub></b>	<b>Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1.126</b>	<b>910</b> m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	610	pax
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
<b>SR</b>	<b>Ratio de asientos (LOS)</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>p</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>sp</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150	m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	14,85	13,85 m
G <sub>Ld,1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	8	7 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Proceso de Llegadas

#### Control de Pasaportes (Inmigración)

Tabla 41.- Cálculo Control de Inmigración – HII-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>PCi</b>	<b>Número Aproximado de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>16</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	595
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT	Tiempo medio de proceso de Control de Pasajeros de Llegadas (en segundos)	80
MQT	Tiempo Máximo de permanencia en cola (en minutos)	10
<b>A</b>	<b>Area requerida para zona de Control de Pasaportes de Llegadas</b>	<b>230</b>
<b>PC</b>	<b>Número Total de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>14</b>
PC <sub>d</sub>	Profundidad del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	3
PC <sub>w</sub>	Anchura del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	2
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Pasaportes</b>	<b>113</b>
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1
W	Anchura Corredor delante/detrás de Mostradores (en metros)	4

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Sala de Recojida de Equipajes

Tabla 42.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes – HII-Tráfico Internacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
CL(WB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107
PAX(WB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
CL(NB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69
PAX(NB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
BC WB)	Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	1,00
BC (NB)	Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	1,00
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	595
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0,3
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	0,7
OT (WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT (NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
AC/(WB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699
AC/(NB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
A	Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m2)	1.188

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Aduanas

Tabla 43.- Cálculo Control de Aduana– HII-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS (ADUANAS)		
PARAMETROS		VALORES
PI	Número de Unidades Primarias de Inspección Aduanera (unidades simples)	2,00
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	595
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT (PI)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección Primaria	10
PT (XR)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección RX (en segundos)	20
XR	Número de Unidades Rayos X.	5,00
IR	Ratio de Pasajeros a ser Inspeccionados	1,00
Pid	Profundidad de Línea de Inspección Primaria	3,00
Piw	Anchura de Línea de Inspección Primaria	2,20
MQT(PI)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección (en minutos)	5
MQT(XR)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección/Rayos X (en minutos)	3
A	Superficie necesaria para Máquinas de Rayos X	165
XRd	Profundiad de Unidad de Inspección de RX (en metros)	4,00
XRw	Anchura de Unidad de Inspección RX (en metros). Incluyendo eipo RX, Circulación y Posición d Operador	3,00
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Aduanas	5
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1,30
W	Anchura Corredor detrás de Mostradores (en metros)	3,00

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 44.- Cálculo Hall de Llegadas – HII-Tráfico Internacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Llegadas	248
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	595
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
A	Area requerida para Hall de Llegadas	322
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	20%
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m2)	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Tráfico Doméstico

Proceso de Salidas

Hall de Salidas

Tabla 45.- Cálculo Hall de Salidas – HII-Tráfico Nacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Salidas	815
PHP	Pasajeros Hora Punta de Salidas	1.473
VPP	Número de acompañantes por pasajero	0,66
AOP	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	20
AOV	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
A	Area requerida para Hall de Salidas	1.875
SPP	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Facturación

Tabla 46.- Cálculo Salas de Facturación – HII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>F</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	3	3
CD <sub>B</sub>	Número de mostradores (BUSSINESS CLASS)	5	6
CD <sub>E</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	29	37
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	38	50
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1.473	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>F</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>B</sub>	Porcentaje de Bussiness Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	70%	
PT <sub>F</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>B</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>E</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	150	seg
MQT <sub>F</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>B</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>E</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>F</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>B</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (BUSSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>E</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
A	Area de zona de formación de colas de facturación	827	971 m <sup>2</sup>
CD <sub>d</sub>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>F</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	5	1 pax
QMAX <sub>B</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSSINESS CLASS)	13	9 pax
QMAX <sub>E</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	238	168 pax
QMAX	Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	256	178 pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Control de Seguridad

Tabla 47.- Cálculo Control de Seguridad – HII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	38	
PT <sub>ca</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	150	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1.473	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	70%	
PK-30min	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	456	pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>SEC</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
SEC	Número de filtros de seguridad	5	5
SEC <sub>o</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3	m
A	Área requerida para filtros de seguridad	400	322 m <sup>2</sup>
QMAX	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	133	82 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Salas de Embarque

Tabla 48.- Cálculo Salas de Embarque – HII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
A <sub>1/2</sub>	Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	2.719	2.197 m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	1473 pax	
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
SR	Ratio de asientos (LOS)	70%	50%
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150 m	
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	25,85	21,85 m
GL <sub>d,1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	19	15 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85 m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Proceso de Llegadas

## Sala de Recogida de Equipajes

Tabla 49.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes– HII-Tráfico Nacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
CL(WB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107
PAX(WB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
CL(NB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69
PAX(NB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
BC(WB)	Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	0,00
BC(NB)	Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	3,00
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	1231
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	1
OT(WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT(NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
AC/(WB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699
AC/(NB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
A	Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m <sup>2</sup> )	1.466

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Hall de Llegadas

Tabla 50.- Cálculo Hall de Llegadas– HII-Tráfico Nacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Llegadas	513
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.231
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
A	Área requerida para Hall de Llegadas	667
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	0,20
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m <sup>2</sup> )	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



### 3.4. Horizonte III: 9,5 MPax/Año

#### Tráfico Internacional

#### Proceso de Salidas

#### Hall de salidas

Tabla 51.- Cálculo Hall de Salidas – HIII-Tráfico Internacional

HALL DE SALIDAS		VALORES
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	Personas presentes en Hall de Salidas	<b>478</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Salidas	691
<b>VPP</b>	Número de acompañantes por pasajero	0,66
<b>AOP</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	25
<b>AOV</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	25
<b>A</b>	Area requerida para Hall de Salidas	<b>1.099</b>
<b>SPP</b>	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Facturación

Tabla 52.- Cálculo Salas de Facturación – HIII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>r</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	2	2
CD <sub>b</sub>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	3	3
CD <sub>e</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	22	28
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	<b>28</b>	<b>35</b>
PHP	Pasajeros / Hora Pico	691	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>f</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>b</sub>	Porcentaje de Business Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	80%	
PT <sub>f</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>b</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>e</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	210	seg
MQT <sub>f</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>b</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>e</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>f</sub>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>b</sub>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>e</sub>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	Area de zona de formación de colas de facturación	<b>544</b>	<b>628</b> m <sup>2</sup>
CD <sub>d</sub>	Profundidad del área de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del área de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>f</sub>	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	1 pax
QMAX <sub>b</sub>	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	7	5 pax
QMAX <sub>e</sub>	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	128	90 pax
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº total de pasajeros esperando en la cola de facturación</b>	<b>138</b>	<b>96</b> pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Pasaportes (Emigración)

Tabla 53.- Cálculo Control de Emigración – HIII Tráfico Internacional

CÁLCULO DE CONTROL DE EMIGRACIÓN		
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	28
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	200 seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0
PHP	Pasajeros / Hora Pico	691 pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>252</b> pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%
PT <sub>bd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	200 seg
PT <sub>pd</sub>	Tiempo medio de proceso de pasajero en el Control de Pasaportes	72 seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola del Control de Pasaportes	10 5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06 1,15
<b>PD</b>	<b>Numero de mostradores de Control de Pasaportes</b>	<b>9 10</b>
PD <sub>d</sub>	Profundidad del área del Control de Pasaportes	3 m
PD <sub>w</sub>	Ancho del área del Control de Pasaportes	2,2 m
<b>A</b>	<b>Area requerida para Control de Pasaportes</b>	<b>218 189</b> m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los Controles de Pasaportes</b>	<b>74 46</b> pax
SP	Espacio por pasajero	1,2 1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida del Control de Pasaportes	3,5 m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Seguridad

Tabla 54.- Cálculo Control de Seguridad – HIII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD		
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	28
PT <sub>cd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	201 seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0
PHP	Pasajeros / Hora Pico	691 pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>251</b> pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%
PT <sub>bd</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96 seg
PT <sub>sec</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20 seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10 5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06 1,15 seg
<b>SEC</b>	<b>Numero de filtros de seguridad</b>	<b>3 3</b>
SEC <sub>d</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12 m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3 m
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>232 189</b> m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad</b>	<b>73 45</b> pax
SP	Espacio por pasajero	1,2 1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4 m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Salas de Embarque

Tabla 55.- Cálculo Salas de Embarque – HIII-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE		
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS	VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI
<b>A<sub>1/2</sub></b>	<b>Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1.276 1.031</b> m <sup>2</sup>
<b>AS<sub>1/2</sub></b>	<b>Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique</b>	<b>691</b> pax
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%
<b>SR</b>	<b>Ratio de asientos (LOS)</b>	<b>70% 50%</b>
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	<b>1,7 1,5</b> m <sup>2</sup>
S <sub>st</sub>	Espacio por pasajero de pie	<b>1,2 1</b> m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%
PL	Longitud del dique	150 m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	<b>15,85 13,85</b> m
<b>GL<sub>d1/2</sub></b>	<b>Anchura de la sala de embarque</b>	<b>9 7</b> m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85 m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Proceso de Llegadas

#### Control de Pasaportes (Inmigración)

Tabla 56.- Cálculo Control de Inmigración – HIII-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>PCI</b>	<b>Número Aproximado de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>16</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	674
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
PT	Tiempo medio de proceso de Control de Pasajeros de Llegadas (en segundos)	80
MQT	Tiempo Máximo de permanencia en cola (en minutos)	10
<b>A</b>	<b>Area requerida para zona de Control de Pasaportes de Llegadas</b>	<b>245</b>
<b>PC</b>	<b>Número Total de Mostradores de Control de Pasaportes en Llegadas</b>	<b>16</b>
PC <sub>d</sub>	Profundidad del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	3
PC <sub>w</sub>	Anchura del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	2
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola para Control de Pasaportes</b>	<b>129</b>
SP	Espacio por pasajero (en m2)	1
W	Anchura Corredor delante/detrás de Mostradores (en metros)	4

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Sala de Recogida de Equipajes

Tabla 57.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes – HIII-Tráfico Internacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
<b>CL(WB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)</b>	<b>107</b>
<b>PAX(WB)</b>	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
<b>SP</b>	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
<b>PR</b>	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
<b>RR</b>	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>CL(NB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)</b>	<b>69</b>
<b>PAX(NB)</b>	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
<b>SP</b>	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
<b>PR</b>	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
<b>RR</b>	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>BC(WB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Wide Body" necesario</b>	<b>2,00</b>
<b>BC(NB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario</b>	<b>1,00</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta Llegadas	674
<b>P(WB)</b>	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0,7
<b>P(NB)</b>	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	0,3
<b>OT(WB)</b>	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
<b>OT(NB)</b>	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
<b>AC(WB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"</b>	<b>699</b>
<b>AC(NB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"</b>	<b>489</b>
<b>Cw</b>	Anchura de Hipódromo (m)	6
<b>SB</b>	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
<b>EB</b>	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
<b>A</b>	<b>Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1.887</b>

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Control de Aduanas

Tabla 58.- Cálculo Control de Aduana – HIII-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS (ADUANAS)		
PARAMETROS		VALORES
<b>PI</b>	<b>Número de Unidades Primarias de Inspección Aduanera (unidades simples)</b>	<b>3,00</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	674
<b>PK</b>	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66
<b>PT(PI)</b>	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección Primaria	10
<b>PT(XR)</b>	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección RX (en segundos)	20
<b>XR</b>	<b>Número de Unidades Rayos X.</b>	<b>6,00</b>
<b>IR</b>	Ratio de Pasajeros a ser Inspeccionados	1,00
<b>Pid</b>	Profundidad de Línea de Inspección Primaria	3,00
<b>Piw</b>	Anchura de Línea de Inspección Primaria	2,20
<b>MQT(PI)</b>	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección (en minutos)	5
<b>MQT(XR)</b>	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección/Rayos X (en minutos)	3
<b>A</b>	<b>Superficie necesaria para Máquinas de Rayos X</b>	<b>198</b>
<b>XRd</b>	Profundidad de Unidad de Inspección de RX (en metros)	4,00
<b>XRw</b>	Anchura de Unidad de Inspección RX (en metros). Incluyendo eipo RX, Circulación y Posición d Operador	3,00
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Aduanas</b>	<b>5</b>
<b>SP</b>	Espacio por pasajero (en m <sup>2</sup> )	1,30
<b>W</b>	Anchura Corredor detrás de Mostradores (en metros)	3,00

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Hall de Llegadas

Tabla 59.- Cálculo Hall de Llegadas – HIII-Tráfico Internacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Llegadas</b>	<b>281</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	674
<b>T(P)</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
<b>T(v)</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
<b>VR</b>	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Llegadas</b>	<b>365</b>
<b>SR</b>	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	20%
<b>SP(S)</b>	Superficie por persona Sentada (m <sup>2</sup> )	1,7
<b>SP(ST)</b>	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Tráfico Doméstico

## Proceso de Salidas

## Hall de salidas

Tabla 60.- Hall de salidas – HIII-Tráfico Nacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Salidas</b>	<b>877</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros Hora Punta de Salidas	1.585
<b>VPP</b>	Número de acompañantes por pasajero	0,66
<b>AOP</b>	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	20
<b>AOV</b>	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Salidas</b>	<b>2.017</b>
<b>SPP</b>	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Facturación

Tabla 61.- Cálculo Salas de Facturación – HIII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
<b>LOS</b>	Nivel de servicio	C	
<b>CD<sub>f</sub></b>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	3	4
<b>CD<sub>b</sub></b>	Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	6	6
<b>CD<sub>e</sub></b>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	32	39
<b>CD</b>	<b>Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico</b>	<b>43</b>	<b>53</b>
<b>PHP</b>	Pasajeros / Hora Pico	1.585	pax/h
<b>PK</b>	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
<b>P<sub>f</sub></b>	Porcentaje de First Class	5%	
<b>P<sub>b</sub></b>	Porcentaje de Business Class	10%	
<b>CR</b>	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	70%	
<b>PT<sub>f</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
<b>PT<sub>b</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg
<b>PT<sub>e</sub></b>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	150	seg
<b>MQT<sub>f</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	<b>3</b>	<b>0</b> minutos
<b>MQT<sub>b</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	<b>5</b>	<b>3</b> minutos
<b>MQT<sub>e</sub></b>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	<b>20</b>	<b>10</b> minutos
<b>CF<sub>f</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
<b>CF<sub>b</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22
<b>CF<sub>e</sub></b>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
<b>A</b>	<b>Area de zona de formación de colas de facturación</b>	<b>917</b>	<b>1.033</b> m <sup>2</sup>
<b>CD<sub>d</sub></b>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
<b>CD<sub>w</sub></b>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
<b>QMAX<sub>f</sub></b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)</b>	<b>5</b>	<b>1</b> pax
<b>QMAX<sub>b</sub></b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)</b>	<b>14</b>	<b>9</b> pax
<b>QMAX<sub>e</sub></b>	<b>Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)</b>	<b>256</b>	<b>181</b> pax
<b>QMAX</b>	<b>Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación</b>	<b>275</b>	<b>191</b> pax
<b>SP</b>	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
<b>W</b>	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Control de Seguridad

Tabla 62.- Cálculo Control de Seguridad – HIII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	43	
PT <sub>CD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	150	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1585	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	70%	
<b>PK-30min</b>	<b>Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)</b>	<b>516</b>	<b>pax</b>
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	
PT <sub>SEC</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
<b>SEC</b>	<b>Numero de filtros de seguridad</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
SEC <sub>D</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12 m	
SEC <sub>W</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3 m	
<b>A</b>	<b>Area requerida para filtros de seguridad</b>	<b>420</b>	<b>381 m<sup>2</sup></b>
<b>QMAX</b>	<b>Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad</b>	<b>150</b>	<b>93 pax</b>
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4 m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Salas de Embarque

Tabla 63.- Cálculo Salas de Embarque – HIII-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
<b>A<sub>1/2</sub></b>	<b>Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2.926</b>	<b>2.364 m<sup>2</sup></b>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertados por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	1585 pax	
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
<b>SR</b>	<b>Ratio de asientos (LOS)</b>	<b>70%</b>	<b>50%</b>
SR <sub>f</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>f</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>s</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150 m	
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	26,85	22,85 m
GL <sub>1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	20	16 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85 m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Proceso de Llegadas

## Sala de Recoqida de Equipajes

Tabla 64.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes– HIII-Tráfico Nacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
<b>CL(WB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)</b>	<b>107</b>
<b>PAX(WB)</b>	<b>Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)</b>	<b>280</b>
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>CL(NB)</b>	<b>Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)</b>	<b>69</b>
<b>PAX(NB)</b>	<b>Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)</b>	<b>180</b>
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
<b>BC(WB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Wide Body" necesario</b>	<b>0,00</b>
<b>BC(NB)</b>	<b>Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario</b>	<b>3,00</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	1297
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	1
OT(WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT(NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
<b>AC/(WB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"</b>	<b>699</b>
<b>AC/(NB)</b>	<b>Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"</b>	<b>489</b>
C <sub>w</sub>	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
<b>A</b>	<b>Área necearia Hall de Recogida de Equipajes (m2)</b>	<b>1.466</b>

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

## Hall de Llegadas

Tabla 65.- Cálculo Hall de Llegadas– HIII-Tráfico Nacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
<b>P</b>	<b>Personas presentes en Hall de Llegadas</b>	<b>540</b>
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.297
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
<b>A</b>	<b>Area requerida para Hall de Llegadas</b>	<b>703</b>
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	0,20
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m2)	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



### 3.5. Horizonte IV: 11,5 MPax/Año

#### Tráfico Internacional

##### Proceso de Salidas

##### Hall de Salidas

Tabla 66.- Cálculo Hall de Salidas – HIV-Tráfico Internacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>P</b> Personas presentes en Hall de Salidas	<b>732</b>	
PHP Pasajeros Hora Punta de Salidas	1.059	
VPP Número de acompañantes por pasajero	0,66	
AOP Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	25	
AOV Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	25	
<b>A</b> Area requerida para Hall de Salidas	<b>1.685</b>	
SPP Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

##### Facturación

Tabla 67.- Cálculo Salas de Facturación – HIV-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS Nivel de servicio	C		
CD <sub>1</sub> Número de mostradores (FIRST CLASS)	3	3	
CD <sub>2</sub> Número de mostradores (BUSINESS CLASS)	4	5	
CD <sub>3</sub> Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	34	42	
CD Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	42	54	
PHP Pasajeros / Hora Pico	1.059	pax/h	
PK Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%		
P <sub>f</sub> Porcentaje de First Class	5%		
P <sub>B</sub> Porcentaje de Business Class	10%		
CR Porcentaje de uso de Facturación tradicional	80%		
PT <sub>F</sub> Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg	
PT <sub>B</sub> Tiempo de proceso por pasajero (BUSINESS CLASS) en segundos	150	seg	
PT <sub>E</sub> Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	210	seg	
MQT <sub>F</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0	minutos
MQT <sub>B</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	5	3	minutos
MQT <sub>E</sub> Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10	minutos
CF <sub>F</sub> Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1	
CF <sub>B</sub> Factor de corrección Peak Hour (BUSINESS CLASS)	1,15	1,22	
CF <sub>E</sub> Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06	
<b>A</b> Area de zona de formación de colas de facturación	<b>821</b>	<b>965</b>	m <sup>2</sup>
CD <sub>a</sub> Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m	
CD <sub>w</sub> Anchura del area de proceso de facturación	2	m	
QMAX <sub>F</sub> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	4	1 pax	
QMAX <sub>B</sub> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSINESS CLASS)	11	7 pax	
QMAX <sub>E</sub> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	196	138 pax	
QMAX Máximo Nº total de pasajeros esperando en la cola de facturación	211	146 pax	
SP Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>	
W Ancho del pasillo	4	m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Pasaportes (Emigración)

Tabla 68.- Cálculo Control de Emigración – HIV Tráfico Internacional

CÁLCULO DE CONTROL DE EMIGRACIÓN			
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS Nivel de servicio	C		
CD Número de mostradores de facturación abiertos	42		
PT <sub>CD</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	200	seg	
BD Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos			
PHP Pasajeros / Hora Pico	1.059	pax/h	
PK Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	70%		
<b>PK-30min</b> Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	<b>378</b>	pax	
CR Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%		
BR Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%		
PT <sub>BD</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	200	seg	
PT <sub>PD</sub> Tiempo medio de proceso de pasajero en el Control de Pasaportes	72	seg	
MQT Máximo tiempo esperando en la cola del Control de Pasaportes	10	5	seg
CF Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15	
<b>PD</b> Numero de mostradores de Control de Pasaportes	<b>13</b>	<b>15</b>	
PD <sub>0</sub> Profundidad del area del Control de Pasaportes	3	m	
PD <sub>w</sub> Ancho del area del Control de Pasaportes	2,2	m	
<b>A</b> Area requerida para Control de Pasaportes	<b>318</b>	<b>283</b>	m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los Controles de Pasaportes	<b>110</b>	<b>68</b>	pax
SP Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>	
W Ancho del pasillo de salida del Control de Pasaportes	3,5	m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Control de Seguridad

Tabla 69.- Cálculo Control de Seguridad – HIV-Tráfico Internacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS	VALORES (MIN/MAX)		
LOS Nivel de servicio	C		
CD Número de mostradores de facturación abiertos	42		
PT <sub>CD</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	201	seg	
BD Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0		
PHP Pasajeros / Hora Pico	1.059	pax/h	
PK Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%		
<b>PK-30min</b> Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	<b>376</b>	pax	
CR Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%		
BR Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%		
PT <sub>BD</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg	
PT <sub>SEC</sub> Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg	
MQT Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5	seg
CF Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15	
<b>SEC</b> Numero de filtros de seguridad	<b>4</b>	<b>5</b>	
SEC <sub>0</sub> Profundidad del area del filtro de seguridad	12	m	
SEC <sub>w</sub> Ancho del area del filtro de seguridad	3	m	
<b>A</b> Area requerida para filtros de seguridad	<b>324</b>	<b>308</b>	m <sup>2</sup>
<b>QMAX</b> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	<b>110</b>	<b>68</b>	pax
SP Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>	
W Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Salas de Embarque

Tabla 70.- Cálculo Salas de Embarque – HIV-Tráfico Internacional

DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS Nivel de servicio	C		
AC ¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI		
<b>A<sub>1/2</sub></b> Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	<b>1.955</b>	<b>1.579</b>	m <sup>2</sup>
<b>AS<sub>1/2</sub></b> Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	1.059	pax	
LF Factor de carga de las aeronaves	100%		
<b>SR</b> Ratio de asientos (LOS)	<b>70%</b>	<b>50%</b>	
SR <sub>f</sub> Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%		
G <sub>f</sub> Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%		
S <sub>2</sub> Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5	m <sup>2</sup>
S <sub>3T</sub> Espacio por pasajero de pié	1,2	1	m <sup>2</sup>
X Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%		
PL Longitud del dique	150 m		
CD Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE		
P <sub>w</sub> Anchura del dique	20,85	17,85 m	
Gld <sub>1/2</sub> Anchura de la sala de embarque	14	11 m	
W Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85 m		

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

#### Proceso de Llegadas

#### Control de Pasaportes (Inmigración)

Tabla 71.- Cálculo Control de Inmigración – HIV-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS		
PARAMETROS	VALORES	
<b>PCi</b> Número Aproximado de Mostradores de Control de Pasportes en Llegadas	<b>16</b>	
PHP Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.032	
PK Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,66	
PT Tiempo medio de proceso de Control de Pasajeros de Llegadas (en segundos)	80	
MQT Tiempo Máximo de permanencia en cola (en minutos)	10	
<b>A</b> Area requerida para zona de Control de Pasaportes de Llegadas	<b>313</b>	
<b>PC</b> Número Total de Mostradores de Control de Pasportes en Llegadas	<b>24</b>	
PCd Profundidad del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	3	
PCw Anchura del Mostrador de Control de Pasaportes (en metros)	2	
<b>QMAX</b> Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola para Control de Pasaportes	<b>197</b>	
SP Espacio por pasajero (en m2)	1	
W Anchura Corredor delante/detrás de Mostradores (en metros)	4	

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Sala de Recojida de Equipajes

Tabla 72.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes – HIV Tráfico Internacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
CL(WB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107
PAX(WB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
CL(NB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69
PAX(NB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
BC (WB)	Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	2,00
BC (NB)	Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	1,00
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	1032
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0,5
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	0,5
OT (WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT (NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
AC/(WB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699
AC/(NB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
A	Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m <sup>2</sup> )	1.887

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Aduanas

Tabla 73.- Cálculo Control de Aduana– HIV-Tráfico Internacional

INMIGRACION LLEGADAS (ADUANAS)		
PARAMETROS		VALORES
PI	Número de Unidades Primarias de Inspección Aduanera (unidades simples)	3,00
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.032
PK	Factor pico de 30 minutos (en % del PHP)	0,5
PT (PI)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección Primaria	10
PT (XR)	Tiempo medio de Proceso por pax en Inspección RX (en segundos)	20
XR	Número de Unidades Rayos X.	7,00
IR	Ratio de Pasajeros a ser Inspeccionados	1,00
Pid	Profundidad de Línea de Inspección Primaria	3,00
Piw	Anchura de Línea de Inspección Primaria	2,20
MQT(PI)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección (en minutos)	5
MQT(XR)	Témpo Máximo de Espera en Unidad Primaria de Inspección/Rayos X (en minutos)	3
A	Superficie necesaria para Máquinas de Rayos X	231
XRd	Profundidad de Unidad de Inspección de RX (en metros)	4,00
XRw	Anchura de Unidad de Inspección RX (en metros). Incluyendo eipo RX, Circulación y Posición d Operador	3,00
QMAX	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola para Control de Aduanas	6
SP	Espacio por pasajero (en m <sup>2</sup> )	1,30
W	Anchura Corredor detrás de Mostradores (en metros)	3,00

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 74.- Cálculo Hall de Llegadas – HIV-Tráfico Internacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Llegadas	430
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.032
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
A	Area requerida para Hall de Llegadas	559
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	20%
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m <sup>2</sup> )	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Tráfico Doméstico

Proceso de Salidas

Hall de Salidas

Tabla 75.- Cálculo Salas de Facturación – HIV-Tráfico Nacional

HALL DE SALIDAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Salidas	878
PHP	Pasajeros Hora Punta de Salidas	1586
VPP	Número de acompañantes por pasajero	0,66
AOP	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	20
AOV	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
A	Area requerida para Hall de Salidas	2018
SPP	Superficie por persona necesaria de acuerdo a LOS requerido	2,3

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Facturación

Tabla 76.- Cálculo Salas de Facturación – HIV-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE FACTURACIÓN		CÁLCULOS	
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD <sub>F</sub>	Número de mostradores (FIRST CLASS)	3	4
CD <sub>B</sub>	Número de mostradores (BUSSINESS CLASS)	6	6
CD <sub>E</sub>	Número de mostradores (ECONOMY CLASS)	32	39
CD	Número de mostradores ajustado a variabilidad de demanda pico	43	53
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1586	pax/h
PK	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	66%	
P <sub>F</sub>	Porcentaje de First Class	5%	
P <sub>B</sub>	Porcentaje de Bussiness Class	10%	
CR	Porcentaje de uso de Facturación tradicional	70%	
PT <sub>F</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (FIRST CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>B</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (BUSSINESS CLASS) en segundos	150	seg
PT <sub>E</sub>	Tiempo de proceso por pasajero (ECONOMY CLASS) en segundos	150	seg
MQT <sub>F</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	3	0 minutos
MQT <sub>B</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (BUSSINESS CLASS)	5	3 minutos
MQT <sub>E</sub>	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	20	10 minutos
CF <sub>F</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (FIRST CLASS)	1,22	1
CF <sub>B</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (BUSSINESS CLASS)	1,15	1,22
CF <sub>E</sub> <sup>+</sup>	Factor de corrección Peak Hour (ECONOMY CLASS)	1	1,06
A	Area de zona de formación de colas de facturación	917	1.033 m <sup>2</sup>
CD <sub>d</sub>	Profundidad del area de proceso de facturación	2,5	m
CD <sub>w</sub>	Anchura del area de proceso de facturación	2	m
QMAX <sub>F</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (FIRST CLASS)	5	1 pax
QMAX <sub>B</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (BUSSINESS CLASS)	14	9 pax
QMAX <sub>E</sub>	Máximo N° de pasajeros esperando en la cola de facturación (ECONOMY CLASS)	256	181 pax
QMAX	Máximo N° total de pasajeros esperando en la cola de facturación	275	191 pax
SP	Espacio por pasajero	1,3	1,8 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Control de Seguridad

Tabla 77.- Cálculo Control de Seguridad – HIV-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE FILTRO DE SEGURIDAD			
PARAMETROS		VALORES (MIN/MAX)	
LOS	Nivel de servicio	C	
CD	Número de mostradores de facturación abiertos	43	
PT <sub>ca</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el mostrador de facturación en segundos	150	seg
BD	Número de sistemas de proceso automático de equipajes abiertos	0	
PHP	Pasajeros / Hora Pico	1586	pax/h
PK	Factor original de pico de 30 minutos (en % del PHP)	70%	
PK-30min	Factor de pico de 30 minutos (en % del PHP)	516	pax
CR	Porcentaje de uso de Sistema de Facturación Tradicional	100%	
BR	Porcentaje de pasajeros usando sistema de facturación de equipaje automático	0%	
PT <sub>BD</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el sistema automático en segundos	96	seg
PT <sub>SEC</sub>	Tiempo medio de proceso de equipaje en el filtro en segundos	20	seg
MQT	Máximo tiempo esperando en la cola de facturación	10	5 seg
CF	Factor de corrección Peak Hour	1,06	1,15 seg
SEC	Número de filtros de seguridad	5	6
SEC <sub>0</sub>	Profundidad del área del filtro de seguridad	12	m
SEC <sub>w</sub>	Ancho del área del filtro de seguridad	3	m
A	Área requerida para filtros de seguridad	420	381 m <sup>2</sup>
QMAX	Máximo Nº de pasajeros esperando en la cola de los filtros de seguridad	150	93 pax
SP	Espacio por pasajero	1,2	1 m <sup>2</sup>
W	Ancho del pasillo de salida de los filtros	4	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Salas de Embarque

Tabla 78.- Cálculo Salas de Embarque – HIV-Tráfico Nacional

CÁLCULO DE SALAS DE EMBARQUE			
DEFINICIÓN DE PARÁMETROS		VALORES (MAX/MIN)	
LOS	Nivel de servicio	C	
AC	¿Existen áreas comerciales con asientos en salas de embarque? (SI/NO)	SI	
A <sub>1/2</sub>	Área de la sala de embarque en configuración OPEN-GATE que atiende a la mitad del dique (m <sup>2</sup> )	2.928	2.365 m <sup>2</sup>
AS <sub>1/2</sub>	Nº total de plazas ofertadas por las aeronaves parqueadas en la mitad del dique	1.586	pax
LF	Factor de carga de las aeronaves	100%	
SR	Ratio de asientos (LOS)	70%	50%
SR <sub>1</sub>	Factor de ajuste del Ratio de asientos	10%	
G <sub>1</sub>	Factor de ajuste de sala de espera en configuración OPEN-GATE	90%	
S <sub>3</sub>	Espacio por asiento (m <sup>2</sup> )	1,7	1,5 m <sup>2</sup>
S <sub>ST</sub>	Espacio por pasajero de pié	1,2	1 m <sup>2</sup>
X	Espacio adicional para operaciones de embarque (en % del valor total)	20%	
PL	Longitud del dique	150	m
CD	Configuración del dique (DOBLE/SIMPLE)	SIMPLE	
P <sub>w</sub>	Anchura del dique	26,85	22,85 m
GL <sub>1/2</sub>	Anchura de la sala de embarque	20	16 m
W	Ancho del pasillo, incluidos dispositivos móviles (m)	6,85	m

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Proceso de LlegadasSala de Recogida de Equipajes

Tabla 79.- Cálculo Sala de Recogida de Equipajes– HIV-Tráfico Nacional

RECOGIDA DE EQUIPAJES		
PARAMETROS		VALORES
CL(WB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros WB (en metros)	107
PAX(WB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Wide Body)	280
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
CL(NB)	Frontal de Hipódromo útil para Pasajeros NB (en metros)	69
PAX(NB)	Número de Pasajeros Aeronave de Diseño (Narrow Body)	180
SP	Frontal de Hipódromo por pasajero (m)	0,85
PR	Ratio (Porcentaje) de pasajeros con equipaje	0,9
RR	Ratio (Porcentaje) de Recirculación	0,5
BC(WB)	Número de Hipódromos "Wide Body" necesario	0,00
BC(NB)	Número de Hipódromos "Narrow Body" necesario	3,00
PHP	Pasajeros Hora Punta Llegadas	1549
P(WB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Wide Body"	0
P(NB)	Proporción de pasajeros de Llegadas en Aeronaves "Narrow Bod"	1
OT(WB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Wide Body"	45
OT(NB)	Tiempo de Ocupación media para Aeronaves "Narrow Body"	20
AC/(WB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Wide Body"	699
AC/(NB)	Área necesaria para un Hipódromo para Aeronave "Narrow"	489
Cw	Anchura de Hipódromo (m)	6
SB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en el entorno de Hipódromo.	5
EB	Anchura en metros (incluyendo ambos lados) de la zona de movimiento de pax en extremos de Hipódromo.	10
A	Área necesaria Hall de Recogida de Equipajes (m <sup>2</sup> )	1.466

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.

Hall de Llegadas

Tabla 80.- Cálculo Hall de Llegadas– HIV-Tráfico Nacional

HALL DE LLEGADAS		
PARAMETROS		VALORES
P	Personas presentes en Hall de Llegadas	645
PHP	Pasajeros Hora Punta de Llegadas	1.549
T(P)	Tiempo de permanencia de Pasajeros (en minutos)	5
T(v)	Tiempo de permanencia de Acompañantes (en minutos)	20
VR	Ratio de Acompañantes por Pasajero	1
A	Área requerida para Hall de Llegadas	839
SR	Ratio (Porcentaje) de Asientos en Hall de Llegadas	0,20
SP(S)	Superficie por persona Sentada (m <sup>2</sup> )	1,7
SP(ST)	Superficie por persona de Pié	1,2

Fuente: Elaboración propia. IATA ADRM 10.



#### 4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO. IATA ADRM EDICIÓN 10

##### 4.1. Área de Facturación

**Paso 1.** Cálculo del número aproximado de mostradores utilizando las siguientes ecuaciones:

$$CDY = (PHP * PK * (1 - PJ - Pf) * CR * (PTY / 60)) / (30 + MQTY)$$

$$CDJ = (PHP * PK * PJ * CR * (PTJ / 60)) / (30 + MQTJ)$$

$$CDF = (PHP * PK * Pf * CR * (PTf / 60)) / (30 + MQTf)$$

**Paso 2.** Ajustar los requerimientos para tener en cuenta la variabilidad en la distribución de la presentación de pasajeros dentro del periodo hora punta y en el tiempo de proceso utilizando la siguiente ecuación:

$$CD = CDY * Cf + CDJ * Cf + CDF * Cf$$

**Paso 3.** Calcular el número máximo de pasajeros en cola utilizando la ecuación:

$$QMAX = Qf * Peak\ 30\text{-min}$$

**Paso 4.** Calcular el área necesaria para el procesamiento de salida utilizando la siguiente ecuación:

$$A = (CD * CDD * CDw) + QMAX * SP + (CD * CDw * W)$$

Dónde:

Tabla 81.- Factores Cf y Qmax

Correction Factor (Cf) for Demand Variability (when less than 30 min. peak)	
For MQT	CF
3	1.21
4	1.22
5	1.15
10	1.06
15	1.01
20	1.00
25	1.00
30	1.00

QMAX Calculation Factor (Qf)	
MQT	Qf
3	0.120
4	0.151
5	0.183
10	0.289
15	0.364
20	0.416
25	0.453
30	0.495

Fuente: IATA ADRM 10.

##### 4.2. Control de emigración (Pasaportes). Pasajeros Salidas

**Paso 1.** Calcular la demanda desde el proceso inicial

$$PK30MIN = Peak\ CD\ Throughput + Peak\ BD\ Throughput + Peak\ by\text{-}passing\ throughput$$

$$PK30MIN = (CD * (60/PTCD) * 30) + (BD * (60/PTBD) * 30) + (PHP * PK * (1 - (CR + BR)))$$

Condición B: Si el control de seguridad está antes del control de emigración la formula a utilizar es la siguiente:

$$PK30MIN = SEC * (60/PTsec) * 30$$

**Paso 2.** Calcular el número aproximado de mostradores de Control de Emigración utilizando la siguiente expresión:

$$PDi = (PK30MIN * (PTPD / 60)) / (30 + MQT)$$

**Paso 3.** Ajustar las necesidades o requerimientos para tener en cuenta la variabilidad en la demanda para un periodo pico y en tiempo de proceso utilizando la siguiente ecuación:

$$PD = PDi * Cf$$

**Paso 4.** Calcular el número máximo de pasajeros en cola utilizando la siguiente formula:

$$QMAX = Qf * Peak\ 30\text{-min}$$

**Paso 5.** Calcular el área necesaria para control de emigración (pasaportes) en salidas utilizando la siguiente ecuación:

$$A = (PD * PDD * PDw) + QMAX * SP + (PD * PDw * W)$$

Dónde:

Tabla 82.- Factores Cf y Qf

Correction Factor (Cf) for Demand Variability (when less than 30 min. peak)	
For MQT	CF
3	1.21
4	1.22
5	1.15
10	1.06
15	1.01
20	1.00
25	1.00
30	1.00

Fuente: IATA ADRM 10.

QMAX Calculation Factor (Qf)	
MQT	Qf
3	0.120
4	0.151
5	0.183
10	0.289
15	0.364
20	0.416
25	0.453
30	0.495

Fuente: IATA ADRM 10.

##### 4.3. Control de Seguridad. Pasajeros Salidas

**Paso 1.** Calcular la demanda desde el proceso inicial.

$$PK30MIN = Peak\ CD\ Throughput + Peak\ BD\ Throughput + Peak\ by\text{-}passing\ throughput$$

$$PK30MIN = (CD * (60/PTCD) * 30) + (BD * (60/PTBD) * 30) + (PHP * PK * (1 - (CR + BR)))$$

Condición B: Si el Control de Emigración (pasaportes) está antes de Control de Seguridad de Salidas se utilizará la siguiente formula:

$$PK30MIN = Peak\ emigration\ throughput$$

$$PK30MIN = PD * (60/PTpd) * 30$$

**Paso 2.** Calcular el número aproximado de líneas de Control de Seguridad necesarias:

$$SECi = (PK30MIN * (PTSEC/60)) / (30 + MQT)$$

**Paso 3.** Ajustar las necesidades o requerimientos para tener en cuenta la variabilidad en la demanda para un periodo de 30 minutos:

$$SEC = SECi * Cf$$

**Paso 4.** Calcular el número máximo de pasajeros en cola:

$$QMAX = Qf * PK30MIN$$

**Paso 5.** Calcular el área necesaria para el proceso global de Control de Seguridad en Salidas:

$$A = Area\ of\ Security\ Lanes + Area\ for\ Queuing + Area\ for\ Egress$$

$$A = (SEC * SECd * SECw) + (QMAX * SP) + (SEC * SECw * W)$$

Dónde:

Tabla 83.- Factores Cf y Qf

Correction Factor (Cf) for Demand Variability (when less than 30 min. peak)	
For MQT	CF
3	1.21
4	1.22
5	1.15
10	1.06
15	1.01
20	1.00
25	1.00
30	1.00

QMAX Calculation Factor (Qf)	
MQT	Qf
3	0.120
4	0.151
5	0.183
10	0.289
15	0.364
20	0.416
25	0.453
30	0.495

Fuente: IATA ADRM 10.

#### 4.4. Salas de Embarque

**Paso 1.** Determinar la máxima capacidad de asientos ofrecida por las aeronaves atendidas desde un lado del muelle de embarque incluida las posiciones remotas. A continuación repetir la operación para el otro lado del muelle, si aplica (AS1/2).

**Paso 2.** Calcular la superficie necesaria para salas de embarque utilizando las formulas:

$$A(1/2) = [(AS(1/2) * LF * SR * (1 + SRf) * Gf * SS) + (AS(1/2) * LF * (1 - SR) * SST)] * (1 + X)$$

**Paso 3.** Repetir el Paso 2 para el otro lado del muelle, si aplica.

**Paso 4.** Calcular la anchura de la sala de embarque utilizando la siguiente formula:

$$GLd(1/2) = A(1/2) / PL$$

**Paso 5.** Repetir los cálculos del Paso 4 para el otro lado del muelle, si aplica.

**Paso 6.** Calcular la anchura total del muelle aplicando la siguiente ecuación:

$$Pw = GLd1 + GLd2 + W$$

#### 4.5. Control de Pasaportes (Inmigración). Pasajeros Llegadas

**Paso 1.** Calcular el número de mostradores utilizando la siguiente ecuación:

$$PCi = (PHP * PK * (PT / 60)) / (30 + MQT)$$

**Paso 2.** Ajustar las necesidades para tener en cuenta la variabilidad en la distribución de pasajeros de llegadas dentro del periodo pico utilizando la siguiente ecuación:

$$PC = PCi * Cf$$

**Paso 3.** Calcular el número de pasajeros en cola utilizando la siguiente formula:

$$QMAX = Qf * Peak 30-min$$

**Paso 4.** Calcular el área necesaria para el proceso global de Control de Pasaportes en Llegadas (Inmigración) utilizando la siguiente formula:

$$A = (PC * PCd * PCw) + (QMAX * SP) + (PC * PCw * W)$$

Dónde:

Tabla 84.- Factores Cf y Qf

Correction Factor (Cf) for Demand Variability (when less than 30 min. peak)	
For MQT	CF
3	1.21
4	1.22
5	1.15
10	1.06
15	1.01
20	1.00
25	1.00
30	1.00

QMAX Calculation Factor (Qf)	
MQT	Qf
3	0.120
4	0.151
5	0.183
10	0.289
15	0.364
20	0.416
25	0.453
30	0.495

Fuente: IATA ADRM 10.

#### 4.6. Recogida de equipajes

**Paso 1.** Determinar la longitud frontal de carrusel necesaria para acomodar a los pasajeros provenientes desde una aeronave específica atendida en la sala de recogida. Determinar la longitud frontal de carrusel necesaria mediante la siguiente formula:

$$CL(NB/WB) = PAX(NB/WB) * SP * PR * RR$$

**Paso 2.** Determinar el número de carrouseles necesarios utilizando la siguiente formula:

$$BC(NB/WB) = (PHP * P(NB/WB) * OT(NB/WB)) / (60 * PAX(NB/WB))$$

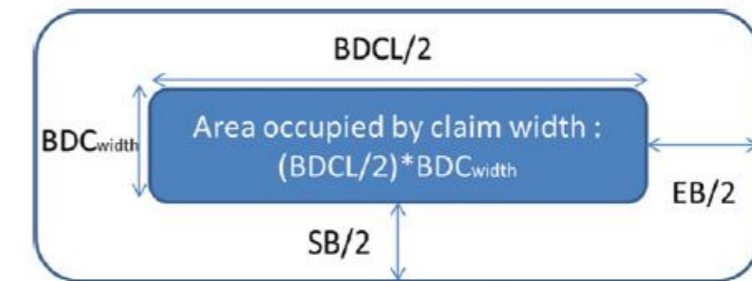
**Paso 3.** Determinar el área de la Sala de Recogida:

$$AC(NB/WB) = (Cw + SB) * ((CL(NB/WB) / 2) + EB)$$

**Paso 4.** Una vez que se tiene el área para los diferentes carrouseles determinar el área total mediante la expresión:

$$A = BCNB * ACNB + BCWB * ACWB$$

Ilustración 1 Espacio requerido en carrouseles de recogidas de maletas



Fuente: IATA ADRM 10.

#### 4.7. Proceso de Aduanas

**Paso 1.** Calcular el número de posiciones de Aduanas necesarias utilizando la siguiente ecuación (Considerando que todos los pasajeros pasan a través de ella)

$$PI = (PHP * PK * (PTPI / 60) * Cf) / (30 + MQT)$$

**Paso 2.** Calcular el número máximo de pasajeros en cola:

$$QMAX = Qf * Peak 30-min$$

**Paso 3.** Calcular el área necesaria para implantar el Control de Aduanas:

$$API = (PI * Pld * Plw) + (QMAX * SP) + (PI * Plw * W)$$

**Paso 4.** Calcular el número de unidades de Rayos X necesarios utilizando la expresión:

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

$$XR = [(PHP * PK * IR * (PTXR/60)) / (30 + MQT)] * Cf$$

**Paso 5.** Calcular el número máximo de pasajeros en cola:

$$QMAX = Qf * Peak 30-min$$

**Paso 6.** Calcular el área necesaria para el proceso de Rayos X utilizando la ecuación:

$$AXR = (XR * XRd * XRw) + (QMAX * SP) + (XR * XRw * W)$$

Dónde:

Tabla 85.- Factores Cf y Qf

QMAX Calculation Factor (Qf)	
MQT	Qf
3	0.120
4	0.151
5	0.183
10	0.289
15	0.364
20	0.416
25	0.453
30	0.495

Correction Factor (Cf) for Demand Variability (when less than 30 min. peak)	
For MQT	CF
3	1.21
4	1.22
5	1.15
10	1.06
15	1.01
20	1.00
25	1.00
30	1.00

Fuente: IATA ADRM 10.

#### 4.8. Hall de Llegadas.

**Paso 1.** Calcular el número de personas presentes en el Hall de Llegadas utilizando la siguiente ecuación:

$$P = ((PHP * TP) / 60) + ((PHP * VR * TV) / 60)$$

**Paso 2.** Calcular el área a suministrar en el Hall de Llegadas utilizando la siguiente ecuación:

$$A = (P * SR * SPS) + (P * (1 - SR) * SPST)$$

#### 4.9. Hall de Salidas

El Hall de Salidas es el primer espacio que se encuentra el pasajero cuando entra en el Edificio Terminal. Su principal función es albergar a los pasajeros y acompañantes en su primer contacto dentro del Edificio Terminal. Normalmente el Hall de Salidas se compone de las siguientes utilidades:

- Oficinas de Información y Venta de Billetes de Compañías Aéreas.
- Zonas de Asientos
- Servicios (aseos, teléfonos públicos, Puestos de Self-Checking, Puntos de Acceso a Internet, etc.)
- Concesiones (café, restaurantes, tiendas, cambio de moneda, etc...)

El apartado siguiente define los elementos incluidos en el hall de salidas y detalla la metodología e hipótesis utilizadas para el programa de necesidades contemplado en este documento.

El Hall de Salidas, situado entre la acera de vehículos de salidas y la zona de facturación, provee las áreas de circulación y espera para los pasajeros y acompañantes. Debe permitirse la circulación de carritos de equipajes y deberá estar dotado de mostradores de información y un Sistema de Información de vuelos (FIDS) para pasajeros de salidas. El cálculo de la superficie necesaria se basa un método basado en ratios. No hay distinción entre pasajeros Nacionales e Internacionales. Para su cálculo se toma como dato de partida el número de pasajeros nacionales e internacionales así como sus acompañantes.

Para el cálculo de la superficie necesaria se utiliza la siguiente formula:

$$Hall\ de\ Salidas\ (Área\ Pública) = PP * (AOP * PHP / 60) + SPP * (AOV * PHP * VPP / 60)$$

#### 4.10. Niveles de servicio de referencia en Edificios Terminales de Aeropuertos

Tabla 86.- Guía de Niveles de Servicio para Edificios Terminales de pasajeros, IATA ADRM V10

ADRM 10<sup>th</sup> edition

Passenger Terminal Processor	SPACE STANDARDS FOR WAITING AREAS (m <sup>2</sup> /pass)					WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)					WAITING TIME STANDARDS FOR PROCESSING FACILITIES (Minutes)					PROPORTION OF SEATED OCCUPANTS (%)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
ADRM 9th Edition	Over design	Optimum	Suboptimal	Over design	Optimum	Over design	Optimum	Suboptimal	Over design	Optimum	Over design	Optimum	Suboptimal	Over design	Optimum	Over design	Optimum	Suboptimal	Over design	Optimum
ADRM 10th Edition	>2.3	2.3	<2.3																	
Public Departure Hall																				
Check-in																				
Self-Service Boarding Pass / Tagging	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3			0	0-2	>2			0	0-2	>2							
Bag Drop Desk (queue width 1.4 - 1.6 m)	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3			0	0-5	>5			0	0-3	>3							
Check-in Desk (queue width 1.4 - 1.6 m)	>1.8	1.3 - 1.8	<1.3			<10	10-20	>20			Business Class Check-in Desk	<3	3-5	>5						
											First Class Check-in Desk	0	0-3	>3						
Security Checkpoint (queue width: 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1			<5	5-10	>10			Fast Track	0	0-3	>3						
Emigration (Passport Control) (queue width: 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1			<5	5-10	>10			Fast Track	0	0-3	>3						
Boarding Gate Lounge																				
Seating	>1.7	1.5 - 1.7	<1.5																	
Standing	>1.2	1.0 - 1.2	<1													>70%	50%-70%	<50%		
Immigration (Passport Control) (queue width: 1.2 m)	>1.2	1.0 - 1.2	<1			<10	10	>10			Fast Track	<5	5	>5						
Transfers						<5	5	>5				0	0-3	>3						
Baggage Claim Area											First passenger to first bag	0	0-15	>15						
Narrow Body	>1.7	1.5 - 1.7	<1.5			<0	0-15	>15			First passenger to first bag	0	0-15	>15						
Wide Body	>1.7	1.5 - 1.7	<1.5			<0	0-25	>25												
Public Arrival Hall	>1.7	1.2 - 1.7	<1.2								n.a. Priority bags to be delivered before Economy					>20%	15%-20%	<15%		
CP Lounges																				

<sup>1</sup> The lower limit is only to be considered if extensive F+B seating is provided in the departure lounge, or, concession zone seating available

Source: IATA

Fuente: IATA ADRM 10.

Tabla 87.- Guía de Niveles de Servicio para Edificios Terminales de pasajeros, IATA ADRM V19 y V8

ADRM 9<sup>th</sup> edition

		A	B	C	D	E
CHECK-IN FOR SINGLE QUEUE	Few carts and few passengers with check-in luggage(row width 1.2m)	1.7	1.4	1.2	1.1	0.9
	Few carts and 1or 2 pieces of luggage per passenger (row width 1.2m)	1.8	1.5	1.3	1.2	1.1
	High percentage of passengers using carts (row width 1.4m)	2.3	1.9	1.7	1.6	1.5
	Heavy' flights with 2 or more items per passenger and a high percentage of passengers using carts(row with 1.4m)	2.6	2.3	2	1.9	1.8
WAIT/ CIRCULATION AREA	Airside - no carts				1.5	
					1.3	
	Public area after check-in -few carts				1.8	
	Departure before check-in -carts				1.1	
				2.3		
				0.9		
PASSPORT CONTROL		1.4	1.2	1	0.8	0.6
HOLD ROOMS	Maximum Occupancy rate	40%	50%	65%	80%	95%
BAGGAGE CLAIM	Retrieval and Peripheral Area	2.6	2	1.7	1.3	1

Source: IATA

Fuente: IATA ADRM 9

ADRM 8<sup>th</sup> edition

		A	B	C	D	E
CHECK-IN QUEUE AREA		1.8	1.6	1.4	1.2	1.0
WAIT/CIRCULATE		2.7	2.3	1.9	1.5	1.0
HOLD ROOM		1.4	1.2	1.0	0.8	0.6
BAG CLAIM AREA(EXCL. CLAIM DEVICE)		2.0	1.8	1.6	1.4	1.2
GIS(GOVERNMENT INSPECTION)		1.4	1.2	1.0	0.8	0.6

Source: IATA

Fuente: IATA ADRM 8



## 5. CÁLCULO DE NECESIDADES: PUERTAS DE EMBARQUE

En el Estudio de la Evolución Previsible de la Demanda, se definieron los horizontes de tráfico que suponen los disparadores o “triggers” para las ampliaciones del Aeropuerto, que se resumen a continuación:

Tabla 88.- Parámetros de diseño de los horizontes de tráfico

VALOR	PREVISIONES DE TRÁFICO / VALORES HORA PICO DE DISEÑO				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
AHD Totales	19	24	26	29	33
AHD Totales Salidas	11	14	16	17	20
AHD Totales Llegadas	10	13	14	15	18
AHD Nacionales	17	22	25	26	29
AHD Nacionales Salidas	10	13	15	15	18
AHD Nacionales Llegadas	10	14	15	16	16
AHD Internacionales	5	6	7	8	11
AHD Internacionales Salidas	3	4	4	5	7
AHD Internacionales Llegadas	3	3	3	4	7

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de estos horizontes se propone en el Capítulo 6: Desarrollo Propuesto de este presente Plan Maestro con las siguientes configuraciones generales:

Tabla 89.- Propuesta de Desarrollo de la Plataforma Comercial

Configuración	Puestos totales (máxima configuración)	Puestos en primera línea
Estado actual	11	7
Corto plazo	11 <sup>1</sup>	7
Horizonte I	15	9 (3 E+3C ó 9C)
Horizonte II	15	9 (3 E+3C ó 9C)
Horizonte III	18	14 (5 E+4C ó 14C)
Horizonte IV	20	14 (5 E+4C ó 14C)

Fuente: Elaboración propia

<sup>1</sup> Incluiría apoyo puntual de la plataforma Echo para incrementar la capacidad de 19 a 20 AHD

En lo que respecta a la proporción de puestos en contacto/remotos, el criterio a aplicar será la atención al máximo porcentaje de pasajeros con una adecuada eficiencia.

En primer lugar se procede a analizar el porcentaje de puestos en contacto que garantiza el tratamiento de al menos un 90% del tráfico.

Tabla 90.- Número total de posiciones de estacionamiento ocupadas en la plataforma comercial (año 2015)

Puestos totales ocupados	Porcentaje	Acumulado
0	0,49%	0,5%
1	2,42%	2,9%
2	10,99%	13,9%
3	22,54%	36,4%
4	26,14%	62,6%
5	20,04%	82,6%
6	10,92%	93,5%
7	4,68%	98,2%
8	1,49%	99,7%
9	0,28%	100,0%
10	0,01%	100,0%
11	0,00%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SACSA

La construcción de esta tabla se basa en los datos de ocupación de puestos en 2015, tabla que registra las fechas y horas de inicio y final de ocupación, tipo de aeronave e identificación del puesto, entre otros campos.

Por tanto, manteniendo un perfil de tráfico similar al actual, si el 55% (6 de 11) de las posiciones de estacionamiento cuentan con pasarela, se garantiza un tráfico potencial superior al 90% atendido en ellas.

En lo que respecta a la eficiencia, generalmente se mide en términos de número de pasajeros atendido anualmente en cada pasarela, estableciéndose generalmente el valor de 300.000 pasajeros por pasarela como mínimo de rentabilidad. En este caso, con 6 pasarelas, se tendrían más del doble de pasajeros por cada una de media, por lo que este parámetro queda garantizado. Esto se debe a la baja estacionalidad del Aeropuerto y a la buena relación entre PHD/pax anuales (es decir, las puntas son menos acusadas de lo habitual en aeropuertos similares).

Con estos datos, las necesidades mínimas de pasarelas para garantizar la atención del 90% del tráfico serían las siguientes:

Tabla 91.- Número total de posiciones de estacionamiento en contacto necesarias en la plataforma comercial

Configuración	Puestos totales (máxima configuración)	Puestos con pasarela	Distribución
Estado actual	11	6	7
Corto plazo	11	6	7
Horizonte I	15	8	3 MARS con doble pasarela E/2C + 2C
Horizonte II	15	8	3 MARS con doble pasarela E/2C + 2C
Horizonte III	18	10	5 MARS con doble pasarela E/2C
Horizonte IV	20	12	5 MARS con doble pasarela E/2C + 2C

Fuente: Elaboración propia

Página intencionadamente en blanco



# Anexo VI.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



CONTENIDO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO

**AMBIENTAL ..... 3**

1. INTRODUCCIÓN ..... 3

1.1. Objeto y Alcance ..... 3

1.2. Antecedentes y Marco Normativo ..... 4

2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO ..... 7

2.1. Situación del Aeropuerto ..... 7

2.2. Actuaciones Previstas ..... 7

2.3. Relación con otros planes y programas ..... 8

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO 11

3.1. Áreas de Influencia Ambiental ..... 11

3.2. Medio Físico ..... 11

3.3. Medio biótico ..... 15

3.4. Medio Socio-Económico ..... 19

4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ..... 23

4.1. Afecciones acústicas ..... 23

4.2. Afecciones a la Ciénaga y la biodiversidad del entorno ..... 23

4.3. Otras afecciones ambientales ..... 24

5. PLAN DE MANEJO ..... 27

5.1. Prevención y corrección de la afección acústica ..... 27

5.2. Protección de la calidad química del Aire ..... 28

5.3. Protección de la calidad de las aguas ..... 29

5.4. Protección del Suelo ..... 30

5.5. Protección de la Biodiversidad y la vegetación ..... 31

5.6. Protección de la Fauna ..... 32

5.7. Medidas de Adecuación al Planeamiento ..... 33

5.8. Medidas de Participación Social ..... 33

5.9. Cuadro Resumen de factores afectados, valoración de impactos y medidas correctoras ..... 34

5.10. Programa de Monitoreo y Seguimiento ..... 34

5.11. Medidas Generales a Incorporar en Futuros Proyectos ..... 35

6. COSTOS ASOCIADOS A LAS ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES ... 37

6.1. Costos del Plan de Manejo Ambiental ..... 37

**APÉNDICE I: CONTAMINACIÓN ACÚSTICA ..... 38**

1. OBJETIVOS ..... 38

2. METODOLOGÍA ..... 38

3. NORMA NACIONAL DE RUIDO AMBIENTAL ..... 38

3.1. Norma Aeropuertos ..... 39

4. ESCENARIOS DE CÁLCULO ..... 39

5. DATOS DE ENTRADA EN EL MODELO DE CÁLCULO ..... 39

5.1. Configuración física del Aeropuerto ..... 39

5.2. Utilización de las pistas en operaciones de aterrizaje y despegue ..... 40

5.3. Trayectorias de aterrizaje y despegue ..... 40

6. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MODELACIÓN ..... 42

6.1. Caso Base – Escenario Actual (2015) ..... 42

6.2. Horizonte 0: 5,1 MPax ..... 43

6.3. Horizonte I: 7,5 MPax ..... 44

6.4. Horizonte II: 8,5 MPax ..... 45

6.5. Horizonte III: 9,5 MPax ..... 46

7. CONCLUSIONES ..... 48

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Informe “Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez” se corresponde con el Anexo VI del “Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias”.

En origen, el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez no ha estado sujeto a la exigencia de obtención de Licencia Ambiental, puesto que la existencia de sus actividades es anterior a la “Ley Marco Ambiental Colombiana” (Ley 99/93). Si bien, para su desarrollo operativo es condición necesaria contar con un Plan de Manejo que determine los efectos potenciales que el desarrollo actual de la actividad aeroportuaria pueda tener sobre el medio físico, biológico y social.

No obstante, actualmente cuenta con la Licencia Ambiental Ordinaria por medio de la Resolución Nº 1168 de Octubre 31 de 1996, que el Ministerio de Medio Ambiente otorgó a la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC).

Se pretende en este nuevo Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo actualizar los resultados y las propuestas derivadas del Plan Maestro aprobado en 2015. Sin perjuicio de todos los requerimientos que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) ha solicitado al aeropuerto hasta la fecha, el objeto del presente informe es actualizar los posibles efectos ambientales que se deriven de las nuevas propuestas que recoge el Plan Maestro de Desarrollo, contemplando la posibilidad de que algunos efectos existentes varíen en función de los cambios que implican las nuevas actuaciones proyectadas.

Los desarrollos futuros en infraestructura y servicios (ampliaciones, modificaciones, etc.) estarán sujetos a los requerimientos de las autoridades ambientales, en cumplimiento de la legislación vigente sobre la materia, pudiendo el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible pronunciarse con nuevos requerimientos derivados del nuevo Plan Maestro de Desarrollo.

Asimismo, es objeto también de este estudio, integrar la **Evaluación Ambiental Estratégica** (en adelante, **EAE**).

La EAE es una herramienta estratégica para la planificación y el manejo ambiental del territorio y sus cambios derivados de la implementación de los planes y programas, y se aplica a niveles de decisión estratégicos que teóricamente anteceden al nivel de proyectos, para asegurar la introducción de la dimensión ambiental en el diseño de planes y programas.

Es, por tanto, un proceso sistemático e integral que identifica y plantea las consecuencias ambientales de planes y programas existentes, nuevos o en revisión. Analiza los impactos en el territorio, los recursos naturales y, básicamente, en el logro del desarrollo sustentable, con la consideración de los actores clave, a una escala mayor que incorpore

las sinergias de los posibles efectos ambientales que tendrán los futuros proyectos que se deriven del Plan.

El Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez se considera una oportunidad extraordinaria para la promoción de un crecimiento económico sólido y sostenible en la región. La evaluación ambiental estratégica ayuda a incorporar el respeto por el medio ambiente en todas las etapas del desarrollo: planificación, diseño, ingeniería, construcción y operación. Lo hace mediante la detección de los posibles impactos negativos desde las primeras etapas de la toma de decisiones, y puede tomar las medidas correctivas necesarias para mitigar estos efectos con el propósito de asegurar, a largo plazo, un mejor desempeño de esas decisiones, así como de su sostenibilidad ambiental.

### 1.1. Objeto y Alcance

El objeto del informe es analizar los posibles efectos ambientales que se pueden derivar de las estrategias y actuaciones que propone el Plan, de manera que la variable ambiental quede adecuadamente integrada en el desarrollo de las nuevas propuestas.

Además de la evaluación de los posibles efectos ambientales, el informe recoge también una revisión de los instrumentos y medidas existentes para evitar y, en su caso, reducir los posibles impactos negativos que se puedan derivar del desarrollo de las estrategias y actuaciones que finalmente se lleven a cabo, ya sea en fase de planificación (estudios previos, planes maestros), como en las fases posteriores de proyecto, obra y operación de las instalaciones aeroportuarias.

El informe se estructura en seis capítulos más un apéndice, que responden al alcance y contenido propios de un informe de evaluación ambiental tipo Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo, además de incorporaciones propias de la Evaluación Ambiental Estratégica que se consideran de gran utilidad en este caso.

Este primer apartado de introducción recoge el marco normativo de referencia desde la perspectiva ambiental a considerar en el análisis y la situación ambiental actual del Aeropuerto, así como los criterios ambientales y los principios de sostenibilidad que el estudio establece para el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias.

El segundo apartado incluye un resumen del contenido y estructura de la actualización del Plan Maestro de Desarrollo, un análisis de las actuaciones que lo componen y por último se describen las relaciones del Plan con otros Planes y Programas conexos.

El análisis de las actuaciones realizado tiene un carácter estratégico adecuado a la escala y grado de detalle de la fase de planificación en la que se encuentran las propuestas, y no pretende en ningún caso sustituir los correspondientes estudios de impacto ambiental que en cumplimiento de la Ley 99 de 1993 -Ley del Medio Ambiente- deban realizarse individualmente para cada proyecto.

En el tercer apartado se hace referencia al medio ambiente presumiblemente afectado por el desarrollo del Plan. A partir de la definición del ámbito de estudio y del área de influencia del Plan, se describen el estado actual del medio y su evolución previsible.

En el siguiente (cuarto), se describen los efectos de la alternativa seleccionada referidos a los principales aspectos ambientales: contaminación atmosférica, contaminación acústica, biodiversidad, medio hidrológico, calidad de aguas, suelos, residuos, patrimonio cultural, paisaje, ordenación territorial y medio socioeconómico.

El quinto apartado, correspondiente al Plan de Manejo, contiene las medidas propuestas para prevenir y reducir los efectos ambientales negativos caracterizados anteriormente. En él, se detallan las medidas de integración ambiental incorporadas a la revisión del Plan Maestro de Desarrollo, y se realiza una propuesta de medidas protectoras y correctoras a incorporar en los futuros proyectos asociados a las actuaciones propuestas. Asimismo se definen las medidas previstas para el seguimiento ambiental y auditoría del Plan Maestro de Desarrollo. Para ello se incluyen los aspectos objeto de seguimiento, los indicadores y el sistema de gestión y supervisión previsto.

Finalmente, el sexto apartado comprende un análisis de la viabilidad económica del conjunto de medidas propuestas.

El informe se completa con el Apéndice I donde se muestran en detalle los resultados cartográficos y cuantitativos de la evaluación de las afecciones acústicas de las nuevas actuaciones, así como el detalle del sistema utilizado para estas mediciones.

La metodología utilizada para la evaluación se ha adaptado a la escala y nivel de definición de las propuestas que se incluyen en la revisión del Plan Maestro de Desarrollo, teniendo en cuenta que muchas de ellas no están definidas en detalle y que será en fases posteriores a la planificación (proyectos básicos y constructivos) cuando se analicen y se tomen las decisiones relativas a algunas de sus características con potencial incidencia ambiental, cuya evaluación deberá ser recogida en los posteriores Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo de cada proyecto.

La metodología utilizada para la elaboración del informe incorpora un enfoque múltiple al considerar:

- Un tratamiento de los efectos globales, que permite considerar efectos indirectos y otros de carácter estratégico.
- La normativa y los estándares de la legislación ambiental de Colombia.
- Un tratamiento factorial para el análisis de los posibles efectos que pueden tener las actuaciones planteadas, teniendo presente el nivel de definición en el que se encuentran las mismas y el ámbito de análisis del plan.
- Finalmente, se definen una serie de recomendaciones adicionales para la fase de operación, en línea con las que actualmente se están poniendo en práctica en la gestión ambiental del aeropuerto.



## 1.2. Antecedentes y Marco Normativo

### Antecedentes en materia de cumplimiento ambiental

Como se mencionó anteriormente, por medio de la Resolución No 1168 de Octubre 31 de 1996, el Ministerio de Medio Ambiente otorgó Licencia Ambiental Ordinaria a la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil (UAEAC) “para la ejecución de las obras de ampliación del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, el cual se localiza en el Distrito Turístico y Cultural de Cartagena, en el departamento de Bolívar.”

Tal como lo manifiesta en su Artículo Tercero, la norma anteriormente citada condiciona la Licencia Ambiental otorgada, “al cumplimiento por parte de la UAEAC, de las medidas de manejo y control ambiental planteadas en el PMA del Estudio de Impacto Ambiental y además a las siguientes obligaciones:”, pasando luego a enunciarlas en los numerales del mismo Artículo Tercero y en los Artículos Cuarto, Quinto y Sexto del documento.

Posteriormente, y resolviendo un Recurso de Reposición a la citada Resolución 1168 de 1996, interpuesto por la UAEAC, el Ministerio expide la Resolución No 0200 de Marzo 12 de 1997, mediante la cual modifica parcialmente algunas de las obligaciones impuestas en la Resolución recurrida.

El 19 de Abril de 2001 el Tribunal Administrativo de Bolívar emite un fallo mediante el cual se acogieron las pretensiones de la demanda de una Acción Popular, en defensa de los derechos e intereses colectivos de los habitantes de los sectores de Rincón Guapo y Loma de Vidrio del barrio San Francisco, ubicado sobre el costado occidental de la pista del Aeropuerto Rafael Núñez, Caño Juan Angola en medio, Acción Popular ésta que fue impetrada por la Personería Distrital de Cartagena, con base en los literales a), g) y h) del Artículo 4º. de la Ley 472 de 1998, que a la letra dice:

“Artículo 4º. Derechos e intereses colectivos. Son derechos e intereses colectivos, entre otros, los relacionados con:

a) El goce de un ambiente sano, de conformidad con lo establecido en la Constitución, la ley y las disposiciones reglamentarias;

g) La seguridad y salubridad públicas;

h) El acceso a una infraestructura de servicios que garantice la salubridad pública;”

El 24 de agosto de 2001 el Consejo de Estado resuelve la impugnación contra el fallo del Tribunal Administrativo de Bolívar, impugnación hecha por ACUACAR S.A., DAMARENA y AEROCIVIL.

El 12 de octubre de 2001 el Consejo de Estado emite un fallo aclarando la sentencia de Agosto 24/01, por solicitud de la apoderada de la empresa ACUACAR.

El 27 de febrero de 2003 el Tribunal Administrativo de Bolívar emite un fallo resolviendo varios escritos presentados por AEROCIVIL, ACUACAR y el Apoderado de un grupo de habitantes del sector.

Posteriormente, teniendo en cuenta las sentencias arriba relacionadas y una visita de seguimiento practicada por funcionarios del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual se practicó durante los días 28 y 29 de enero de 2002, el

Ministerio expide la Resolución No 0574 del 22 de mayo de 2003 modificando varios de los numerales de la Resolución N° 1168 de octubre 31 de 1995 y de la Resolución 200 de marzo 12 de 1997.

Más tarde mediante Auto 3362 del 24 de octubre del 2011 el ministerio efectuó requerimientos a AEROCIVIL, la cual interpuso recurso de reposición contra el Auto.

Esta última norma mencionada es la más reciente en cuanto a las modificaciones que se han dado relativas a los requerimientos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en cuanto al funcionamiento del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de la ciudad de Cartagena de Indias. Más tarde se han sucedido los Autos Auto 453 del 1 de marzo de 2012, Auto 445 del 24 de febrero de 2012 y Auto 3554 del 16 de noviembre del 2012.

El análisis detallado del estado actual de tales obligaciones, las cuales parten de la Resolución 1168 de 1996, habiendo sido modificadas por las posteriores Resoluciones y Autos citados, todas emanadas de la Autoridad Ambiental Nacional, requiere un estudio pormenorizado en colaboración con las autoridades aeroportuarias.

Cabe mencionar en este punto, que el cumplimiento de los numerales pendientes podría ser objeto de revisión por parte de la ANLA una vez ejecutadas las nuevas actuaciones propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

### Marco Normativo

El siguiente apartado pretende recopilar la principal normativa colombiana de carácter ambiental que pudiera aplicar o aplica sobre la operatividad y todas las acciones que se lleven a cabo en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

Cabe destacar que, la Constitución Política de Colombia de 1991 elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través de los siguientes principios fundamentales:

#### Derecho a un ambiente sano

En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

#### El medio ambiente como patrimonio común

La Constitución Nacional incorpora este principio al imponer al Estado y a las personas la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales (Art. 8), así como el deber de las personas y del ciudadano de proteger los recursos naturales y de velar por la conservación del ambiente (Art. 95). En desarrollo de este principio, en el Art. 58 consagra que: “la propiedad es una función social que implica obligaciones y, como tal, le es inherente una función ecológica”; continúa su desarrollo al determinar en el Art. 63 que: “Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la Ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables”.

#### Desarrollo Sostenible

Definido como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades, la CN en desarrollo de este principio, consagró en su Art. 80 que: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas”. Lo anterior implica asegurar que la satisfacción de las necesidades actuales se realice de una manera tal que no comprometa la capacidad y el derecho de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

A continuación se ha dividido, en bloques por temáticas ambientales, la normativa vigente principal, relativa a cada aspecto de protección ambiental.

Tabla 1.- Normativa Ambiental en Colombia

LEGISLACIÓN Y CONVENIOS INTERNACIONALES ADOPTADOS POR COLOMBIA	
DECLARACIÓN DE RÍO	Firma/Adopción: Junio de 1972. Entrada en Vigor: CNUMAD Junio 13 de 1992
CONVENIO DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA	Firma/Adopción: Junio 5 de 1992. Ley Aprobatoria: Ley 165 de 1994. Entrada en vigor en Colombia: Febrero 16 de 1995
Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas -RAMSAR	Entrada en vigor: Diciembre 29 de 1993. Ley Aprobatoria: Ley 357 de 1997. Entrada en vigor para Colombia: octubre 18 de 1998
Convenio de Cartagena sobre la protección y el desarrollo del medio marino en la región del Caribe	Firma/Adopción: Marzo 24 de 1983. Ley Aprobatoria: Ley 56 de 1987. Entrada en vigor para Colombia: Abril 3 de 1988.
Protocolo sobre áreas y fauna especialmente protegidas en la región del Gran Caribe – SPAW	Firma/Adopción: Texto Enero 18 de 1990 / Anexos Junio 11 de 1991. Ley Aprobatoria: Ley 356 de 1997. Entrada en vigor para Colombia: Se requieren 2 ratificaciones
Protocolo sobre la cooperación en la lucha contra los derrames de hidrocarburos	Ley Aprobatoria: Ley 56 de 1987. Entrada en vigor para Colombia: Abril 3 de 1988
Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono	Firma/Adopción: Marzo 22 de 1985. Ley Aprobatoria: Ley 30 de 1990. Entrada en Vigor para Colombia: Octubre 14 de 1990.
PROTOCOLO DE MONTREAL	Firma/Adopción: Septiembre 16 de 1987. Ley Aprobatoria: Ley 29 de 1992. Entrada en Vigor para Colombia: Marzo 6 de 1994
CONVENIO MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO	Firma/Adopción: Mayo 9 de 1992. Ley Aprobatoria: Ley 164 de 1995. Entrada en Vigor para Colombia: Junio 20 de 1995
PROTOCOLO DE KIOTO	Ley Aprobatoria: Ley 629 de 2000. Entrada en Vigor para Colombia: Febrero 16 de 2005.



Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes  
Ley Aprobatoria: Ley 994 de 2005 Declarada Inexecutable por vicios de procedimiento por la Corte Constitucional C 576 de 2006

Tratado de Cooperación Amazónica - TCA  
Ley Aprobatoria: Ley 74 de 1979.  
Entrada en Vigor para Colombia: Agosto 2 de 1980

**NORMAS GENERALES**

Decreto ley 2811 de 1974  
Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. El ambiente es patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos.

Decreto – ley 2811 de 1974  
Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

Ley 23 de 1973  
Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

Ley 99 de 1993  
Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector Público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Los principios que se destacan y que están relacionados con las actividades portuarias son: La definición de los fundamentos de la política ambiental, la estructura del SINA en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente, los procedimientos de licenciamiento ambiental como requisito para la ejecución de proyectos o actividades que puedan causar daño al ambiente y los mecanismos de participación ciudadana en todas las etapas de desarrollo de este tipo de proyectos.

Decreto 1753 de 1994  
Define la licencia ambiental. LA: naturaleza, modalidad y efectos; contenido, procedimientos, requisitos y competencias para el otorgamiento de LA.

Decreto 2150 de 1995 y sus normas reglamentarias  
Reglamenta la licencia ambiental y otros permisos. Define los casos en que se debe presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, Plan de Manejo Ambiental y Estudio de Impacto Ambiental. Suprime la licencia ambiental ordinaria.

Ley 388 de 1997  
Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital y Planes de Ordenamiento Territorial.

Ley 491 de 1999  
Define el seguro ecológico y delitos contra los recursos naturales y el ambiente y se modifica el Código Penal.

Decreto 1220 de 2005  
Sobre Licencias Ambientales.

Ley 1333 de 2009  
Establece el régimen sancionatorio ambiental.

Resolución 04730  
Política ambiental de Aeronáutica.

Resolución 1503 de 2010  
Adopta la metodología general para la presentación de estudios ambientales

Decreto 2820 de 2010  
Reglamenta el tema de las licencias ambientales. Deroga expresamente a los decretos 1220 de 2005 y 500 de 2006.

**AIRE**

Decreto 002 de 1982  
Calidad del aire.

Resolución 2308 de 1986  
Procedimientos para el análisis de calidad del aire.

Ley 30 de 1990  
Aprueba el convenio para la protección de la capa de ozono.

Decreto 948 de 1995  
Protección y control en calidad del aire.

Resolución 304 de 2001  
Importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Decreto 979 de 2006  
Modifica los artículos 7, 10, 93 y 108 del Decreto 948 de 1995. Reglamenta los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, las medidas para la atención de episodios, los planes de contingencia por contaminación atmosférica y la clasificación de las áreas – fuente de contaminación.

Resolución 601 DE 2006  
Establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

Resolución 2120 de 2006  
Prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono referidas en los Grupos II y III del Anexo C del Protocolo de Montreal y establece medidas para controlar las importaciones de las listadas en el Grupo I del Anexo C del mismo Protocolo.

Resolución 1652 de 2007  
Prohíbe la producción e importación de productos equipos que contengan o requieran para su operación cualquier sustancia agotadora de la capa de ozono listado bajo los Anexos A y B del Protocolo de Montreal.

Resolución 1180 de 2006  
Establece los criterios de calidad de los combustibles y sus contenidos.

Resolución 5600 de 2006, publicada en Enero de 2007  
Establece el procedimiento para la revisión técnico – mecánica de las fuentes móviles, indicando un cronograma en tiempos para dichas revisiones.

Resoluciones 2200 de 2006 y 4062 de 2007  
Se establecen los cronogramas, tablas y plazos para realizar la revisión técnico mecánica y de gases y adicionan la Resolución 0015 de 2007.

Resolución 610 de 2010  
Modifica la Resolución 601 de 2006 relativa a la norma de calidad del aire o nivel de inmisión y olores ofensivos.

Resolución 760 de 2010  
Establece el protocolo para mediciones de fuentes fijas de emisión en desarrollo de la Resolución 909 de 2008.

Resolución 2153 de 2010  
Se adopta y se ajusta el protocolo para el control y vigilancia de las fuentes fijas de emisión.

Resolución 0935 de 2011  
Se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas.

**RUIDO**

Decreto 2811 de 1974  
Código de recursos naturales y del medio ambiente. Art. 33, 192, 193 Control de ruido en obras de infraestructura.

Resolución 8321 de 1983  
Protección contra la producción y emisión de ruido.

Decreto 948 de 1995  
Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire

Reglamento Aeronáutico Colombiano (RAC)  
Ruido aeroportuario. Varias disposiciones

Resolución 0627 de 2006  
Norma nacional de emisión de ruido y de ruido ambiental. En este sentido cabe destacar que modifica el Decreto 948 de 1995 en cuanto a los horarios diurno y nocturno.

**AGUA**

Decreto 1594 de 1984  
Reglamenta usos del agua y residuos líquidos.

Decreto 1541 de 1984  
Reglamentación de las aguas.

Decreto 79 de 1986  
Conservación y protección del recurso agua.

Ley 373 de 1997  
Ahorro y uso eficiente.

Decreto – ley 2811 de 1974  
Código de Recursos Naturales.

Decreto 3440 de 2004  
Tasas retributivas por utilización de agua.

Decreto 4742 de 2005  
Redefine la tarifa por concepto de utilización de aguas

Decreto 1575 de 09 de mayo del 2007  
Criterios de calidad del agua potable a nivel nacional y el sistema de control y protección de la misma.

Decreto – Ley 2811 de 1974. Art. 139. Art. 142.  
Planes de desagüe, cañerías y alcantarillado y métodos de tratamiento y disposición de aguas residuales. Descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.

**ENERGÍA**

Ley 697 de 2001  
Obliga a un uso racional de la energía. Se debe implementar un programa de uso eficiente de la energía.

Decreto 2331 de 2007  
Se establece la obligación para todas las instalaciones estatales a realizar el cambio de bombillas por aquellas que sean de bajo consumo, con el fin de generar un ahorro de energía.

Decreto 2501 de 2007  
Establece la promoción de prácticas con fines de uso racional y eficiente de energía eléctrica.

Resolución 18-0398 de 2004  
Criterios para instalaciones eléctricas RETIE. Referir norma NTC 2050 La norma aplica para la revisión de instalaciones eléctricas acorde con los lineamientos RETIE.

**SUELO/RESIDUOS**

Ley 388 de 1997  
Ordenamiento territorial que reglamenta los usos del suelo.

Decreto 1741/1978  
Áreas de manejo especial.

Decreto Reglamentario 2462 de 1989  
Sobre explotación de materiales de construcción.

Decreto 2811 de 1974 parte VII  
Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.

POT de Cartagena. Decreto 0977 de 2001 Art 82  
Establece que el POT permite la actividad aeroportuaria en los terrenos del aeropuerto

Decreto 1220 de 2005  
Construcción y operación de aeropuertos internacionales y de nuevas pistas en los mismos

Resolución 415 de 1988 Artículo 6  
Establece la obligación de conocer el destino final del aceite generado y de la obligación de llevar registro.

Decreto 1594 de 1984. Art. 96  
Sobre el almacenaje de hidrocarburos.

Decreto – Ley 2811 de 1974 Arts. 34 a 38.  
Se establecen reglas para el manejo de los residuos sólidos y obligaciones que pueden ser impuestas al generador de los mismos.

Ley 9 de 1979  
Relativo a las condiciones sanitarias y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.

Resolución 2309 de 1986  
En cuanto a Residuos Especiales.

Ley 55 de 1993  
Manejo de envases de elementos químicos y su correcta disposición.

Resolución 541 de 1994.  
Establece las características que deberán tener una escombrera y la obligación del manejo especial de los residuos denominados escombros y su entrega a una escombrera con permiso vigente para el efecto.

Decreto 1973 de 1995  
Complementa la Ley 55 de 1995 sobre almacenamiento y manipulación de productos químicos.

Ley 430 de 1998.  
Prohibiciones ambientales frente residuos peligrosos.

Decreto 321 DE 1999  
Se establece el Plan Nacional de contingencias para derrame de Hidrocarburos

Decreto 2676 de 2000  
Por el cual se reglamenta la gestión integral de los Residuos hospitalarios y similares.

Decreto 1713 de 2002  
Relativo al manejo de residuos sólidos ordinarios.

Decreto 838 de 2005  
Disposición final de residuos sólidos modifica el decreto 1713 de 2002

Decreto 4741 de 2005  
El alcance de la norma cubre a todas las personas que generen, gestionen o manejen residuos o desechos peligrosos en el país.

Ley 1252 de 2008  
Procedimiento de manejo de residuos.

Ley 1466 de 2011.  
Comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.

**FAUNA Y FLORA**

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 1608 de 1978	Esta norma describe todas las disposiciones relacionadas con fauna silvestres.
Ley 84 de 1989	Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia.
Decreto 1791 de 1996	Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal
Resolución No 378 de 2007	Por la cual se otorga permiso a SACSA para Caza control de la fauna silvestre entorno al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.
Resolución 0358 de 2007	Autorización de poda permanente de 1000 metros mangle ubicado paralelo a la pista
Resolución 2640	Registros de disposición final de residuos domiciliarios e incinerados.
Resolución 358, de 26 de julio de 2007	Por medio de la cual se establece un Plan de manejo ambiental, se otorga una viabilidad ambiental y se autoriza la poda permanente de manglar ubicado paralelo a la pista y al caño de Juan Angola y se dictan otras disposiciones.
Manglares Resolución 1602 de 1995 Resolución 020 de 1996	Se dictan medidas para proteger y conservar las áreas de manglar. Aclara 1602-95. Establece PMA para aprovechamiento del manglar.
Resolución 257 de 1977	Establece condiciones básicas de sustentabilidad del ecosistema y zonas circunvecinas.
Decreto 1681 de 1978	Manejo y control de recursos hidrobiológicos y del medio ambiente.
<b>MARES Y COSTAS</b>	
Ley 388 de 1997	Ordenamiento territorial que reglamenta los usos del suelo.
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Sobre explotación de materiales de construcción.
Decreto 2811 de 1974 parte VII	Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.
<b>RESIDUOS</b>	
Ley 1259 de 2008	Sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros.

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Criterios ambientales y principios de sostenibilidad

El objetivo de este estudio ambiental es asegurar la compatibilidad de la propuesta de desarrollo con su entorno inmediato, así como identificar las repercusiones directas e indirectas sobre los factores ambientales. Por esta razón, es esencial establecer criterios ambientales que reflejarán la evolución del medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental deben incluir un sistema de indicadores que midan su efectividad y cumplimiento, y las tendencias de calidad del medio ambiente. Los principios de sostenibilidad y criterios ambientales que se utilizarán para lograr un desarrollo sostenible se dan a continuación. Estos indicadores ayudarán a evaluar el cumplimiento y efectividad de las medidas de manejo planteadas

**Tabla 2.- Objetivos ambientales y criterios para su integración ambiental en la revisión del Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.**

Aspecto Ambiental	Objetivos existentes	Principios de sostenibilidad y criterios adoptados para la integración ambiental
<b>RUIDO</b>	Evitar y reducir la afección por ruido en la población y el medio ambiente. Tratar de cumplir los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental definidos en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Procurar la reducción de emisiones acústicas. Reducir la superficie de áreas residenciales afectadas por niveles de ruido inadecuados.
<b>CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA LOCAL</b>	No rebasar los umbrales de calidad establecidos en la legislación de protección atmosférica.	Procurar la reducción de emisiones de contaminantes. Reducir las áreas pobladas en que puedan superarse los límites de calidad del aire de los principales contaminantes recogidos en la normativa.
<b>BIODIVERSIDAD FAUNA Y FLORA</b>	Minimizar la afección a espacios naturales que alberguen especies protegidas. No producir efectos negativos apreciables sobre espacios pertenecientes al SINAP y otros espacios naturales protegidos. Proteger y recuperar el ecosistema del manglar. Proteger y mejorar la biodiversidad.	No localizar actuaciones (permanentes o temporales) sobre elementos protegidos o valiosos del patrimonio natural (especialmente lugares del SINAP, hábitat de especies protegidas o zonas de manglar). Garantizar, en la medida de lo posible, la conectividad de los espacios y la permeabilidad territorial. Recuperación del manglar en caso de afección con una superficie doble de la afectada. Dar prioridad a la integración ambiental, acondicionamiento y mejora de las infraestructuras preexistentes, frente a la construcción de otras nuevas. Reducir los riesgos de contaminación de los suelos y las aguas subterráneas
<b>SUELO</b>	Conservar el recurso suelo. Evitar la contaminación o degradación de suelos y aguas subterráneas	Evitar actuaciones que induzcan o apoyen procesos territoriales no deseados: crecimientos urbanísticos desproporcionados, ocupación de suelos valiosos, etc. Compatibilizar las determinaciones del Plan Maestro de Desarrollo con los planes de ordenación territorial. Conservar el recurso suelo y los suelos productivos.
<b>ORDENACIÓN TERRITORIAL, PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y USOS DEL SUELO</b>	Conseguir una efectiva integración territorial. Fortalecer e integrar la identidad cultural Integrar la dimensión ambiental al sistema construido del Distrito. Alcanzar el bienestar social y prosperidad colectiva. Asegurar una correcta articulación entre los distintos sectores económicos. Trabajar en la descentralización, participación y modernización de la gestión de la administración Distrital.	Evitar actuaciones que induzcan o apoyen procesos territoriales no deseados: crecimientos urbanísticos desproporcionados, ocupación de suelos valiosos, etc. Compatibilizar las determinaciones del Plan Maestro de Desarrollo con los planes de ordenación territorial. Conservar el recurso suelo y los suelos productivos.

Aspecto Ambiental	Objetivos existentes	Principios de sostenibilidad y criterios adoptados para la integración ambiental
<b>ENERGÍA</b>	Plan Energético Nacional 2006 – 2025 Objetivo: Maximizar la contribución del sector energético al desarrollo sostenible del país)	Fomento de programas de eficiencia energética que aporten al mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y a la reducción de emisiones de GEI. Diversificación de la canasta energética con el uso de fuentes no convencionales de energía.
<b>CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GLOBAL</b>	Lineamientos de Política de Cambio Climático, sus objetivos son el fortalecimiento de la capacidad nacional para afrontar los posibles impactos al cambio climático y fomentar las oportunidades derivadas de los mecanismos financieros.	Reducción de emisiones por fuentes y absorción por sumideros de GEI.
<b>TRANSPORTE Y MOVILIDAD</b>	Cumplimiento de los objetivos marcados en la Política Nacional de Logística (Conpes 3547), el Plan Maestro de Transporte 2010-2032 y el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, entre los que se encuentran: Planificación y gestión eficiente de las infraestructuras y de los servicios de transporte. Visión unitaria del sistema de transporte. Aumentar la intermodalidad y desarrollo sostenible del transporte aéreo. Acceder a los bienes y servicios en unas condiciones de movilidad adecuadas, accesibles y seguras y con el mínimo impacto ambiental y social posible. Participar en la toma de decisiones que afecten a la movilidad de las personas y de las mercancías. Cumplirlos los tratados internacionales aprobados por Colombia relativos a la preservación del clima y la calidad ambiental, en lo que concierne a la movilidad y la adecuación a las políticas comunitarias en esta materia.	Mejorar la eficiencia técnica y económica de la infraestructura aeroportuaria. Mejorar la capacidad de intermodalidad de la infraestructura aeroportuaria. Verificar la adecuada integración del Plan Maestro de Desarrollo con el resto de infraestructuras de transporte. Procurar que el impacto ambiental y social de las actuaciones propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo sea el mínimo posible. Participación ciudadana durante el proceso de información pública al que se somete el Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA), junto con la propuesta de revisión del Plan Maestro de Desarrollo. Contemplar los distintos tratados Internacionales con los que puede estar relacionado el Plan Maestro de Desarrollo y que pueden ser relevantes para el diseño y desarrollo del mismo.
<b>RESIDUOS</b>	Reducir la generación de residuos. Aumentar las tasas de recuperación	Procurar reducir la generación de residuos en las fases de diseño y construcción de infraestructura aeroportuaria y en la de operación. Gestión adecuada según su tipología y de acuerdo con el principio de jerarquía: Prevención, Reutilización, Reciclaje, Valorización energética y Eliminación
<b>AGUA</b>	Conservar el buen estado ecológico y químico de las masas de agua. Evitar la contaminación de las aguas.	Reducir el consumo de agua. Minimizar la ocupación del dominio público hidráulico y marítimo costero. Reducir los riesgos de contaminación de las aguas



Aspecto Ambiental	Objetivos existentes	Principios de sostenibilidad y criterios adoptados para la integración ambiental
PAISAJE	Minimizar la afección a paisajes protegidos o de interés	No dañar al paisaje. Integrar las infraestructuras en el paisaje y donde sea posible aportar valores añadidos. -Dar un tratamiento al entorno aeroportuario que mejore la percepción del paisaje por los usuarios. Considerar el desmantelamiento de instalaciones e infraestructuras en desuso, y naturalizar su entorno.
PATRIMONIO CULTURAL	Garantizar la conservación del patrimonio cultural de acuerdo con la "Ley de la Cultura" (Ley 397 de 1997).	Asegurar la no afección directa o indirecta de los valores culturales de la zona. No localizar las actuaciones (temporales o permanentes) sobre elementos protegidos o valiosos del patrimonio artístico y arqueológico.

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

## 2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. Situación del Aeropuerto

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias es uno de los principales aeropuertos de Colombia. En el año 2015 fue al cuarto aeropuerto del país en cuanto al número de pasajeros transportados.

El aeropuerto está ubicado en la ciudad de Cartagena de Indias, al norte del país a orillas del mar Caribe. Sus coordenadas geográficas son 75° 30' de longitud Oeste y 10° 23' de latitud Norte.

La ciudad de Cartagena de Indias tiene el rango de Distrito Turístico y Cultural del departamento de Bolívar. Este departamento está situado en la parte norte de Colombia, en la Región Caribe, limita al Norte con el mar Caribe y el departamento del Atlántico, al Este con el río Magdalena que lo separa de los departamentos de Magdalena y Cesar, al Sur con los departamentos de Santander y Antioquia, y al Oeste con Antioquia, Córdoba, Sucre y el mar Caribe.

Dentro de la ciudad de Cartagena, el aeropuerto está localizado en la zona noreste, junto al barrio de Crespo. En su extremo este limita con la Ciénaga de la Virgen por todo su lateral, mientras que por el lado oeste limita con diversos barrios de la ciudad como se puede observar en la siguiente Ilustración.

Ilustración 1 Ubicación del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Elaboración propia

### 2.2. Actuaciones Previstas

El Capítulo 6 del Plan Maestro describe la solución propuesta para dar respuesta a la demanda de tráfico prevista en los distintos horizontes de estudio definidos. Los horizontes que se plantean en el Plan Maestro de Desarrollo son los siguientes:

- Actuaciones inmediatas / Horizonte 0: 5,1 MPax
- Horizonte I: 7,5 MPax

- Horizonte II: 8,5 MPax
- Horizonte III: 9,5 MPax
- Horizonte IV: 11,5 MPax

El Plan contempla un horizonte de "Actuaciones Inmediatas" ya que en la actualidad está prevista la construcción de Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESA) en ambas cabeceras de pista, cuyo objeto es dotar de RESAs de 90x90 m a la actual pista.

A la hora de abordar el Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo, se ha contemplado de modo representativo el último horizonte de estudio (Horizonte IV: 11,5 MPax), considerando todas las actuaciones del Plan Maestro que pueden afectar a la variable ambiental. Por tanto, no es objeto de este estudio detallar la fase en la que se realiza cada una de las actuaciones valoradas, sino que se estima su último horizonte como el de mayor afección, teniendo en cuenta el global de actuaciones.

El Capítulo 6 detalla las actuaciones propuestas, así como las alternativas estudiadas, las cuales han servido de base para analizar las posibles afecciones al entorno. A continuación se resumen dichas actuaciones:

Tabla 3.- Principales actuaciones incluidas en el Desarrollo Propuesto

Horizonte	Área	Actuaciones
Actuaciones inmediatas	Área de maniobras	Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESA) en ambas cabeceras de pista. Nueva calle de rodaje paralela hasta 660 metros de umbral 01 con dos calles perpendiculares a pista Nueva calle de rodaje de acceso a pista desde plataforma comercial
	Área de maniobras	Nueva plataforma de viraje en pista. Nueva calle de rodaje de acceso a rodadura paralela desde plataforma secundaria Camino y vallado perimetral.
Horizonte I: 7,5 MPax	Plataforma comercial	Ampliación plataforma hacia el norte Nueva zona handling Llenadero y gasolinera Red de suministro de combustible
	Plataforma secundaria	Ampliación plataforma hacia el sur Instalación de barreras antichorro Nueva Terminal Internacional y Muelle de Embarque ( 3 posiciones de contacto) Remodelación parcial Terminal existente (2.000m2)
	Lado Tierra	Nueva Central de Utilidades y acometidas Construcción de parqueaderos en altura (207 plazas). Urbanización y paisajismo Reorganización viario existente. Nuevos accesos Lado Aire
Horizonte II: 8,5 MPax	Área de Maniobras	Prolongación calle de rodaje paralela hasta umbral 01 Nueva calle de rodaje de acceso a pista desde plataforma secundaria Camino y vallado perimetral
	Plataforma secundaria	Ampliación plataforma hacia el sur Instalación de barreras antichorro



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Horizonte	Área	Actuaciones
Horizonte III: 9,5 MPax	Lado Tierra	Construcción nuevo muelle de Embarque Nacional – Flexible (6 posiciones de contacto) Remodelación parcial Terminal existente (5.000 m2)
	Área de Maniobras	Nueva calle de salida rápida Prolongación de calle de rodaje interna en plataforma comercial Camino y vallado perimetral
	Plataforma comercial	Ampliación plataforma hacia el norte Ampliación Nuevo Terminal Internacional
	Lado Tierra	Construcción de parqueaderos en altura (321 plazas).
Horizonte IV: 11,5 MPax	Área de Maniobras	Prolongación de la calle de rodaje paralela hasta el umbral 19 Camino y vallado perimetral
	Plataforma comercial	Ampliación de la plataforma comercial hacia el este
	Plataforma secundaria	Ampliación de la plataforma secundaria hacia el oeste
	Lado Tierra	Remodelación parcial Terminal existente (5.000 m2) Ampliación Nuevo Terminal Internacional

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Relación con otros planes y programas

#### Introducción

El contexto de planificación estratégica en el que se desarrolla y con el que interacciona el Plan Maestro de Desarrollo viene definido por diferentes instrumentos de distinto carácter: socio-económicos, sectoriales y territoriales. En este apartado se hace una breve revisión de los principales planes y programas con los que está relacionado el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez y que pueden ser relevantes para el diseño y desarrollo del mismo, así como para la evaluación de sus efectos ambientales.

En este apartado se han considerado los siguientes tipos de planes y programas:

- La planificación territorial y urbanística (integración con el entorno urbano).
- Los planes de transporte e infraestructuras vigentes.
- La planificación referida al área de manejo especial en la que se circunscribe el aeropuerto.
- Otros instrumentos de planificación.

#### Integración con el entorno urbano

El Decreto No. 0977 de 2001, de 20 de Noviembre de 2001 adopta *el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias* como instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal o Distrital, entendido como el conjunto de directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que deben adoptar el municipio para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

En octubre de 2007 se firmó un Acuerdo Distrital de Modificación del POT. En el año 2011 se elaboró la *Modificación Excepcional Plan de Ordenamiento Territorial Cartagena de Indias D.T. y C.*

Por otro lado, a fecha de redacción del presente documento, se encuentra en revisión el POT de 2001, por lo que a medio plazo se prevé la publicación del nuevo Plan de Ordenación Territorial, que afecte tanto a la ciudad de Cartagena de Indias, como al Aeropuerto.

El Plan de Ordenamiento Territorial (en adelante, P.O.T.) indica, en su artículo 9, los objetivos del componente general, que son:

- Integración Territorial
- Fortalecimiento e integración de la identidad cultural
- Integración de la dimensión ambiental al sistema construido del Distrito.
- Bienestar social y prosperidad colectiva.
- Articulación entre los distintos sectores económicos.
- Descentralización, participación y modernización de la gestión de la administración Distrital

El Artículo 10 *“Objetivos de mediano plazo del componente urbano del plan de ordenamiento territorial”*, en relación con la integración de la dimensión ambiental al conjunto del sistema construido del Distrito, establece los objetivos en este aspecto, que son:

- Reconocer, integrar y realizar un manejo ambiental adecuado de todo el sistema hídrico y orográfico del distrito, con especial énfasis en el mar Caribe, la bahía de Cartagena, los caños y lagos interiores y la Ciénaga de la Virgen.
- Proteger los suelos declarados por las diferentes normas municipales y distritales y principalmente aquellos que aún no cuentan con una adecuada intervención administrativa.
- Construir un sistema y redes que unan los edificios institucionales, los elementos naturales y los parques, plazas y plazoletas de la ciudad.
- Reconocer e incorporar la **Ciénaga de la Virgen** como paisaje integrador de los suelos urbanos y de expansión.
- Definir un sistema de espacio público que permita conservar las áreas declaradas de protección e integrarlas al desarrollo de la ciudad como componentes o elementos básicos del mismo, en forma de áreas de recreación pasiva o activa, parques lineales, corredores ecológicos en las rondas de cuerpos y cauces de agua que permiten la unión de los principales elementos de la estructura ambiental.
- Restringir los usos urbanos diferentes al recreacional y educativo en las unidades geomorfológicas que componen la franja de playas marítimas, con el fin de garantizar su destinación como elementos del espacio público.

- Definir las etapas de ocupación del suelo de expansión, a partir de la adecuación, construcción de las redes maestras de servicios públicos.
- Evitar la ubicación de asentamientos humanos, en suelos no aptos para la urbanización en lugares con riesgos asociados al rápido ANM a causa del cambio climático, acogiéndose a la modelación realizada por INVEMAR para las zonas que serían las más afectadas por no tener medidas de adaptación.
- Prevenir la localización de asentamientos habitacionales en áreas afectadas por riesgos tecnológicos y por los impactos ambientales derivados de la actividad de la zona industrial de Mamonal.
- Reordenar el manejo del sistema de recolección y disposición final de residuos sólidos, para mejorar las condiciones ambientales de la ciudad en su conjunto.

Por otro lado, el Decreto de Adopción del Macroproyecto Ciénaga de La Virgen (enero 2006), como figura complementaria al P.O.T, establece en su *Capítulo 6 los Lineamientos de Ordenamiento Territorial para las Áreas Consolidada*. Específicamente en su Artículo 19º cita los *Lineamientos para articular el Plan Maestro del Aeropuerto “Rafael Núñez”*. Estos se encuentran referidos al Plan Maestro vigente en el momento de su redacción, y son:

#### Lineamientos ambientales:

- Mantener las condiciones de preservación ambiental de los cuerpos de agua involucrados en el área del aeropuerto y proteger los cuerpos de manglar.
- Planificar y tramitar los permisos con las autoridades ambientales pertinentes para las actividades previstas en las fases 1 a 3 del Plan Maestro del Aeropuerto como son: Relocalización de los tanques de combustibles, poda de árboles, dragados del canal Juan Angola y demás obras de protección ambiental.
- Realizar los estudios de ruido previstos en la fase 1 y en adelante.
- Construir las barreras antirruído zona norte plataforma, construcción de barreras en talud y reforestación.
- Construir la nueva estación de bomberos y aumentarlas condiciones de mitigación de impactos.

#### Lineamientos económicos y sociales.

- Dar cumplimiento a las acciones de sostenibilidad económica y gestión social con las comunidades aledañas descritas para cada una de las cinco fases del Plan Maestro del aeropuerto.

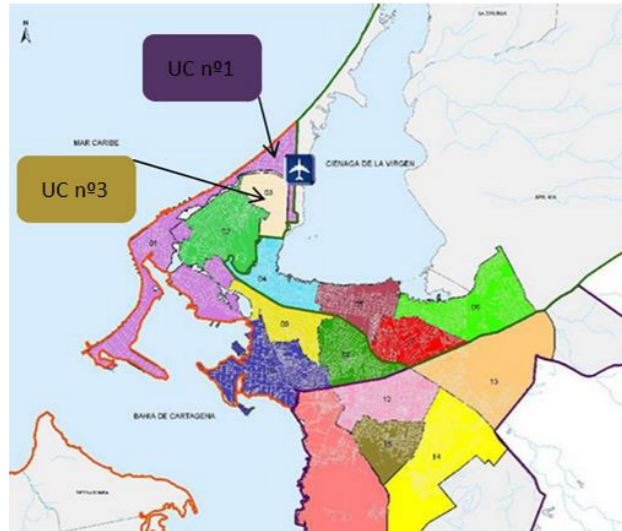
#### Lineamientos urbanísticos.

- Dar estricto cumplimiento a los parámetros, contenidos y procedimientos establecidos en el Plan Maestro, de forma que no se generen impactos negativos al entorno urbano y ambiental del aeropuerto, en la medida que crezcan las operaciones aéreas y aumente la demanda de acciones de transformación y ampliación previstas en el Plan Maestro.

A continuación se muestra un resumen de los condicionantes urbanísticos del área de estudio. Dicha caracterización se encuentra desarrollada en el Anexo V, "Estudio de incidencia con el entorno" del presente Plan Maestro de Desarrollo.

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez limita al norte con una zona residencial y las playas de Playa de Marbella y Costa de Barlomento, al este y al sur limita con la Ciénaga de la Virgen o de Tesca, mientras que al oeste limita con un canal de desagüe y una zona residencial. El aeropuerto se encuentra localizado en la Unidad Comunera nº 1, y limita con la Unidad Comunera nº 3.

Ilustración 2 Localización del aeropuerto. Unidades Comuneras de Gobierno Urbanas



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Secretaría de Planeación

El mayor porcentaje del ámbito de la Ciénaga de la Virgen se destina a uso residencial urbano, siendo posible encontrar diferentes tipos de viviendas, desde los barrios marginales ubicados en la parte baja del cerro de la Popa, el sector de la Boquillita y en la zona suroriental de la Ciénaga, hasta áreas residenciales de estratos medio y alto, localizados hacia Marbella, Crespo y el cordón arenoso que separa la Ciénaga del mar.

En la base del Cerro y en la zona suroriental el avance de la construcción ha sobrepasado los límites naturales y seguros de terreno firme, llegando a ocupar las llanuras intermareales inundables y las áreas de manglares, sin ninguna planificación, por lo cual no se cuenta con la infraestructura básica de servicios públicos requerida para los asentamientos allí ubicados.

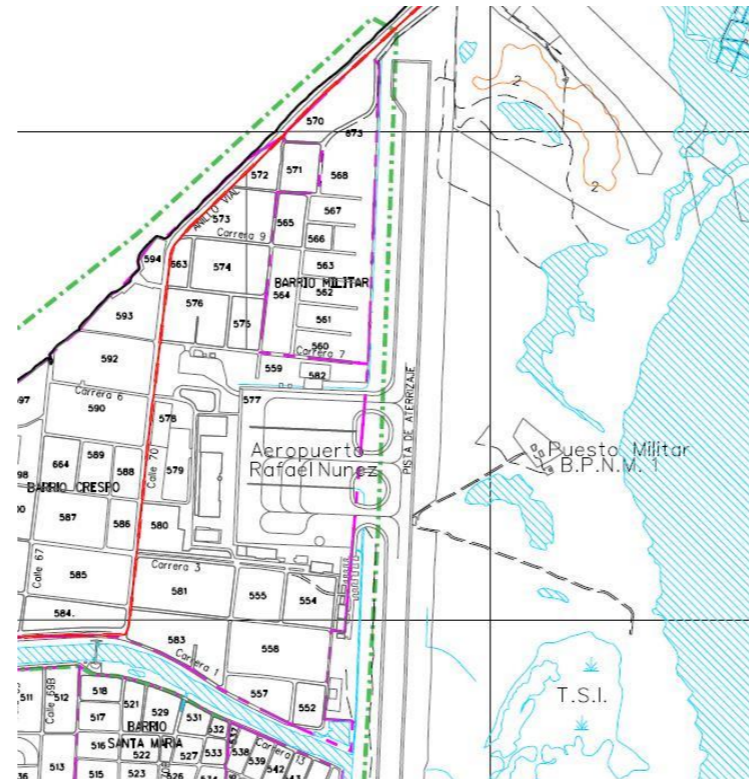
El uso comercial se caracteriza por estar representado en su gran mayoría por corredores a lo largo de las principales vías de comunicación. La principal área comercial se encuentra a lo largo del anillo vial alrededor del cual se localizan hoteles y establecimientos destinados exclusivamente a la atención del turista, desde Marbella hasta La Boquilla.

El uso institucional se ve representado por las entidades de carácter educativo y gubernamental localizadas en la zona. En el barrio Crespo se ubican bajo este uso el Aeropuerto Rafael Núñez y la sede de la Fiscalía.

Ciertas áreas circundantes a la Ciénaga de la Virgen se encuentran bajo protección del POT. Las áreas de Manglar situadas al este de la pista de vuelos se encuentran bajo protección "Protección Zona Costera-Zonas del Manglar".

En relación al estudio de los usos y categorías del suelo, se muestra a continuación el plano de barrios en las inmediaciones del Aeropuerto Rafael Núñez.

Ilustración 3 Plano de Barrios



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Secretaría de Planeación. POT 2001

A continuación se muestra la clasificación de los tipos de suelo que se encuentran anexos al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez:

Ilustración 4 Plano de Usos



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Secretaría de Planeación. POT 2001

Según el POT 2001 el área sobre el que está localizado el aeropuerto está declarada como "actividad institucional". Las áreas anexas al aeropuerto son las siguientes:

- Al Este: Suelo Rural y Áreas de Protección (Zona de Protección del Manglar).
- Al Sur: Zona de Protección del Manglar.
- Al Oeste de la Terminal de pasajeros se encuentra localizado el Área Residencial Tipo D de Cartagena de Indias, junto con un Área de Protección de Zonas Verdes Recreativas.
- Al Norte del aeropuerto no hay edificaciones.

Interacción con los planes de infraestructuras

La ampliación prevista para el Aeropuerto deberá tener en cuenta todas aquellas estrategias, políticas, planes o programas sectoriales, de manera que tanto su construcción como su funcionamiento garanticen el cumplimiento de las directrices establecidas en los mismos.

El marco actual de planeación de transporte y logística en Colombia viene marcado principalmente por la Política Nacional de Logística (Conpes 3547), el Plan Maestro de Transporte 2010-2032 y el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 donde se marcan metas específicas de desarrollo logístico e infraestructura de transporte.



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

En este sentido, el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 establece las metas básicas en materia de transporte, que son: 1) programa de concesiones 4G; 2) red vial no concesionada; 3) corredores de transporte multimodal; 4) infraestructura logística; 5) infraestructura para la Transformación del Campo; 6) capital privado; 7) acciones transversales; 8) transporte público de calidad; 9) movilidad y desarrollo regional; 10) sistemas inteligentes de transporte; 11) seguridad vial; 12) logística para la competitividad; y, 13) fortalecimiento de la supervisión. De estas, las primeras 7 corresponden a la infraestructura de transporte, y las 6 restantes corresponden a los servicios de transporte.

Por su parte, el Plan Maestro de Transporte 2010-2032, realizado de modo conjunto por el Ministerio de Transporte y el Departamento Nacional de Planeación, abarca seis grandes temas:

- Proyectos de infraestructuras priorizados.
- Financiamiento y estrategias para la atracción de capital privado.
- Regulación para el sector transporte.
- Calidad en los servicios de transporte.
- Esquema institucional.
- Condiciones óptimas para la difusión de buenas prácticas logísticas.

Además de estos objetivos, las actuaciones previstas se encuentran en línea de los requerimientos expuestos en el Programa Infraestructura para la Prosperidad y el resto de planes sectoriales relativos a la logística y el transporte.

#### Integración con el área de manejo especial

El Decreto 1741 del 4 de agosto de 1978 estableció el "Área de Manejo Especial de la Bahía de Cartagena y del Canal del Dique", en la que se encuentra inmersa Cartagena y su aeropuerto, y tiene por objeto:

- Proteger el ambiente, mediante la regulación de las actividades que se realicen dentro del Área, con el fin de controlar o corregir la contaminación existente en la Bahía de Cartagena y otros sectores de la región y para evitar que se intensifique o extienda a otros lugares.
- Conservar y proteger los hábitats existentes en el Área, especialmente los ecosistemas coralinos de las Islas del Rosario y los manglares, entre ellos los del Delta del Canal del Dique y los de la Isla de Barú.
- Conservar y proteger especies en vía de extinción, o de alto valor científico, como primates, babillas, iguanas, tortugas, algunas especies ícticas y aves acuáticas.
- Fomentar y proteger el desarrollo de la acuicultura en el Área.
- Planificar el uso coordinado del suelo, de las aguas, de la flora y de la fauna acuática y terrestre, con el fin de garantizar aumentos en la producción, asegurando una productividad sostenida a largo plazo.

- Someter a manejo especial orientado a su recuperación, los suelos alterados o degradados en las zonas especialmente vulnerables del Área y prevenir los fenómenos que causen alteración o degradación, sin perjuicio de lo que el Decreto 2349 de 1971 esté asignando a la Dirección General Marítima y Portuaria -DIMAR-.
- Reservar áreas para que formen parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales en los términos previstos por el Decreto 622 de 1977 con el fin de que cumplan los objetivos allí señalados, sin perjuicio de la jurisdicción que por Ley corresponde a la Dirección General Marítima y Portuaria -DIMAR-.
- Desarrollar modelos de manejo integrado de recursos naturales renovables.

Las actuaciones previstas por el Plan Maestro de Desarrollo se encuentran en línea con el Decreto 1741, cumpliendo los condicionantes del Área de manejo, consiguiendo de este modo una ordenación y mejora en las condiciones ambientales del entorno aeroportuario.

#### Afección a otros planes sectoriales

La planificación sectorial que pudiera estar implicada o afectada por las actuaciones previstas por el Plan Maestro de Desarrollo será convenientemente integrada en los proyectos específicos asociados a las labores anunciadas.

En este sentido, se adelantan a continuación alguna de las estrategias, políticas, planes o programas sectoriales que deberán contemplarse.

- Plan Estratégico Institucional 2014-2018
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC
- Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen
- Plan de Acción Turismo. Planes de acción 2015 de la Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias

Por último, el Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias "En Cartagena hay campo para todas y todos 2012-2015" establece, en su artículo 7, los siguientes objetivos específicos:

- Promover el Desarrollo Humano y la Inclusión Social.
- Impulsar el desarrollo económico incluyente.
- Mejorar las condiciones de hábitat, sustentabilidad y de riesgos.
- Fortalecer la Seguridad, la Convivencia, la Participación y el Buen Gobierno.



### 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL AEROPUERTO

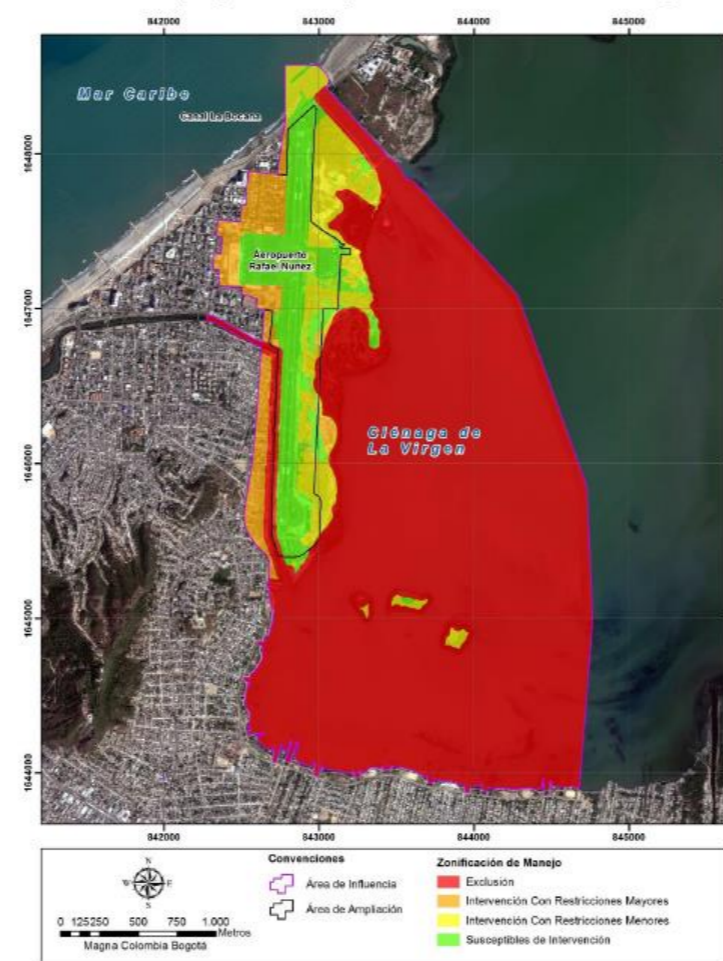
#### 3.1. Áreas de Influencia Ambiental

El área de influencia directa del Aeropuerto Rafael Núñez se corresponde a coberturas espaciales dentro de las mismas instalaciones, ya que los posibles efectos que se deriven de las nuevas actuaciones se circunscriben dentro de esta área. De esta forma, es previsible que las posibles afecciones ambientales tengan una influencia moderada y un alcance reducido, más aún con la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el Plan de Manejo.

El área de influencia indirecta del aeropuerto está relacionada con la operativa aeroportuaria, si bien esta afección se limita a los impactos ambientales derivados del ruido de las aeronaves y la emisión de partículas. Esto supone un área mayor de territorio, que queda definida por las isófonas en los planos que representan las huellas de ruido según los límites establecidos en la legislación colombiana. Asimismo, el área de influencia indirecta en lo que se refiere a los aspectos socioeconómicos se extiende a toda la región.

A continuación se presentan a manera de resumen, los resultados de la zonificación de manejo ambiental para las actuaciones incluidas en el Plan Maestro de Desarrollo, teniendo en cuenta el grado de sensibilidad ambiental y las restricciones para cada una de las categorías de sensibilidad del área de influencia.

Ilustración 5 Zonificación de Manejo Ambiental del área de influencia del Aeropuerto



Fuente: Araújo Ibarra. Consultores de Negocios Internacionales

En conclusión, en la determinación de la zonificación de manejo ambiental, se considera la presencia de una gran variedad de áreas naturales de gran sensibilidad e importancia a nivel ecológico y ambiental, asociadas a áreas o zonas específicas de la ciénaga de La Virgen, el Caño Juan Angola, el Canal de la Bocana, las áreas de manglar, los suelos de protección, entre otros, a los cuales se les otorgó una calificación especial por ser áreas ambientalmente sensibles o por ser proveedoras de servicios ambientales y ecosistémicos para el área de estudio.

En este contexto, para el área de desarrollo del proyecto, las áreas de exclusión ocupan un bajo porcentaje del área de influencia, que corresponde al 4,72%, seguido de las áreas de intervención con restricciones menores, con un porcentaje de 15,35%, las áreas de restricciones mayores con un porcentaje de 20,19% y finalmente con una mayor extensión se identifican las áreas susceptibles de intervención representando el 59,74%.

### 3.2. Medio Físico

#### Contaminación acústica

La contaminación acústica producida por un aeropuerto se debe a las actividades que desarrolla, siendo las operaciones de despegue y aterrizaje de aeronaves las principales fuentes generadoras de ruido.

La afección sonora debida a la operativa de las aeronaves ha sido calculada utilizando el programa de simulación INM (Integrated Noise Model) en su versión 7.0d. Este proceso de cálculo consiste en recoger, para el horizonte de cálculo considerado, además de los datos referentes a la configuración física del aeropuerto y su entorno, la información relativa a las operaciones de aterrizaje y despegue, incluyendo una descripción de los modelos de aeronaves que realizan cada operación y las rutas de vuelo seguidas en las operaciones de despegue y aproximación al aeropuerto, así como la dispersión de las mismas.

Para analizar el grado de exposición acústica, como consecuencia de la operación del aeropuerto, sobre los sectores del territorio cercanos a la infraestructura, se han evaluado los niveles sonoros existentes en función de los usos del suelo y los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental establecidos para ellos en la legislación ambiental de Colombia, detallados en la Resolución 627 de 2006, por la cual se establece la Norma Nacional de Emisión de Ruido y Ruido Ambiental.

En la siguiente tabla se muestran los estándares máximos permisibles por la legislación (Tabla 2 de la Resolución 627 de 2006):

Tabla 4.- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en dB(A)

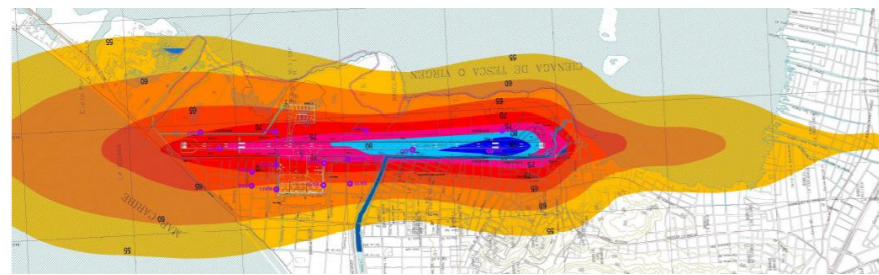
SECTOR	SUBSECTOR	Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	A.1 Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
	B.1 Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.		
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	B.2 Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.	65	50
	B.3 Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
	C.1 Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido		75	70

SECTOR	SUBSECTOR	Día	Noche
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	C.2 Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	C.3. Zonas con usos permitidos de oficinas. Zonas con usos institucionales	65	50
	C.4 Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
	D.1 Residencial suburbana. D.2 Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. D.3 Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.	55	45

Fuente: Tabla 2. Resolución 627 de Abril de 2006.

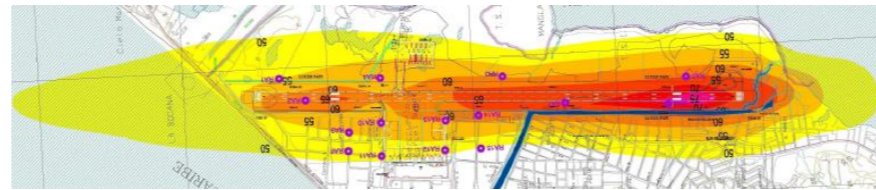
Como resultado de este proceso se han obtenido las huellas sonoras correspondientes a los niveles  $L_{Aeq}$  55, 60, 65, 70, 75 y 80 dB(A) para el periodo día (7:00-21:00 h) y  $L_{Aeq}$  45, 50, 55, 60, 65 y 70 dB(A) para el periodo noche (21:00-7:00). La representación de estos indicadores figura en la siguiente ilustración, así como en el Apéndice I. Contaminación acústica.

Ilustración 6 Huellas acústicas del Aeropuerto Rafael Núñez. Situación Actual (2015). Día



Fuente: Araújo Ibarra. Consultores de Negocios Internacionales

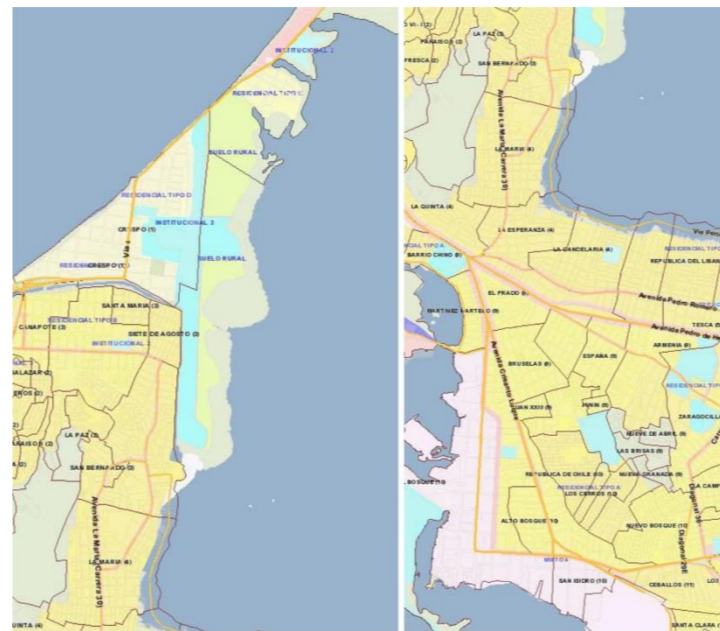
Ilustración 7 Huellas acústicas del Aeropuerto Rafael Núñez. Situación Actual (2015). Noche



Fuente: Araújo Ibarra. Consultores de Negocios Internacionales

El análisis de los resultados obtenidos se realiza en función de la superación de los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental fijados en la *Tabla 2 de la Resolución 627 de Abril de 2006*. Para la identificación del tipo de área se ha utilizado como base de información el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Cartagena de Indias.

Ilustración 8 Plan de Ordenamiento Territorial (POT)



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. Secretaría de Planeación.

Los resultados del modelo para el año 2015 indican que valores iguales o superiores al valor de referencia normativo para zonas portuarias de 75,0 dBA, se presentan especialmente en la pista hacia la cabecera 01. La huella de ruido en cercanías a la cabecera 19 muestra un valor cercano a 60,0 dBA.

En las zonas residenciales cercanas a la plataforma del aeropuerto, los valores obtenidos se encuentran entre 65 dB y 70 dB, incumpliendo en algunos sectores con el valor de referencia de 65 dB.

Se observa el cumplimiento de la norma de 70dB para zonas portuarias en horario nocturno, cuya huella de ruido se presenta principalmente al interior de la pista. No

sucede lo mismo en las zonas residenciales cuyo valor normativo es de 50 dB y donde la huella de ruido se presenta en los barrios Crespo, 7 de agosto y San Francisco.

La huella de ruido de 65 dB para el modelo integrado diurno – nocturno (LDN), muestra su área de afectación hacia una franja de los barrios Crespo (Militar), 7 de agosto y San Francisco, cuya área es de 63,05 has.

### Aire

La contaminación atmosférica producida por un aeropuerto se debe a las actividades que desarrolla, siendo sus principales fuentes de emisión las aeronaves, seguidas de los vehículos de apoyo en tierra y las unidades auxiliares de energía. Otra de las principales fuentes de emisión de un aeropuerto son los vehículos de transporte en accesos y estacionamientos del aeropuerto, tanto los vehículos utilizados por los pasajeros para acceder al aeropuerto como los utilizados por los empleados.

Como ya se ha mencionado anteriormente, existe diferente normativa que ayuda a controlar la calidad del aire en Colombia. La normativa que regula los Niveles Máximos Permisibles en el Aire es la Resolución Número 610 del 24 de marzo de 2010. A continuación se muestran los Niveles máximos permisibles.

Tabla 5.- Niveles máximos permisibles para contaminantes criterio

Contaminante	Nivel Máximo Permissible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
Partículas Suspensas Totales (PST)	100	Anual
	300	24 horas
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	100	24 horas
PM <sub>25</sub>	25	Anual
	50	24 horas
SO <sub>2</sub>	80	Anual
	250	24 horas
NO <sub>2</sub>	750	3 horas
	100	Anual
O <sub>3</sub>	150	24 horas
	200	1 hora
CO	80	8 horas
	120	1 hora
	10.000	8 horas
	40.000	1 hora

Fuente: Resolución No. 610 del 24 de marzo de 2010

### Climatología

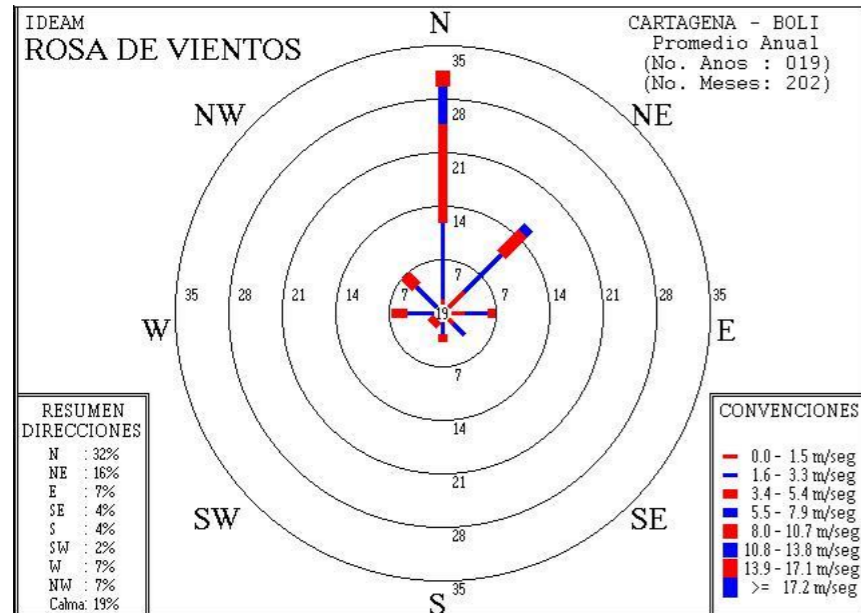
Para caracterizar el área de influencia del proyecto con respecto a la calidad del aire, una característica influyente son las condiciones meteorológicas. El clima de Colombia está determinado por los aspectos geográficos y atmosféricos que incluyen: precipitaciones, intensidad radiación solar, temperatura, sistemas de vientos, altitud, continentalidad y humedad atmosférica. Estos factores desarrollan un amplio mosaico de climas y microclimas en Colombia, que van desde los más calurosos a 30°C en las costas y llanuras hasta los más fríos, con temperaturas bajo 0°C en los picos de las montañas de la Cordillera de los Andes y la Sierra Nevada de Santa Marta.



Cartagena de Indias presenta un clima tropical cálido – húmedo, influenciado por los alisios que soplan entre diciembre y marzo, dando lugar a estaciones secas y lluviosas. En esta región el período de lluvias se presenta de mayo a noviembre, con máxima precipitación en el mes de octubre, y el período seco entre diciembre y abril. Las precipitaciones promedio anuales son de 926 mm y la temperatura promedio es de 28°C.

Uno de los parámetros meteorológicos más importante en la dispersión de los contaminantes es el viento. La rosa de los vientos del Aeropuerto de Rafael Núñez se muestra a continuación.

Ilustración 9 Rosa de los Vientos. Aeropuerto Rafael Núñez.



Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

En la rosa de los vientos se observa que los vientos predominantes tienen una componente norte, con un gran porcentaje de velocidades del viento 8,0 – 10,7 m/s. Los periodos de calma durante el periodo evaluado representan un 19%.

En cuanto a las temperaturas la máxima mensual registrada es de 31,6°C siendo la mínima 24°C, la presión registrada durante el día es de 760,48mmHg mientras que durante la noche es de 753,87mmHg.

Para poder caracterizar la calidad del aire en Cartagena de Indias existe un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA). Se monitorean los niveles actuales de la calidad del aire, a través de una campaña, siguiendo los lineamientos del nuevo protocolo establecido por Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en la Resolución 650 de 2010.

En Cartagena de Indias existen 15 estaciones de monitoreo activos y pasivos ubicadas en toda la ciudad, que durante dos meses continuos y de manera simultánea, recogen información del material particulado PM<sub>10</sub> y otros contaminantes del aire como PST,

Óxido de Nitrógeno, Óxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Ozono Troposférico y Benceno.

Según la operativa del aeropuerto en la situación actual, usando en mayor medida la cabecera 01 y su configuración física, la dispersión de los contaminantes se producirá hacia el norte, pudiendo afectar en mayor medida a las localidades de Canapote y Barrio de Crespo, que son las localidades que más próximas se encuentran al aeropuerto. Aun así, el nivel de emisiones producidas por el aeropuerto no se espera que alcance el nivel máximo permisible por la legislación.

### Aguas y medio hidrológico

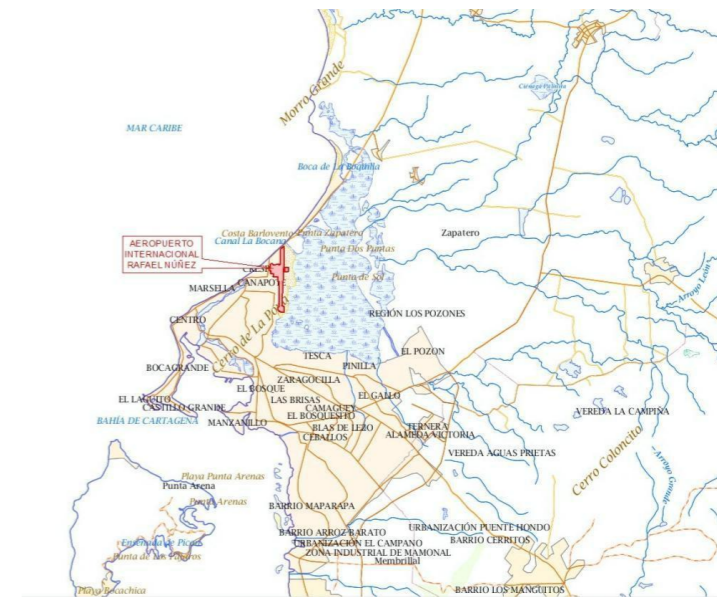
El sistema hídrico del Distrito de Cartagena, está conformado por los siguientes cuerpos de agua:

- Mar Caribe.
- Bahía de Cartagena
- Bahía de Barbacoas.
- Ciénaga de la Virgen.
- Caños y Lagos internos.
- Canal del Dique con sus Ciénagas y Lagunas.

Además cuenta con otros elementos que en general conforman las cuencas hidrográficas y vertientes que recogen las aguas lluvias para dirigir las a los cuerpos de agua antes mencionados. De esta forma Cartagena se constituye en un eje ambiental estratégico para Colombia.

De cara a elaborar con mayor detalle la línea base ambiental del entorno del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez en lo referido a este componente, se describe la Ciénaga de la Virgen, ya que las actividades previstas se desarrollarán hacia el este del Aeropuerto con potencial afección a la misma, haciendo énfasis en aspectos tales como los puntos de disposición de aguas residuales o la calidad fisicoquímica, entre otros.

Ilustración 10 Rosa de los Vientos. Aeropuerto Rafael Núñez.



Fuente: Instituto Agustín Codazzi

### Ciénaga de la Virgen

Se trata de una laguna costera ubicada sobre el costado norte de la ciudad de Cartagena y separada del mar por el cordón de arenas de La Boquilla. Tiene forma de pera, estrecha en el norte y amplía en el sur, con anchura máxima de 4,5 km, una longitud de unos 7 km, un espejo de agua de unos 22,5 km<sup>2</sup> y profundidades de hasta 1,6 m. Sobre el costado occidental de la Ciénaga se construyó a finales de la década de los años 80 la banca del Anillo Vial. La Ciénaga se comunica con el sistema de Caños y lagunas internas de la ciudad a través del caño Juan Angola. Sobre el costado oriental existe una zona de manglares y zonas pantanosas con un área aproximada de 7,5 km<sup>2</sup>.

Ilustración 11 Vista aérea de la Ciénaga de la Virgen.



Fuente: Elaboración propia



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Posee una estrecha boca hacia el sector norte conocida como la Boquilla, siendo la única conexión de la Ciénaga con el mar abierto y con la particularidad de cerrarse en alguna época del año (Noviembre a Febrero).

El estudio de "Actualización y Complementación de los Estudios para la Construcción de la Vía Perimetral de la Ciénaga de la Virgen" realizado en el año 2004, señala que la Ciénaga está siendo utilizada como cuerpo receptor de las aguas residuales de gran parte de la ciudad de Cartagena y receptora de los residuos sólidos de la zona aferente por sus costados sur y occidental, que carecen de la infraestructura sanitaria, por ser el resultado de desarrollos urbanos de invasión.

El mismo estudio señala que el aporte actual a la Ciénaga de la Virgen está en el orden de 88.000 m<sup>3</sup>/d (Aguas de Cartagena, 2003), lo que corresponde aproximadamente a un 60% de las aguas residuales de la ciudad de Cartagena. Se han identificado cinco puntos principales de vertido: Paraíso, Ricaurte, Tabú, María Auxiliadora y San Francisco.

Respecto a la calidad fisicoquímica, en la siguiente tabla se muestra la calidad del agua de la Ciénaga de la Virgen.

Tabla 6.- Caracterización Fisicoquímica de la Ciénaga de la Virgen

Parámetros	2001				2002				2003			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
DBO5 (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	5,4	7,6	N.D	11,6
OD (mg/L)	6,47	7,8	5,08	6,79					8	9,1		7,55
NH <sub>4</sub> (mg/L)	0,504	0,784	0,784	6,79					1,01	1,01		1,2
pH (Unidades)	8,13	8,27	8,29	8,28					8,13	8,31		8,2
CFS(NMP/100ml)	150	36	230	75	3	150		36	3,6	3,6		300
CTT(NMP/100ml)	150	36	230	75	20	210		91	3,5	3,6		300
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,001	0,001	0,001									
NO <sub>3</sub> (mg/L)	0,036	0,014	0,036	0,014					0,107	0,103		0,12
SST (mg/L)	99	128	64	80					19	36		27
SAL(0/00)									22	20		22

Estaciones

1, Ciénaga de la Virgen, sur pantalla

2, Ciénaga de la Virgen, norte pantalla

3, Ciénaga de la Virgen, frente a la Boquilla

4, Salida de la Bocana

Fuente: Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina de Colombia (REDCAM)

La Bocana de Marea Estabilizada es una conexión artificial permanente entre el mar y la Ciénaga que garantiza el flujo y reflujo de las corrientes de marea, permitiendo el intercambio continuo de las aguas. Su principio de operación se basa en la oxidación de la materia orgánica proveniente de las aguas residuales de la ciudad a través de procesos biológicos aerobios, logrando así autodepurar el medio acuático por la asimilación de los nutrientes. A su vez, el aporte de 30m<sup>3</sup>/s de agua marina influye en las características fisicoquímicas del agua de la Ciénaga, permitiendo que se establezca la salinidad alrededor de las concentraciones del agua del mar.

#### Caño de Juan Angola

Por otro lado, el Caño de Juan Angola se localiza en la zona Norte de la ciudad y sirve de conexión entre la Ciénaga de la Virgen y la Laguna el Cabrero. Tiene una extensión de 4.22 Km, y una profundidad promedio de 1,5 m. El caño se ha venido utilizando como receptor de aguas negras, generando un ambiente insalubre para la población circundante.

#### Cuencas que drenan a la Ciénaga de la Virgen

Las cuencas del área urbana que drenan hacia la Ciénaga de la Virgen cuentan con un área superficial total de 2.204,69 Ha. Esta zona está dividida en 27 cuencas, entre las que se encuentran: Arroyo Chiamaría, Arroyo Fredonia (Canal Calicanto Viejo), Canal Playa Blanca, Canal Maravilla, Canal Ricaurte, Canal las Flores, Canal Arrocera, Canal Once de Noviembre, Canal El Villa, Canal Salím Bechara, Canal Primero de Mayo, Canal San Martín, Canal Amador y Cortés, Canal Barcelona, Canal San Pablo, Canal María Auxiliadora, Canal Bolívar, Canal La Esperanza, Cuenca del Barrio La María, Cuenca Sector Los Corales Barrio La María, Canal San Francisco, Canal Pedro Salazar, Cuenca Sector La Loma Barrio San Francisco, Cuenca Calle 77 Barrio San Francisco, Cuenca Barrio Daniel Lemaitre, Cuenca Barrio 7 de Agosto.

Las características morfométricas de las cuencas que drenan a la Ciénaga de la Virgen son:

- **Área:** La cuenca urbana del distrito de Cartagena que drena hacia la Ciénaga de la Virgen cuenta con un área de 2.204,69 Ha
- **Longitud del cauce principal:** Las longitudes de los cauces en las 27 cuencas son en promedio de 1,51 km. La cuenca Canal Ricaurte tiene el cauce de mayor longitud con 5,6 km y la cuenca del Sector La Loma del Barrio San Francisco el de menor longitud con 0,52 km.
- **Alturas:** La cuenca urbana del distrito de Cartagena tiene una cota máxima de 120 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) y una cota mínima de -0,65 m.s.n.m.
- **Pendientes:** La pendiente media de los cauces es del 0,03%
- **Ancho y longitud de la cuenca:** El ancho máximo que se presenta en la cuenca es de 2,3 km, con una longitud axial de 4,38 Km.

#### Condiciones Actuales de Escorrentía

La parte alta de las cuencas rurales que llevan sus aguas a la Ciénaga de La Virgen se caracteriza por ser zona montañosa con pendientes fuertes. Todas las cuencas rurales se encuentran intervenidas como consecuencia de las actividades agrícolas y ganaderas de la zona.

La parte baja de las cuencas se caracterizan por ser zonas planas, inundables y sin canales completamente definidos en su desembocadura hacia la Ciénaga de La Virgen (Arroyos Caño Mesa y Tabacal). Algunas presentan zonas con manglares (Arroyos Hormiga y Chiricoco) y otras pertenecen a la zona urbana del Distrito de Cartagena con canales bien

definidos hasta su desembocadura en la Ciénaga de La Virgen (Arroyos Tomatal y Matute).

La carretera de La Cordialidad es la principal estructura de control en la parte baja de las cuencas hacia el este y la Vía al Mar la complementa muy cerca del límite con la zona de playas.

#### Geología, suelos y residuos

##### Aspectos geológicos y geomorfológicos

Geológicamente el área del Aeropuerto se corresponde a depósitos cuaternarios de origen marino-aluviales constituida por acumulaciones predominantemente arcillosas de colores pardo y negro con lentes arenosos, producto de la interacción de procesos marinos y aluviales antiguos. Constituyen las extensas llanuras costeras presentes al oriente y sureste de la Ciénaga de la Virgen y al sureste del cerro de albornoz.

El perfil estratigráfico típico de esta zona, muestra superficialmente rellenos constituidos por restos de escombros, desechos de basuras hasta 0,8 y 1 m de profundidad aproximadamente.

Subyaciendo este relleno se encuentra una arcilla limosa gris oscura muy blanda con presencia, en algunos sondeos, de mangles en descomposición. De los 6 a 8 m de profundidad aparece una arcilla limosa habana clara con vetas grises de consistencia dura a muy dura, y se extiende hasta la profundidad máxima de exploración obtenida en los sondeos recopilados (10 m) en el estudio de G. Barbosa, 2009.

Las características geotécnicas de las arcillas limosas blandas encontradas típicamente en esta zona presentan números de golpes por pie de penetración (SPT), entre 2 y 5, peso unitarios húmedos y secos entre 1,4 y 1,8 ton/m<sup>3</sup> y 0,9 y 1,1 ton/m<sup>3</sup> respectivamente, índices de plasticidad entre 5% y 23% y porcentaje de finos 48% y 94%. La humedad natural se incrementa con la profundidad, entre el 10% y el 40%.

La fluctuación del nivel freático en esta zona, está entre el 0,8 y 1,2 m y se encuentra regulada por el ascenso de la marea de la Ciénaga de la Virgen.

#### Suelos

En el área de estudio hay cuatro consociaciones inventariadas, todas ubicadas en los márgenes de la Ciénaga, dado que el área restante se encuentra urbanizada y no hay datos de evaluaciones agrológicas.

Se describen brevemente las diferentes unidades fisiográficas y de suelo.

- Consociación MOHAN (Moaz)

Se corresponde a los paisajes de planicies y se consideran como no suelos propiamente dichos ya que permanecen inundados porque se desarrollan en los sectores marinos y fluvio-marinos de la Ciénaga. Tienen un altísimo contenido en materia orgánica semidescompuesta y poco contenido mineral. Se encuentran cubiertos por manglares.

- Consociación PIÑUELAS (Plav)

También son suelos de áreas planas desarrollados en la unidad denominada “Manglar Alto”, tienen texturas finas y presentan drenaje muy pobre. Se localizan en terrenos con topografía plano-cóncava, con pendientes entre 0 y 1%. Suelen ser explotados para cultivo de arroz y pastizales.

- Consociación PUNTA MAMA (PMa)

Esta es precisamente una pequeña unidad de suelos que se encuentra entre el Aeropuerto y el corregimiento de la Boquilla, rodeados de playones salinos y manglares de la Ciénaga de la Virgen en los sectores centro y norte. Son suelos derivados de aluviones marinos, superficiales debido a la presencia de materiales de conchas marinas con matriz franco-arenosa.

Se presentan en terrenos planos, con pendiente de 0 a 1% y el drenaje natural va de moderado a bien drenado.

- Consociación TIERRA BAJA (PSax1)

Estos suelos son los presentes en mayor proporción en el área de actuación, pero los efectos son bajos tanto en intervención como en efectos sobre su calidad y potencial de uso, que es prácticamente ninguno salvo conservación.

Estos suelos derivan de sedimentos de arena fina que les dan características limosas. Originados por playones marinos ocupan un lugar transicional entre los manglares y la zona continental. También presentan terrenos planos y bajas pendientes con drenaje moderado a imperfecto y textura areno-limosa y franco arcillo arenosa.

### Residuos

El aeropuerto cuenta con una zona de tratamiento de residuos donde se realizan todas las labores de recogida, separación, almacenamiento y entrega de residuos generados en el aeropuerto.

Ilustración 12 Plano de ubicación de la zona de tratamiento de residuos



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Se dispone de una zona de clasificación que incluye una zona de residuos sólidos para el traslado y otra de residuos para clasificar. Adicionalmente existe una zona específica para cada uno de los distintos tipos de residuos: papel, vidrio, tóxicos y peligrosos.

El acceso para la extracción de los residuos por la compañía encargada de realizar el tratamiento específico necesario para cada tipología de residuo, se realiza desde el lado tierra, por la calle 73 y la avenida 3ª. Este tratamiento tiene lugar ya en las instalaciones de la compañía de tratamiento de residuos, ubicada fuera del recinto del aeropuerto.

### 3.3. Medio biótico

#### Espacios protegidos

La legislación básica que establece y define actualmente los espacios naturales protegidos de Colombia es el Decreto 2372 de 1 de julio de 2010, por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones, en él se establece el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) para así poder dar cumplimiento a los objetivos generales de conservación del país. Estos objetivos son:

- Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica.
- Garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el bienestar humano.
- Garantizar la permanencia del medio natural, o de algunos de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza.

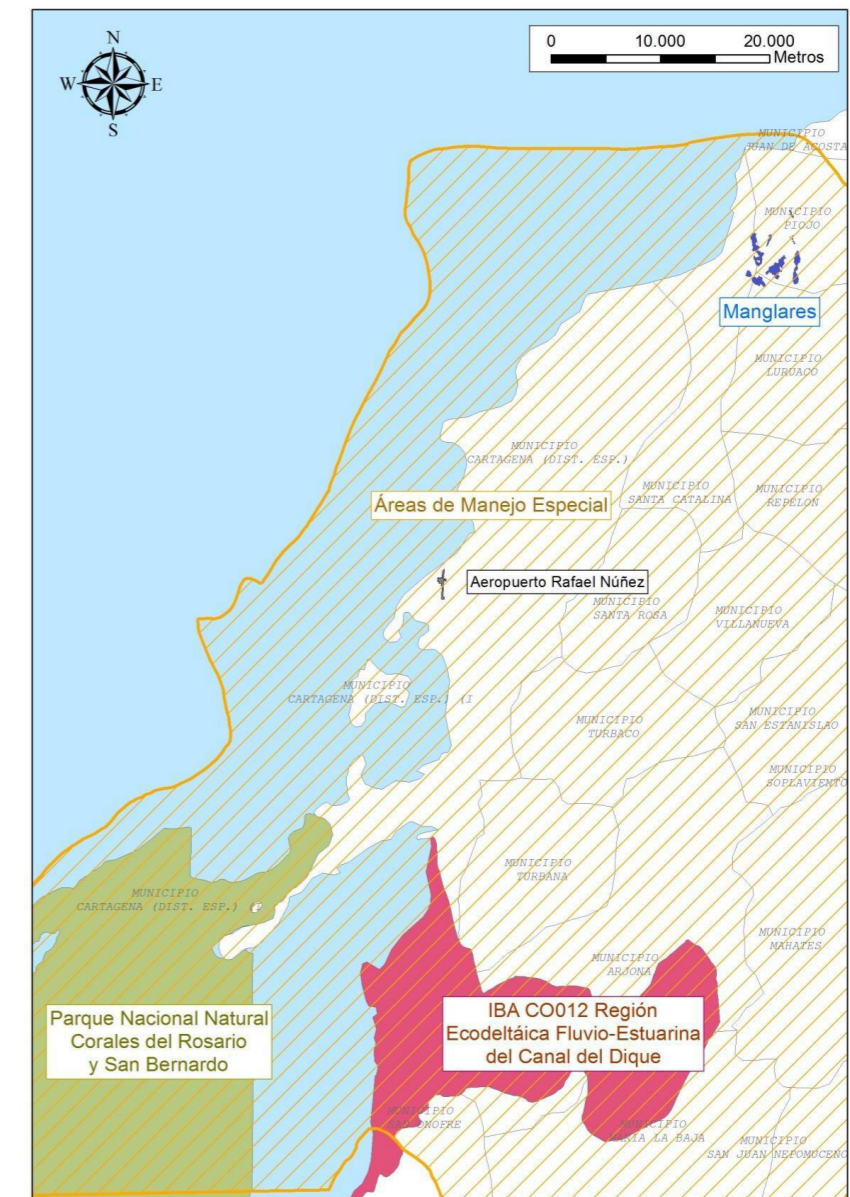
Además en su artículo 10 se establecen las diferentes categorías contempladas para las áreas protegidas que conforman el SINAP. Estas categorías son:

- Áreas protegidas públicas:
  - o Sistema de Parques Nacionales Naturales.
  - o Reservas Forestales Protectoras.
  - o Parques Nacionales Regionales.
  - o Distritos de Manejo Integrado
  - o Distritos de Conservación de Suelos.
  - o Áreas de Recreación.
- Áreas Protegidas Privadas:
  - o Reservas Naturales de la Sociedad Civil

Atendiendo a esta clasificación, y como puede observarse en la siguiente ilustración, no existen áreas protegidas, ni públicas ni privadas en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. Únicamente en el Plan de Ordenamiento Territorial del

Distrito Turístico de Cartagena de Indias y los lineamientos hechos sobre materia de protección ambiental por el Gobierno Nacional en 1978, con la declaratoria de Área de Manejo Especial como una categoría temporal de ordenación, estableció en la zona un régimen especial de gestión, pero que quedó sin definir sus objetivos.

Ilustración 13 Figuras de protección en el entorno del aeropuerto de Cartagena de Indias



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

El área de manejo especial de la Bahía de Cartagena y el Canal del Dique fue declarada mediante el Decreto 1741 de 1978, pero no dejó claro quién es competente para su desarrollo, suponiéndose “oficiosamente” que la responsabilidad sobre la misma recae sobre Cardique. Esta área abarca 27 municipios en tres departamentos. El objetivo



principal con el que se declaró esta área fue el de controlar y corregir la contaminación existente en la Bahía de Cartagena y otros sectores de la región, incluida la Ciénaga de la Virgen, proteger los hábitat existentes en el Área, conservar y proteger especies en vías de extinción o con un alto valor científico, etc. Se trata por lo tanto de una figura de gestión y protección integral de todo el área, abarcando también un uso racional de los recursos naturales de la zona por parte de la población, que además tiene entre sus objetivos el de reservar áreas para que conformen parte del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Por otro lado, y ante la necesidad del ordenamiento ambiental del territorio, se elaboró la resolución N° 0947 de diciembre 09 de 2003, "Por la cual se declara en ordenación la cuenca de la Ciénaga de la Virgen y se dictan otras disposiciones". Esta resolución permite el uso de los recursos de manera planificada, facilitando la gestión integral de la cuenca y asegurando la explotación sostenible de la misma.

El objetivo de dicha resolución ha quedado plasmado en el documento denominado "Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen". Este documento se fundamenta especialmente en el marco legal e institucional que define la categoría de "Área de Manejo Especial" declarada por la nación 1978 y orientándose a partir de las políticas ambientales establecidas para el Sistema Nacional Ambiental. Siguiendo estas directrices dicho Plan propone diferentes áreas para ser protegidas, entre las que como se puede observar en la siguiente Ilustración: Áreas propuestas para ser protegidas por el nivel regional., se encuentra la Ciénaga de la Virgen, para la que propone que se declare "Área de Manejo Integral de Recursos Hidrobiológicos".

Ilustración 14 Áreas propuestas para ser protegidas por el nivel regional.



Fuente: Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen

El "Parque Distrital Ciénaga de la Virgen" según el POT del distrito Turístico de Cartagena de Indias abarca todo el área de la Ciénaga de la Virgen (unas 3.300 ha), incluyendo el sistema lagunar y de los humedales localizados más allá de los manglares. Esta área queda delimitada para proceder a su recuperación ambiental y destinarla posteriormente a un aprovechamiento sostenible mediante el desarrollo de múltiples usos en toda la zona. Esta categoría como puede comprobarse con las figuras legales que se han mencionado anteriormente en este mismo apartado no se corresponde con ninguna, no teniendo un objetivo claro y resultando contradictoria al existir otras posibilidades que si gozan de un reconocimiento estatal.

La Ciénaga de la Virgen está declarada como humedal de importancia local y regional. Además al declarar la ciudad de Cartagena de Indias como Patrimonio Histórico-Cultural de la Humanidad, la UNESCO hizo referencia en esta declaración a la necesidad de conservar, proteger y salvaguardar los ecosistemas naturales de la ciudad, hecho que le confiere una gran importancia al ecosistema que crea la Ciénaga.

Por último mencionar que la IBA (Important Bird Area) más cercana al aeropuerto es la IBA de la Región Ecodéltica Fluvio-Estuarina del Canal del Dique, situada a unos 23 kilómetros.

### Vegetación

El Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena de Indias, está situado en la provincia biogeográfica del Cinturón Árido Pericaribeño (Bosque tropical seco), concretamente en el distrito biogeográfico de Cartagena. Los vientos Alisios de la zona tienen una acción desecante que se traduce en la existencia en el área de estudio de un clima tropical semiárido.

En general el bosque tropical seco son formaciones boscosas que se desarrollan en lugares con precipitación que fluctúa entre 789 mm (Isla de Tierra Bomba, Bolívar) y los 1.800 mm (pie de monte de la cordillera central Valle del Cauca). La temperatura media anual es superior a los 25 °C, alcanzando temperaturas máximas de 38 °C

Por lo tanto, y como resultado del conjunto de factores excepcionales que confluyen en la zona, se pueden encontrar formaciones vegetales de muy diversa composición y estructura, pudiendo variar de matorrales xerófilos y zonas halófilas en el litoral a bosques subhigrofiticos e higrótropofíticos, formaciones riparias y manglares. Estos últimos constituyen la vegetación más relevante del área de estudio. Los manglares están distribuidos alrededor de toda la Ciénaga, especialmente en los costados norte y oriental. La vegetación actual en el entorno del Aeropuerto Rafael Núñez se encuentra muy antropizada al encontrarse éste entre la ciudad de Cartagena de Indias (concretamente de los barrios de San Francisco y Siete de Agosto) y la Ciénaga de la Virgen. Aun así existen zonas concretas en las que todavía se puede vislumbrar una pequeña representación de las especies que antaño ocupaban gran parte del entorno de la Ciénaga. Además existe un proyecto de revegetación del Caño Juan Angola. En este proyecto está previsto revegetar una zona de unas 7,5 ha con objeto de aislar acústicamente dichos barrios de la influencia sonora del aeropuerto.

Al oeste del mismo se extiende la ciudad de Cartagena de Indias en la que la vegetación es meramente ornamental, muy relacionada con los ajardinamientos y plantaciones ornamentales de la ciudad. Incluye especies como las que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.- Especies vegetales del entorno aeroportuario.

Nombre común	Nombre científico
Almendros	Terminalia catappa
Mangos	Mangifera indica
Roble morado	Tabebuia rosea
Palma de coco	Cocos nucifera
Payandé	Pithecellobium dulce
Guanabana	Annona muricata
Matapalo	Ficus sp.
Mataratón	Gliciridia sepium
Totumo	Crescentia cujete
Ceiba bruja	Ceiba pentandra
Mamón	Melicoccus bijugatus
Papaya	Carica papaya
Caucho	Ficus elastica
Guasimo	Guazuma ulmifolia
Trinitaria	Bougainvillea glabra
Campano	Pithecellobium saman
Acacia roja	Delonix regia
Laurel	Ficus benjamina
Olivo	Capparis odorotissima
Mango	Melicoca bijuga
San Joaquín	Cordia sebestena

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Ilustración 15 Vegetación de las áreas urbanas de la ciudad de Cartagena



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Al norte y al sur del Aeropuerto se encuentran, respectivamente, el Mar Caribe y la Ciénaga de la Virgen. Es al este del mismo donde encontramos el área con un mayor valor desde el punto de vista botánico.

Antaño la zona que ocupa el aeropuerto estaba ocupada por el manglar. A medida que el desarrollo urbano de la ciudad de Cartagena ha ido creciendo y con él la necesidad de



nuevos recursos propios del manglar por parte de la población, ha ido mermando año a año su superficie hasta quedar en lo que es actualmente. A continuación se tratará por separado, y con motivo de su relevancia botánica en la zona, la vegetación específica de la Ciénaga de la Virgen.

### Vegetación en la Ciénaga de la Virgen

La delimitación del límite perimetral del aeropuerto de Cartagena de Indias se encuentra a algo más de 200 metros de la llamada Ciénaga de la Virgen o Ciénaga de Tesca. Los manglares se desarrollan en la interfaz que se crea entre el medio acuático y el terrestre, formando un sistema ecológico anfibio, lo que le proporciona una rica y variada biodiversidad perteneciente a ambos medios. Además del importante papel en el mantenimiento de la biodiversidad, los manglares de la Ciénaga de la Virgen resultan de vital importancia para evitar la erosión del suelo y para mejorar la ya de por sí depauperada calidad de las aguas. Los manglares de la Ciénaga están dominados por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle salado (*Avicennia germinans*), siendo el mangle rojo el más común, debido a las características de los limos de la Ciénaga y a la explotación de la madera de las otras especies. En general la masa está compuesta por pies jóvenes, lo que confiere a la masa una baja área basal.

Ilustración 16 Vegetación del entorno del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Estructuralmente las especies que conforman el manglar se distribuyen en bandas perimetrales al límite de la lámina de agua de la Ciénaga. Según esta distribución pueden distinguirse dos zonas principales dentro del propio manglar, el manglar interno y el manglar externo:

- Manglar externo.-Está formado por individuos de las especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Estructuralmente la primera línea suele pertenecer al mangle rojo, más resistente la salinidad e inundación, lo que no quita que en determinadas zonas sea el mangle blanco sea el que ocupe la primera línea, convirtiéndose incluso en la especie dominante. El estado de conservación de este sector del manglar no es bueno, está muy intervenido con una abundante regeneración y escaseando individuos adultos que alcancen los 10 metros.
- Manglar interno.-En este caso las especies dominantes son el manglar salado (*Avicennia germinans*) y el mangle Zaragoza (*Conocarpus erectus*). *Avicennia germinans* es la segunda especie en importancia del manglar y está ubicada dentro del mismo en las zonas de transición de las áreas con mayores salinidades a las de menor salinidad e inundación, prefiriendo suelos menos blandos pero más arenosos. En determinadas zonas entre el Manglar externo y el interno aparece una estrecha franja de *Laguncularia racemosa* mezclada con diferentes especies de gramíneas como *Sporobolus virginicus* y ciperáceas como *Cladium lamaicensis*. Por último se sitúa el mangle Zaragoza que es la menos tolerante a la salinidad de las cuatro especies existentes en la Ciénaga.

Situado entre el límite del aeropuerto y el del manglar propiamente dicho, aparece una formación arbustiva dominada por el matarratón (*Gliricidia sepium*), así como alguna zona aislada con cultivos (claro reflejo de la regresión de las masas vegetales originales y avance de la fuerte presión humana) en la que se pueden encontrarse individuos de ciruela (*Spodias purpurea*), totumo (*Crescentia cujete*), olivo (*Capparis odoratissima*), aramo (*Acacia farnesiana*), guanábana (*Annona muricata*), limón (*Citrus aurantifolia*) así como matas de plátano (*Musa sp.*).

Ilustración 17 Vegetación del entorno del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Vegetación del Interior Aeroportuario

La vegetación existente en el interior del recinto aeroportuario es la asociada principalmente a las zonas relativas a los ajardinamientos del mismo, ya que los exteriores se encuentran, por motivos de seguridad aérea, desbrozados con una vegetación de tipo herbáceo.

Ilustración 18 Vegetación del interior aeroportuario



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Las principales especies que se pueden encontrar en los jardines del Aeropuerto Rafael Núñez son las siguientes:

Tabla 8.- Especies de ajardinamiento del aeropuerto

Nombre común	Nombre científico
Roble	Tabebuia rosea
Campano	Pithecellobium samam
Acacia roja	Delonix regia
Palma de abanico	Pritchardia pacifica
Palma coquera	Vaichia marrilii
Palma washintonia	Washingtonia filifera
Mangle Zaragoza	Conocarpus erectus
Cocotero	Cocos nucifera
Almendro	Terminalia catappa
Trinitaria	Bougainvillea glabra
Caucho	Ficus elástica
Ébano	Caesalpinia ebano
Coralillo	Ixora coccinea
Laurel	Ficus benjamina

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Fauna

La fauna presente en el entorno aeroportuario está ligada a dos ambientes principales, la Ciénaga y las áreas urbanas.

Según se desprende de los estudios realizados en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen sobre la fauna presente en la zona, las especies (por grupo faunístico) más destacadas son las siguientes:

- Anfibios y reptiles.- Se han detectado un total de 19 especies para el grupo de los anfibios, entre las que destacan el sapo cornudo (*Ceratophrys calcarata*) y la rana mojosa (*Pseudis paradoxa*), especies endémicas de la planicie costeña (Cuentas et al., 2002). La única especie que se encuentra amenazada en la zona es la ranita venenosa (*Dendrobates truncatus*) que posee la categoría de casi amenazada. La mayor parte de estas especies de anfibios (unas 14) se han identificado en el arroyo Matute.

Del grupo de los reptiles se han identificado 39 especies diferentes. De estas 39 especies, 3 pertenecen al grupo de los quelonios, 18 a los ofidios, un crocodiliano y las 17 restantes a los saurios. Las especies más destacadas debido a su estado actual de amenaza son la morrocuya (*Geochelone carbonaria*), que se halla en peligro crítico (Rueda 1998b), y la Hicotea (*Trachemys scripta*). También existen especies interesantes desde el punto de vista la explotación comercial como la babilla (*Caiman crocodylus*), la boa (*Boa constrictor*) y el Mapaná (*Bothrops asper*). Por último destacar entre las especies de saurios dos especies que revisten un especial interés comercial, la iguana (*Iguana iguana*) y el lobo pollero (*Tupinambis teguixin*).

- Mamíferos.- Existe una abundante presencia de mamíferos en la Ciénaga de la Virgen, ascendiendo la misma a 17 especies, siendo los murciélagos los que mayor número de especies poseen. Las especies más destacadas son el perezoso (*Bradypus variegatus*) que está declarado "casi amenazado", y el mono colorado (*Alouatta seniculus*) que también se encuentra en riesgo bajo pero que está declarado como "vulnerable". Además existe una fuerte presión humana sobre varias especies, por un lado el armadillo (*Dasybus novemcinctus*) y el ponche (*Hydrocaeris hydrocaeris*) que son cazados como alimento, y por otro la ardilla (*Sciurus granatensis*) que lo es por su interés comercial como mascota. El grupo de los mamíferos no está muy extendido en la zona objeto de estudio ya que el nivel de intervención en toda la zona ha condicionado notablemente los hábitats de estos desplazándolos hacia áreas más adecuadas para su desarrollo.

- Aves.- Es sin duda el grupo más numeroso de los que habitan en la Ciénaga. Según el estudio realizado para la elaboración del Plan de Ordenamiento de la Ciénaga de la Virgen, se han detectado 109 especies diferentes, distribuidas en 41 familias. En estudios propios sobre la avifauna presente en el área de estudio desarrollados para el Aeropuerto, se han detectado en la zona objeto de estudio 89 especies que pertenecen a 37 familias diferentes. Ninguna de estas especies goza de algún tipo de protección legal. Este grupo es especialmente relevante para el aeropuerto ya que su correcta gestión asegurará una adecuada seguridad en el tránsito aéreo del aeropuerto.

Las especies que han sido observadas en el entorno inmediato del aeropuerto son las siguientes:

Tabla 9.- Especies animales del entorno inmediato.

FAMILIA	ESPECIE	
	Nombre común	Nombre científico
Pelecanidae	Pelicano	<i>Pelecanus occidentalis</i>
Phalacrocoracidae	Cormorán	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>
Fregatidae	Fragata	<i>Fregata magnificens</i>
Ardeidae	Garzón azulado	<i>Ardea herodias</i>
	Garzón azul	<i>Ardea cocoi</i>
	Garza real	<i>Egretta alba</i>
	Garza blanca	<i>Egretta thula</i>
	Garza morena	<i>Egretta caerulea</i>
	Garcita verde	<i>Egretta tricolor</i>
	Garcita	<i>Butorides virescens</i>
Threskiornithidae	Garza nocturna, Guaco	<i>Butorides striatus</i>
	Garza nocturna	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Anatidae	Ibis blanco	<i>Eudocimus albus</i>
Cathartidae	Barraquete	<i>Anas discors</i>
	Golero cabecerojo	<i>Cathartes aura</i>
Pandionidae	Golero	<i>Coragyps atratus</i>
	Águila pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>
Accipitridae	Gavilancito lobero	<i>Gampsonyx swainsonii</i>
	Cangrejero negro	<i>Buteogallus anthracinus</i>
	Gavilán caminero	<i>Buteo magnirostris</i>
Falconidae	Gavilán piopio	<i>Milvago chimachima</i>
	Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>
	Halcón murcielaguero	<i>Falco rufigularis</i>
	Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>
Rallidae	Polla gris	<i>Gallinula chloropus</i>
Jacaniidae	Gallito de ciénaga	<i>Jacana jacana</i>
Charadriidae	Tanga	<i>Vanellus chilensis</i>
	Chorlito gris	<i>Pluvialis squatarola</i>
	Andarrios solitaria	<i>Tringa solitaria</i>
	Patiamarillo chico	<i>Tringa flavipes</i>
	Patiamarillo grande	<i>Tringa melanoleuca</i>
	Andarrios manchado	<i>Actitis macularia</i>
	Playero aliblanco	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>
Scolopacidae	Playero diminuto	<i>Calidris minutilla</i>
	Zarapito	<i>Numenius phaeopus</i>
	Bacasa piquicorta	<i>Limnodromus griseus</i>
	Cigüeñela	<i>Himantopus mexicanus</i>
Laridae	Gaviota argéntea	<i>Larus argentatus</i>
	Gaviota reidora	<i>Larus atricilla</i>
	Gaviotín	<i>Sterna caspia</i>
	Gaviotín ártico	<i>Sterna dougallii</i>
	Gaviotín blanco	<i>Sterna nilotica</i>
	Gaviotín grande	<i>Sterna máxima</i>
	Gaviotín patinegro	<i>Sterna sandvicensis</i>
	Gaviotín picudo	<i>Phaetusa simplex</i>
	Pico tijera	<i>Rynchops niger</i>
Rhynchopidae	Paloma casera	<i>Columba livia</i>
	Tierrelita	<i>Columbina passerina</i>
Columbidae	Torcaza	<i>Zenaida auriculata</i>

FAMILIA	ESPECIE	
	Nombre común	Nombre científico
Psittacidae	Cotorra	<i>Aratinga pertinax</i>
	Periquito hachero	<i>Forpus crassirostris</i>
Cuculidae	Cocinera	<i>Crotophaga ani</i>
Tytonidae	Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Strigidae	Pavita de la muerte	<i>Glaucidium brasilianum</i>
Trochilidae	Chupaflor colirojo	<i>Amazilia tzacatl</i>
Alcedinidae	Martín pescador grande	<i>Megaceryle torquata</i>
	Martín pescador mediano	<i>Megaceryle alcyon</i>
	Martín pescador chico	<i>Chloroceryle americana</i>
Picidae	Carpintero pechipunteado	<i>Melanerpes rubricapillus</i>
	Carpintero	<i>Melanerpes rubricapillus</i>
Dendrocolaptidae	Trepatroncos	<i>Xiphorhynchus picus</i>
Furnariidae	Chamicero bigotudo	<i>Synallaxis candei</i>
Thamnophilidae	Batará copetón	<i>Sakesphorus canadensis</i>
	Copetona	<i>Elaenia flavogaster</i>
	Espetulilla	<i>Todirostrum cinereum</i>
	Isabelita	<i>Fluvicola pica</i>
	Sirirí Bueyero	<i>Machetornis rixosus</i>
	Bichofué	<i>Pitangus sulphuratus</i>
	Suelda crestinegro	<i>Myiozetetes cayanensis</i>
	Sirirí tijereta	<i>Tyrannus savana</i>
	Sirirí	<i>Tyrannus melancholicus</i>
	Golondrina aliblanca	<i>Tachycineta albiventer</i>
Hirundinidae	Golondrina de campanario	<i>Progne chalybea</i>
	Golondrina de tijereta	<i>Hirundo rústica</i>
	Chupa huevo	<i>Campylorhynchus griseus</i>
Turdidae	Cucarachero	<i>Troglodytes aedon</i>
	Mirla	<i>Turdus grayi</i>
Icteridae	María mulata	<i>Quiscalus mexicanus</i>
	Toche	<i>Icterus nigrogularis</i>
Parulidae	Reinita dorada	<i>Dendroica petechia</i>
	Reinita charquera	<i>Seiurus noveboracensis</i>
	Reinita cabecidorada	<i>Protonotaria citrea</i>
Coerebidae	Mielero manglero	<i>Conirostrum bicolor</i>
	Mielero común	<i>Coereba flaveola</i>
Thraupidae	Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i>
Fringillidae	Papayero	<i>Saltator coerulescens</i>
	Canario costeño	<i>Sicalis flaveola</i>

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

- Ictiofauna.-La fauna íctica cada vez es menor, resultado de degradación y eutrofización que viene sufriendo la Ciénaga y su entorno durante las últimas décadas. Las principales especies presente en la Ciénaga está principalmente representada por tres especies (que suponen casi el 69,5%), la lisa (*Mugil curema*), el zoquito (*Mugil incilis*) y el cangrejo azul (*Callinectes sapidus*).

En relación al plancton existente en el sur de la Ciénaga aparecen organismos característicos para la zona como el dinoflagelado (*Gonyaulax polyedra*) o la diatomea (*Thalassiotrix sp.*), mientras que en la zona norte, menos intervenida, las especies más destacadas son las clorofíceas (*Chaetocerus sp.* y *Thalassionema nitzchioides*).



### Paisaje

Se entiende por paisaje a las partes del territorio que percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos.

De manera práctica y con el objetivo de establecer una cierta coherencia en la interpretación del entorno el paisaje que circunda el Aeropuerto Rafael Núñez, se dividirá en unidades de paisaje, de forma que en cada unidad se agrupen aquellas partes del territorio que presentan características visuales similares (la vegetación, elementos urbanos, láminas de agua etc...).

Las principales unidades de paisaje que se pueden identificar alrededor del aeropuerto son las siguientes:

- Ciudad de Cartagena de Indias.- Al oeste del aeropuerto así como al sur se extiende la ciudad de Cartagena de Indias. Se trata por tanto de un paisaje compuesto por elementos antrópicos propios de asentamientos urbanos y que carece de los valores estéticos naturales del entorno. De hecho la franja adyacente al aeropuerto se trata de asentamientos ilegales en el que el urbanismo y la estética arquitectónica no son valores destacables.
- Ciénaga de la Virgen y sus manglares.- Los sectores norte y sobre todo este del aeropuerto están ocupados por la lámina de agua de la Ciénaga y los manglares que la rodean. Esta unidad desde el punto de vista estético es la que supone una mayor riqueza visual para todo el entorno. La conservación de esta área varía en función de la zona, concretamente los manglares que existen alrededor del perímetro del aeropuerto no conservan un buen estado al estar sometidos a una fuerte intervención humana por el contacto directo con el extremo de la unidad paisajística anterior.
- Mar caribe.- Al norte en la cabecera 19 se extiende la lámina de agua de agua del mar Caribe, junto con la estructura hidráulica de la bocana de conexión entre el mar y la Ciénaga.
- Lomas y colinas.- Son pequeñas elevaciones del terreno que presentan una vegetación muy intervenida, en la que la cobertura principal es matorral alto, en el que no existen formaciones arbóreas destacables. En las elevaciones más altas puede encontrarse todavía cierta cobertura arbórea con un estado de conservación óptimo, proporcionando a esas zona un valor estético más destacables.
- Cultivos.- Al este del aeropuerto, después de la Ciénaga y su manglar se extiende una llanura en la que la roturación agrícola es el paisaje principal. Estas zonas de cultivos se ven alteradas visualmente por pequeños núcleos urbanos y en ocasiones, pequeños rodales de vegetación, normalmente asociada a los cursos de agua que discurren por la zona y que van a parar a la Ciénaga.

### 3.4. Medio Socio-Económico

El Departamento de Bolívar y sus aledaños deberían aprovechar las sinergias generadas entre el Aeropuerto, el turismo y la expansión económica de la Región, para mejorar el Sistema Aeroportuario de Cartagena de Indias.

Las actuaciones previstas derivarán en unos efectos socio-económicos positivos y perdurables en el tiempo. Para su determinación, es fundamental realizar un análisis de las condiciones actuales de la población y su calidad de vida, con el fin de estimar sus variaciones tras el desarrollo del escenario previsto. Esta caracterización permitirá, asimismo, la descripción de las alternativas de gestión social inherentes al aeropuerto en relación a la comunidad.

A nivel socioeconómico, la mejora y ampliación del Aeropuerto Rafael Núñez beneficiará de manera directa y de modo más evidente a los pobladores de los terrenos adyacentes al mismo (barrios militar, Crespo, Canapote, Crespito, 20 de Julio, San Francisco, 7 de Agosto, La María, Santa María, El Paraíso, Daniel Lemaitre, San Juan, Portal del Virrey, y parte de la Ciénaga de la Virgen), pertenecientes a las localidades de la Virgen y Turística, Histórica y del Caribe Norte e industrial de la Bahía.

No obstante, todo el Departamento de Bolívar y sus aledaños serán beneficiados por la mejora de operatividad y capacidad del aeropuerto, favoreciéndose del desarrollo económico asociado.

#### Aspectos Demográficos y Asentamientos

El recinto aeroportuario se localiza íntegramente en el término municipal de Cartagena, sin embargo el análisis socioeconómico se realizará ampliando sus límites hasta el Departamento Bolívar, dado que éste forma parte del ámbito de influencia del aeropuerto.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la población del Departamento asciende a algo más de dos millones de personas, de los que aproximadamente la mitad se concentran en Cartagena.

El incremento poblacional más alto ocurrió en el período intercensal 1951-1964 (explosión demográfica en el país), cuando la población pasó de 111.300 a 217.900 habitantes, con una tasa de crecimiento del 5,3% anual.

Tabla 10.- Indicadores demográficos (I). Departamento de Bolívar

Año	Población			Relaciones de Dependencias (por mil)	Niños/mujer (por mujer)	Masculinidad (por 100 mujeres)	Edad mediana (años)
	Total	Hombres	Mujeres				
2005	1.878.993	938.190	940.803	652,40	0,436	99,72	23,58
2010	1.979.781	989.732	990.049	605,15	0,407	99,97	24,78
2015	2.097.086	1.048.795	1.048.291	566,45	0,386	100,05	26,19
2020	2.219.461	1.109.932	1.109.529	549,62	0,376	100,04	27,64

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

El Departamento en su conjunto ha experimentado un rápido crecimiento demográfico en los últimos años por su dinamismo económico y de creación de empleo. La tendencia futura elaborada por DANE es coherente con dicho hecho.

De la población de Cartagena en el 2005, el 27% nació en otro municipio colombiano y el 0,5 % en otro país. Entre las seis ciudades con mayor población de Colombia, Barranquilla y Cartagena son las que tienen un menor porcentaje de inmigración.

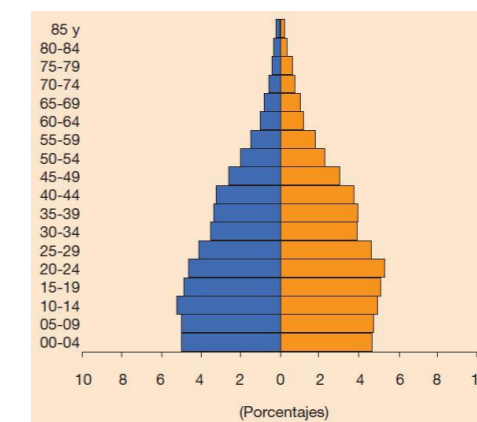
Tabla 11.- Indicadores demográficos (II). Departamento de Bolívar

Periodo	Tasas medias anuales de crecimiento (%)		Tasas implícitas (por mil)		Migrantes netos		
	Exponencial	Geométrico	Crecimiento natural	Natalidad	Mortalidad	Total	Tasa por mil
2005-2010	1,05	1,05	17,10	22,53	5,43	-64.171	-6,65
2010-2015	1,15	1,16	15,49	21,12	5,63	-40.592	-3,98
2015-2020	1,13	1,14	14,29	20,20	5,91	-31.880	-2,95

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Reflejo de esta dinámica tan claramente progresiva es la estructura por edades de la población, que puede considerarse joven. El mayor grupo poblacional estaba situado en el rango "menor de 29 años", con una población femenina ligeramente superior a la masculina. La mayor parte de la población está localizada en zona urbana.

Ilustración 19 Composición por grupos de edad de Cartagena de Indias (2005)



Fuente: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. GeoCartagena en base a DANE

Los datos sobre densidad poblacional indican que la cantidad de personas por kilómetro cuadrado en Cartagena es mayor que en el Departamento y en el país. El área urbana de Cartagena en 2005 tenía una densidad de 11.758,8 habitantes/km<sup>2</sup>. Este fenómeno ha generado una dinámica de presión poblacional sobre la ciudad, junto al hecho de que muchos de los municipios aledaños se han convertido en "municipios dormitorio", toda vez que sus habitantes han fijado allí su residencia pero laboran durante el día en Cartagena.

Tabla 12.- Indicadores demográficos (III). Departamento de Bolívar

Periodo	Tasa de reproducción (por mujer)		Tasa de la fecundidad (por mil)		Edad media de la fecundidad (años)	Número estimado de:	
	Bruta	Neta	Global	General		Nacimientos	Defunciones
2005-2010	1,35	1,28	2.777	88,20	26,27	217.377	52.418
2010-2015	1,27	1,20	2.608	83,30	26,01	215.232	57.335
2015-2020	1,22	1,16	2.499,5	80,40	25,85	218.014	63.759

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)



La tasa de mortalidad no deja de reducirse, debido a la implementación de actividades de prevención y a la ampliación de la cobertura.

Tabla 13.- Indicadores demográficos (IV). Departamento de Bolívar

Periodo	Esperanza de vida al nacer (años)			Defunciones			Tasa de mortalidad infantil (por mil)
	Hombres	Mujeres	Total	<1 años	0-4 años	1-4 años	
2005-2010	71,33	76,51	73,85	8.895	9.769	874	40,70
2010-2015	71,57	76,88	74,15	8.466	9.149	683	39,00
2015-2020	71,80	77,22	74,44	8.230	8.762	532	37,40

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Cartagena es una ciudad con una polarización muy grande en los ingresos y las oportunidades sociales. También se conoce que esa polarización tiene una manifestación étnica y espacial muy clara: las personas sin recursos económicos ocupan unas zonas claramente diferenciadas de la población con ingresos más altos.

### Estructura económica sectorial del Área del Proyecto.

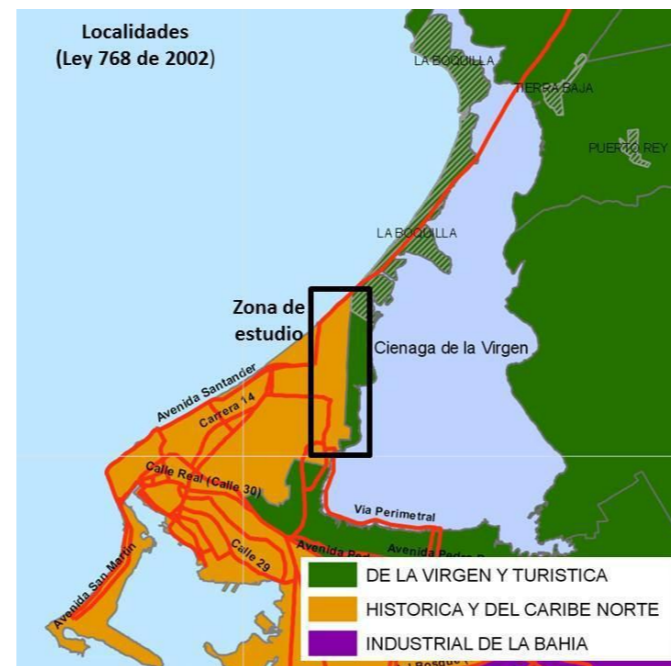
Según la Secretaría de Planeación Distrital, Cartagena comprende un área total de 60.900 ha, de las cuales 7.590,84, corresponden al suelo urbano y 53.309,16, al suelo rural. La ciudad tiene una longitud de línea costera de 193 km, dividida administrativamente en tres localidades.

Tabla 14.- División administrativa de Cartagena de Indias

Localidad	Unidades comuneras de Gobierno	Unidades comuneras de gobierno rurales
Localidad Histórica y del Caribe Noroeste	1, 2, 3, 8, 9, 10.	Tierra Bomba, Caño del Oro, Bocachica, Santa Ana, Barú, Isla Fuerte, Archipiélago de San Bernardo, Islas del Rosario.
Localidad de La Virgen y Turística	4,5,6,7.	Boquilla, Punta Canoa, Pontezuela, Bayunca, Arroyo Piedra, Arroyo Grande.
Localidad Industrial de la Bahía	11, 12, 13, 14, 15.	Pasacaballos, Sector Membrillal, Sector Variante Cartagena y Cordialidad.

Fuente: Secretaría de Planeación Distrital

Ilustración 20 Localidades presentes en el ámbito



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias

La evolución económica de Cartagena de la última mitad de siglo se ha caracterizado por un alto crecimiento demográfico y urbano similar al de las grandes ciudades en Colombia, por una tasa de crecimiento de la construcción mayor que el promedio nacional, por la consolidación de su puerto como el más importante y moderno del país y por ser el primer centro turístico nacional. Con la construcción en 1957 de la Refinería de Mamonal se le imprimió el carácter industrial a la ciudad.

En los últimos años la economía de la ciudad experimentó un amplio proceso de terciarización, reflejado en el aumento de la participación de los sectores de comercio y servicios en el empleo. El dinamismo del puerto y el crecimiento de la actividad turística propiciaron el florecimiento de las actividades económicas de apoyo, que dieron origen a la terciarización. Sin embargo, el nivel de desarrollo alcanzado es inferior a los indicadores de bienestar socioeconómico logrado por las otras grandes ciudades del país. Los sectores económicos de mayor envergadura en el Distrito son: el portuario, el turismo y la industria.

Dada su posición geográfica, Cartagena es el principal puerto marítimo del país. La Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, Muelle El Bosque y Muelle Contecar movilizan el mayor volumen de carga de Colombia.

La zona portuaria de Cartagena está ubicada sobre la Bahía de su mismo nombre. Los terminales ubicados en esta zona están comunicados con el interior del país por dos sistemas modales principales: el carretero y el fluvial. El primero, a través de la carretera troncal de occidente y por la carretera troncal del caribe, que lo comunica con Barranquilla y Santa Marta. El segundo, que comunica a la Bahía con el Río Magdalena a

través del Canal del Dique. Este último facilita la navegación de planchones y remolcadores, y representa para el Río Magdalena el 85% de su carga, constituida básicamente por carbón y derivados del petróleo.

Cartagena es uno de los centros turísticos más importantes de Colombia y el Caribe. El sector se concentra en el Centro Histórico, en el barrio Bocagrande, y en la zona insular de Islas del Rosario y Barú.

Las características naturales de Cartagena, el patrimonio histórico, el desarrollo de la capacidad hotelera con establecimientos de primera calidad y la infraestructura para congresos y convenciones, la convierten una de las principales ciudades turísticas del país, y le dan la posibilidad para convertirse en un destino importante del mundo.

Su capacidad hotelera asciende a 5,000 habitaciones, convirtiéndose en la segunda mejor oferta del país, de los cuales el 50% corresponde a hoteles de cinco estrellas, que equivalen al 25% del total de habitaciones de hoteles cinco estrellas en el país.

La oferta hotelera de la ciudad en general ha estado orientada al turismo de ocio, siendo uno de los destinos de vacaciones más importantes para el turista nacional, aunque en los últimos años ha perdido participación en el mercado interno frente a los otros destinos del Caribe, que ofrecen menores costos. Los centros de convenciones y salones para eventos han ampliado los servicios y comodidades para el turismo de negocios.

El sector industrial, localizado en Mamonal (petroquímica) y en el corredor de la carretera del Bosque (manufactura, metalmecánica y logística), contribuye con el 25% del Producto Interno Bruto del Departamento de Bolívar. La vocación industrial de Cartagena se aprecia en el hecho de que entre las 20 empresas más grandes de la ciudad, 8 son de carácter industrial.

El sector industrial cartagenero ha tenido un gran impacto sobre la economía local y nacional por la introducción de tecnologías modernas y transferencia de conocimiento al personal calificado, sus altas remuneraciones, atracción de mano de obra calificada a la ciudad y generación de alguna demanda derivada de distintos sectores productivos y de servicios.

### Usos del suelo. Entorno del Proyecto

La ocupación del territorio es un proceso condicionado por distintos aspectos sociales, económicos e históricos, resultado de las relaciones sociales que se expresan en diversas formas de uso, ocupación, apropiación y distribución del territorio.

En su etapa prehispánica, la actual Cartagena estaba habitada por unos 60.000 pobladores. En pleno desarrollo del siglo XVII la ciudad se extendió por fuera del recinto amurallado, específicamente hasta la zona donde hoy se encuentra el barrio de Getsemani.

A finales del siglo XIX la ciudad se resguardaba aún en sus murallas, siendo las primeras expansiones extramuros (posterior al de Getsemani) hacia las entonces áreas rurales. La expansión de Cartagena se dirigió hacia el sur oriente de la ciudad antigua, y los barrios extramuros fueron organizados como unidades territoriales administrativas, en torno a una cabeza de distrito, el cual se componía de barrios (Manga, Espinal, Pie de la Popa,

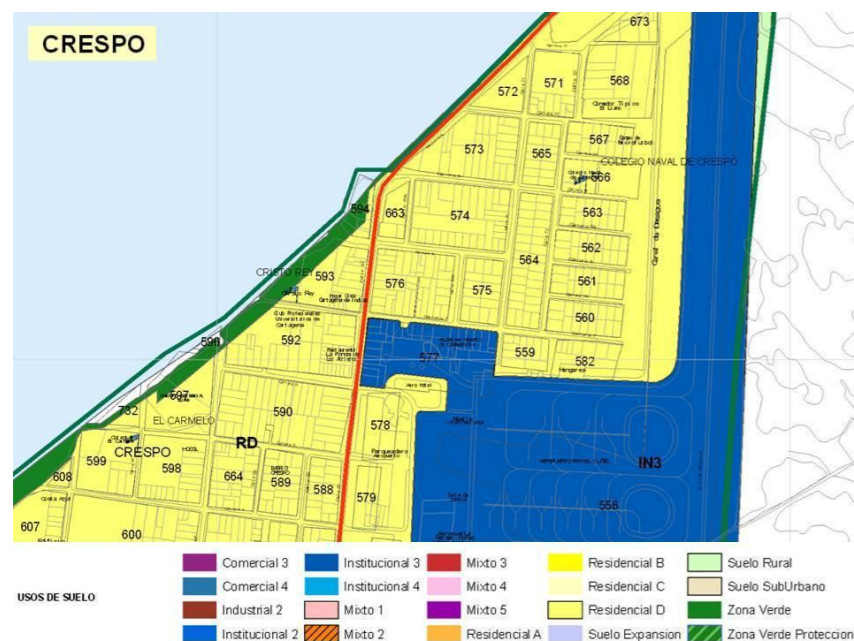
entre otros) y agregaciones (Ceballos, Albornoz, Ternera, eran algunos). Este conjunto de divisiones político-administrativas, sumado a los caseríos, conformaría lo que más tarde se convirtió en la Cartagena moderna.

El despegue poblacional de Cartagena se inició en 1912, crecimiento que trajo consecuencias negativas sobre el cordón amurallado, ya que en la primera mitad del siglo XX dos kilómetros de murallas fueron demolidos para darle paso a la “modernización urbana”.

Desde 1912 el crecimiento poblacional de Cartagena se ha vuelto exponencial. Según los datos recogidos, en 1938 había 84.937 habitantes y en 1973 la cifra era superior a 300.000, cuadruplicándose la población en menos de 40 años.

En 1978, el traslado del mercado público de Getsemaní a Bazurto, propició la urbanización de los terrenos próximos a la Ciénaga de la Virgen. Este hecho originó el desarrollo de asentamientos que se establecieron a partir del relleno de este cuerpo de agua. La misma situación de invasión y degradación se presentó en el cerro de La Popa, que por encontrarse en el área de influencia de la nueva plaza de mercado, se convirtió en polo de atracción para la comunidad que encontró una oportunidad de derivar ingresos de las actividades propias del lugar.

Ilustración 21 Usos del suelo en el entorno aeroportuario



Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias

La urbanización informal es una práctica antigua y no exclusiva de la población con menos recursos, a través de la invasión de viejos lotes rurales abandonados y zonas protegidas, o por rellenos artesanales en zonas de alto riesgo de inundación.

En Cartagena el crecimiento informal ha sido la forma predominante de desarrollo urbanístico en los sectores populares, donde se ha invadido terrenos en las faldas de los cerros y relleno los alrededores de la Ciénaga de la Virgen y los caños y lagos internos.

La vivienda informal creció en torno a la Ciénaga de la Virgen y en dirección hacia el sur y el sureste de la ciudad. También hacia los límites con el municipio de Turbaco y por el norte en dirección a La Boquilla.

Esta dinámica urbana ha determinado que la magnitud de la pobreza sea mayor y más acuciante en la ciudad y que las soluciones urbanísticas sean mucho más complejas y costosas, tanto para el Estado como para las familias. La escasez de suelos afecta por igual a todos los estratos sociales.

La ciudad de Cartagena reporta la existencia de 220.759 viviendas, de las cuales el 35,9% presenta algún tipo de deficiencia. De este porcentaje, el 12,1% tiene casas con paredes de materiales inestables o sin paredes. Esta situación se encuentra relacionada con el origen informal del proceso de urbanización de la ciudad.

La mayor parte del déficit habitacional en Cartagena se concentra en los estratos 1 y 2, es decir, la población de bajos ingresos. Estos grupos habitan en zonas de riesgo y vulnerabilidad ambiental como la Ciénaga de la Virgen, cerro de La Popa y Mamonal y sus viviendas no tienen las condiciones adecuadas de habitabilidad.

Según el “Plan de Ordenamiento Territorial” (POT), el área urbana de la ciudad se distribuye de la siguiente forma:

- El uso residencial representa el 51% del suelo urbano. Las localidades de la Virgen e Histórica, concentran el 67% de la población del área urbana.
- El uso comercial representa el 3% del suelo urbano. Esta actividad se distribuye a lo largo de la ciudad. El comercio de la Localidad Histórica está orientado al turismo y a la población de altos ingresos. La localidad de la Virgen el comercio se orienta a las clases populares. La mayor parte del comercio formal e informal se localiza a lo largo de la avenida Pedro de Heredia.
- El uso industrial representa el 12% del suelo urbano, actividad que se concentra en la localidad Industrial y de la Bahía (Mamonal) y en la localidad Histórica y Turística (Bosque).
- El uso institucional representa el 4% del suelo urbano y se concentra principalmente en la localidad Histórica. Este uso lo constituye el sector ejecutivo en el nivel local y regional, y las Fuerzas Armadas de Colombia.
- El uso turístico e histórico representa el 6% de la superficie de la ciudad, y se concentra en la localidad Histórica y del Caribe Norte.
- Los usos recreacional, proyectos, conservación y tratamiento especial, representan el 21% del área urbana.

## Patrimonio histórico y cultural

La Ley 397 de 1997 desarrolla los postulados de la Constitución Nacional en lo referente a la protección del patrimonio cultural y de la diversidad étnica y cultural y crea el Ministerio de la Cultura.

La Ley exige la formulación de un plan de protección al patrimonio arqueológico que pueda ser afectado por proyectos de desarrollo como requisito previo para la obtención de las licencias ambientales requeridas.

La Ley desarrolla normas especiales para salvaguardar el patrimonio arqueológico de la Nación, y exige que cuando se vaya a realizar un proyecto se debe investigar si en la zona existen bienes arqueológicos y, en el caso de que se encuentren estos en el área del proyecto o zona de influencia, se debe realizar un Plan de Manejo Arqueológico el cual debe estar dirigido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH).

Mediante el Decreto 763 de 2009 del Ministerio de Cultura, se definieron las etapas y los mecanismos para realizar el Plan de Manejo Arqueológico cuando se va a realizar una obra o proyecto, plan que debe acompañarse para el trámite de la Licencia Ambiental.

Según investigaciones arqueológicas, en la costa caribeña de Colombia apareció por primera vez la cerámica en el continente americano. Específicamente en lo que es hoy el departamento de Bolívar, en inmediaciones de Cartagena, fue hallado un complejo cerámico designado como Crespo, cuya cerámica se caracterizó por las vasijas globulares bien pulidas, copas de base anular baja, platos para triturar y figuras femeninas huecas de piernas gordas. Por otra parte, existen evidencias de que los nativos que habitaban entonces en la zona comerciaron sal, pescado y otros productos con nativos del interior gracias a que habían desarrollado una significativa experiencia en la navegación y el comercio fluvial.

No obstante, no se tiene constancia de ningún yacimiento de carácter arqueológico en el entorno inmediato del aeropuerto.

Tras la consulta del listado de bienes declarados, “Bien de Interés Cultural del Ámbito Nacional-Monumento Nacional”, se han identificado 115 elementos de patrimonio protegido en el Departamento de Bolívar. De ellos, 95 corresponden al municipio de Cartagena. Casi todos ellos recaen en elementos de patrimonio arquitectónico del centro histórico de la ciudad.



Ilustración 22 Listado de parte de los Monumentos Nacionales de Cartagena

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	NOMBRE DEL BIEN	OTROS NOMBRES	GRUPO PATRIMONIAL	SUBGRUPO PATRIMONIAL	GRUPO	DIRECCIÓN / LÍMITES	RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA DECLARADA
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baluarte de Santa Cruz	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO		Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baluarte de Santa Teresa	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO		Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baluarte de Santiago	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO		Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baluarte de Santo Domingo	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO		Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baluarte El Reducto	Baluarte El Reducto o de San Lorenzo o San Lázaro	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO		Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Batería Angel San Rafael	Batería Colateral Angel San Rafael	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Boacachica	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Batería de Santa Bárbara	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Boacachica	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baterías colaterales del Fuerte de San Fernando de Bocachica	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Boacachica	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Baterías Santiago, San Felipe y Chentibao	Ruinas de las Baterías, San Felipe y Chentibao	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Isla de Tibabombas	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Buque insignia ARC Gloria	Buque Escuela Gloria	PATRIMONIO MATERIAL	MUEBLE	DE CARÁCTER UTILITARIO		Resolución 0516 11-XV-2006 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Camellón de Los Mártires	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	PATRIMONIO URBANO	Su recorrido lineal remata en la Boca del Puente (Torre del Pelig)	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Capilla de la Orden Tercera. Convento e Iglesia de San Francisco.	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Cetemesani. Portal de los Borrachos con Calle Larga	Decreto 1911 2-XI-1995 (Declara) Resolución 1871 28-10-2000 (Declara Claustro - Iglesia)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Casa Coco	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Barrio Manga. Calle 28 21-285	Resolución 1205 22-VIII-2008 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Casa de Mulápedes Bustos	--	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Fuente de Manzanillo	Decreto 1802 19-X-1995 (Declara)
BOLÍMAR	CARTAGENA	Casa de La Esquivella	Casa Arcadia	PATRIMONIO MATERIAL	INMUEBLE	ARQUITECTÓNICO	Barrio Manga. Avenida. Diagonal o Calle 26 21-164	Resolución 1205 22-VIII-2008 (Declara)

Fuente: Ministerio de Cultura

### Infraestructuras, Transporte y movilidad

El Aeropuerto Rafael Núñez se encuentra inmerso en la ciudad de Cartagena, al norte del centro histórico de la ciudad (barrio de Crespo), a 15 minutos del sector turístico-hoteleros y a 10 minutos del centro amurallado. A él se puede acceder mediante vehículos particulares o colectivos.

El acceso al mismo se realiza por el norte desde Barranquilla y Santa Marta, y por el sur desde Sincelejo, Montería y Medellín, mediante el uso de las rutas 90 y 90-A. Las vías de comunicación circundantes se consideran de alta relevancia, dado su carácter de eje de desarrollo económico.

Los dos principales puertos colombianos más cercanos a Cartagena de Indias se encuentran en Barranquilla y Santa Marta. Barranquilla está ubicada a 109 km de Cartagena y Santa Marta a 196 km.

Ilustración 23 Principales accesos viarios



Fuente: Instituto Nacional de Vías

Por otra parte, el parque automotor de la ciudad de Cartagena viene experimentando un exponencial crecimiento en los últimos años, contabilizándose un aumento del 500% en 15 años. Dicho incremento lleva implícito una serie de impactos sobre el sistema movilidad y sobre determinados factores ambientales como son la calidad física y química del aire.



## 4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 4.1. Afecciones acústicas

Con el objeto de analizar el grado de exposición sonora para el Desarrollo Propuesto considerado en el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, se han calculado los niveles de ruido ambiental los siguientes escenarios, comparándose estos resultados con los obtenidos anteriormente en la situación actual.

- Escenario 1, Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias para este año de 146,42 o 6,1 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 2, Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 190,95 o 7,95 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 3, Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 230,81 o 9,62 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 4, Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 253,38 o 10,55 operaciones en la hora (media móvil).

A continuación se resumen los resultados de este estudio (incluido como Apéndice I de este Anexo):

Los resultados del modelo para el año 2015 indican que valores iguales o superiores al valor de referencia normativo para zonas portuarias de 75,0 dBA, se presentan especialmente en la pista hacia la cabecera 01. La huella de ruido en cercanías a la cabecera 19 muestra un valor cercano a 60,0 dBA.

En las zonas residenciales cercanas a la plataforma del aeropuerto, los valores obtenidos se encuentran entre 65 dB y 70 dB, incumpliendo en algunos sectores con el valor de referencia de 65 dB.

Se observa el cumplimiento de la norma de 70dB para zonas portuarias en horario nocturno, cuya huella de ruido se presenta principalmente al interior de la pista. No sucede lo mismo en las zonas residenciales cuyo valor normativo es de 50 dB y donde la huella de ruido se presenta en los barrios Crespo, 7 de agosto y San Francisco.

La huella de ruido de 65 dB para el modelo integrado diurno – nocturno (LDN), muestra su área de afectación hacia una franja de los barrios Crespo (Militar), 7 de agosto y San Francisco, cuya área es de 63,05 has.

Para los Horizontes 0: 5,1 MPax, Horizonte I: 7,5 MPax y Horizonte II: 8,5 MPax, años 2020, 2030 y 2040 respectivamente, las huellas de ruido LQD y LQN muestran una tendencia de crecimiento de la huella de ruido para las diferentes curvas isófonas, en donde el límite normativo diurno de 75,0 dBA se mantienen dentro de la cabecera 01 de la pista y de manera longitudinal a la misma, pero va aumentando a medida que las operaciones aumentan, hasta reportarse estos niveles en las vecindades del aeropuerto.

En horario nocturno se cumple igualmente con la norma de 70dB, cuyo valor se presenta principalmente al interior de la pista y hacia la cabecera 19.

En las zonas residenciales, para horario diurno, la huella obtenida para 65 dB alcanza los barrios en una franja que va en aumento con cada horizonte de análisis, incumpliendo con la norma de referencia de 65 dB establecido para zona residencial. Igualmente, se incumple con el valor nocturno de referencia de 50 dB en los barrios localizados al occidente del aeropuerto, incrementándose la huella de ruido con el incremento de las operaciones.

La huella de ruido para el modelo integrado diurno – nocturno (LDN), aumenta su área de afectación del valor de referencia de 65 dB con el incremento de las operaciones cubriendo una mayor cantidad de manzanas de los barrios localizados al occidente de la pista y para los escenarios de los Horizontes I: 7,5 MPax y Horizonte II: 8,5 MPax (años 2030 y 2040) el sector urbano localizado al sur de la pista, al otro lado de la ciénaga. El área de afectación de la huella de ruido de 65 dB para el escenario Horizonte 0:5,1 MPax (año 2020) es de 102,98 has, para el Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030) de 121,36 y 144,3 has para el Horizonte II: 8,5 (año 2040).

Al simular los escenarios Horizonte I:7,5 MPax y Horizonte II: 8,5MPax (años 2030 y 2040 respectivamente), asumiendo una reducción progresiva del 5% y 10% de los niveles de emisión de ruido, por el avance tecnológico en las aeronaves y medidas operativas para la reducción del ruido, se lograría una disminución de la huella de afectación del 9,4% y 12,1%, evidenciando una reducción teórica del efecto de la huella de ruido de 65 dB (LDN), sobre los sectores urbanos localizados al sur del aeropuerto, al otro lado de la ciénaga.

Estas excedencias locales de ruido ambiental para los escenarios modelados, requieren de medidas de prevención, mitigación y corrección, para garantizar el cumplimiento normativo y evitar quejas o inconformidades por parte de las comunidades que hacen parte de su área de influencia. Esta condición no hace inviable el proyecto desde el punto de vista ambiental, ya que puede ser resuelta con la implementación de medidas de manejo ambiental que involucran las siguientes estrategias comúnmente utilizadas en los aeropuertos nacionales:

- Reducción progresiva del ruido en el origen (a través de modernización de equipos operativos y la tecnología de los motores de las aeronaves).
- Mejoras y restricciones en los procedimientos operacionales (e.g. diseño de trayectorias con menor impacto acústico, procedimientos de atenuación de ruido en despegue y aterrizaje, restricciones operativas en horario nocturno para los equipos más ruidosos)
- Implementación de medidas de mitigación como pantallas o barreras contra ruido.
- Monitoreo periódico de las emisiones acústicas, para hacer seguimiento al cumplimiento normativo.

### 4.2. Afecciones a la Ciénaga y la biodiversidad del entorno

En relación a la vegetación, los impactos más significativos durante la fase de obra se producirán por la ocupación de suelo fértil que actualmente está ocupado por formaciones vegetales más o menos naturales.

La afección sobre el manglar es el impacto más relevante de los que se han detectado en relación a las actuaciones propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. No supone una importante afección ya que la superficie es bastante reducida, pero si se tiene en cuenta la sinergia que supone esta afección junto con la presión antrópica de ese tramo de manglar el efecto puede considerarse de cierta relevancia. En el correspondiente apartado de medidas se establecerán aquellas para las fases de obra y explotación que se considera necesario incluir en las actuaciones propuestas en el Plan Maestro del Aeropuerto que se evalúa.

Atendiendo a la relevancia que supone para la biodiversidad el ecosistema manglar en cuanto a su papel de control de la erosión y la calidad de las aguas, el Plan de Manejo establecerá todas aquellas medidas que se consideran necesarias para ser integradas en los correspondientes proyectos, de modo que se permita salvaguardar el manglar y compensar las pérdidas que sufriría en caso de la ejecución de las actuaciones contempladas en el Plan Maestro de Desarrollo que se ha elaborado para el Aeropuerto Rafael Núñez.

Durante la fase de explotación del aeropuerto no se considera que se produzcan afecciones relevantes a la vegetación derivadas de la actividad aeronáutica.

En relación a la fauna, las afecciones más significativas durante la fase de ejecución de las obras programadas en el nuevo Plan Maestro del Aeropuerto son las derivadas de la pérdida del hábitat. Bien es cierto que las superficies que se pierden no resultan de una gran entidad, principalmente por la superficie afectada, pero el manglar sustenta una variada y rica fauna que es muy sensible al cambio de características del entorno. Con las medidas que se propondrán, relativas a la vegetación y a la conservación de los manglares, será suficiente para compensar el posible impacto que produciría la ejecución de las actuaciones sobre el entorno natural.

En lo relativo a la fase de explotación del aeropuerto, las afecciones más significativas de la actividad aeroportuaria se producirán sobre la avifauna del entorno. Este hecho supone un riesgo para la seguridad aeronáutica, a la vez que provoca una importante interferencia sobre los hábitats de las aves. Los manglares son ecosistemas que, como se ha podido constatar en el apartado correspondiente a la fauna de este informe, suponen una importante zona de cría y campeo para la avifauna del entorno. Debido a la relevancia de este grupo faunístico y de la importante repercusión que tiene sobre la actividad aeroportuaria, especialmente durante la fase de explotación del aeropuerto, en el correspondiente apartado de medidas se establecerán aquellas que ayuden a minimizar la afección y reducir al máximo el peligro de colisión con las aeronaves que operen en el aeropuerto. Al no existir una afección directa sobre el manglar externo, no se espera que pueda afectar de manera relevante a la ictiofauna.

Para finalizar, destacar que ningún Área Natural Protegida se verá afectada por la ejecución de las actuaciones planteadas en el Plan Maestro de Desarrollo. Bien es cierto

que el aeropuerto así como la Ciénaga de la Virgen están situados en un área que según el POT del distrito Turístico de Cartagena está declarada como de Área de Manejo Especial, lo que supone que, además de tener desarrollado un Plan de Manejo de la cuenca de hidrológica de la Ciénaga, establece la importancia de este entorno, los manglares y la biodiversidad existente. Esto supone que las políticas que se lleven a cabo en ese lugar deberán tratar de preservar y explotar racional y sosteniblemente los recursos allí existentes. Este hecho justifica con más fuerza si cabe la necesidad de tomar ciertas medidas de compensación y control de los efectos sobre el entorno que puedan acarrear las actuaciones que se están analizando.

### 4.3. Otras afecciones ambientales

#### Efectos sobre la calidad del aire

Con el objeto de analizar el grado de exposición atmosférica para el desarrollo propuesto considerado en el Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, se ha procedido a realizar una modelación de contaminantes

El software utilizado para la modelación de contaminantes es AERMOD View™ Versión 6.1, a través del software en ambiente Windows de la compañía canadiense Lakes Environmental, y reconocido por las entidades ambientales como modelo regulatorio, es decir, puede ser aplicado durante procesos de evaluación ambiental que involucren estudios de impacto ambiental, declaraciones de impacto ambiental y seguimiento ambiental.

El modelo AERMOD es un modelo gaussiano de pluma en estado estacionario que simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición. Realiza los cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de obstáculos cercanos (edificios, por ejemplo) a la fuente de emisión que pudieran afectar la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica. Incorpora conceptos avanzados de modelación y algoritmos de dispersión basados en conceptos de escalamiento y de estructura de la turbulencia de la capa límite planetario, incluyendo el tratamiento de fuentes elevadas y de superficie, y de terreno simple y complejo, es aplicable tanto a áreas rurales como urbanas y a múltiples tipos de fuentes (puntuales, de área, de volumen, lineales).

De las simulaciones realizadas se desprende que en términos de calidad del aire, el Desarrollo Propuesto, es completamente viable por su bajo impacto en la calidad del aire del área de influencia (para PST, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, HCs). De acuerdo con los resultados de los monitoreos realizados, sólo serán necesarias medidas de manejo en la fase de construcción, para garantizar que los niveles de partículas suspendidas totales, cumplan con los estándares máximos permitidos por la normativa aplicable, para contrarrestar estos efectos se proponen diferentes medidas que se recogen en el apartado 5.2.

#### Efectos sobre el agua y el medio hidrológico

Por lo que respecta a la calidad de las aguas superficiales, durante la fase de construcción, los movimientos de tierras, el tránsito de maquinaria, los vertidos accidentales, etc., son acciones que podrían producir de manera puntual una alteración de la calidad de las aguas.

Determinadas actividades de construcción, como desbroces, excavaciones, rellenos y cualquier tipo de movimientos de tierra, operaciones de hormigonado, e incluso

escorrentía superficial sobre las superficies desnudas generadas, pueden ocasionar un incremento temporal de partículas en suspensión.

Las aguas subterráneas pueden ser afectadas por la contaminación química mediante el vertido accidental de desechos líquidos y sólidos derivados de las actividades humanas. Esta posibilidad se incrementa a medida que aumenta la permeabilidad del suelo, la altura del nivel freático y la ausencia de recubrimiento natural o artificial para el depósito de desechos o vertidos.

La posibilidad de afecciones más notables, siempre de carácter accidental, se concentran en la fase de construcción, mientras que en la de explotación las afecciones serán mínimas, ya que la superficie impermeabilizada será más extensa y se prevén menos operaciones de manipulación de sustancias contaminantes y/o tráfico de maquinaria pesada que pueda ocasionar vertidos. En este caso hay que tener en cuenta la naturaleza del proyecto de la calle de rodaje, que puede provocar vertidos inesperados durante la fase de operación.

No obstante, las actuaciones previstas para la ampliación del Aeropuerto no tienen por qué tener una repercusión negativa ni contaminante sobre el recurso acuático de la Ciénaga, siempre y cuando se cumplan los requerimientos establecidos en el Plan de Manejo tanto para la fase de obra como de operación.

#### Efectos sobre el suelo

Las actuaciones contempladas en la revisión del Plan Maestro de Desarrollo van a incidir sobre las características geológicas, geomorfológicas y las propiedades físicas y químicas del suelo. Las principales alteraciones se deberán fundamentalmente a la remoción del sustrato y a la ocupación física de los suelos por parte de las nuevas superficies pavimentadas, con la consiguiente pérdida permanente de suelo productivo y la imposibilidad de su aprovechamiento, ya que, además de la sustitución definitiva del recurso, se produce una transformación de sus características que imposibilita la actuación de los procesos de recuperación natural.

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez se localiza en una gran planicie, donde los accidentes topográficos son prácticamente nulos, con una pendiente inferior al 3% de sur a norte. Por lo tanto, los movimientos de tierras para la ejecución de nivelaciones del terreno serán escasos, exceptuando la zona del Caño Juan Angola, donde se adecuarán los terraplenes para el nuevo encauzamiento en el último tramo de salida a la Ciénaga.

Los suelos que se van a ver afectados por las actuaciones propuestas se localizan dentro de los límites del aeropuerto en su mayor parte, excepto la ampliación de la plataforma principal, donde poseen escaso valor ambiental al tratarse de suelos urbanos. La afección ambiental se producirá en los terrenos de ampliación de la calle de rodaje y ampliación de la cabecera sur, actualmente ocupados por manglares.

El asfaltado y pavimentado del suelo natural suponen un cambio de uso que implica una pérdida de las cualidades naturales originales. La nueva superficie asfaltada se corresponde a las nuevas actuaciones en suelo calificado como: suelo urbano y zona verde protegida.

En cualquier caso, la adopción de las medidas correctoras y protectoras adecuadas, propuestas más adelante, conlleva la atenuación de los efectos negativos sobre el suelo.

#### Efectos derivados de la generación de residuos

Con respecto a la generación de residuos, una de las mayores afecciones en fase de obras va a ser la derivada de la afección a otras infraestructuras (demoliciones, etc). En menor medida también se han planteado actuaciones que necesitan realizar movimientos de tierras de cierta importancia. Se han previsto las medidas oportunas para evitar los impactos y riesgos derivados de la generación de residuos tanto por demoliciones como por movimientos de tierras en el apartado 5.4. del presente informe, incluyéndose además las medidas para el desarrollo de los proyectos de las diferentes actuaciones.

Por lo que respecta a los residuos generados en fase de operación, se prevé a priori un incremento proporcional a las unidades de tráfico, si bien las medidas de reducción que se vienen implementando en el aeropuerto y que se proponen podrían reducir ligeramente el volumen de los residuos generados.

El seguimiento de las medidas relativas a la gestión de los residuos se incorpora tanto al seguimiento de la ejecución de las obras como al seguimiento en fase de operación, que en este caso se realiza en el marco del sistema de gestión ambiental del aeropuerto y su Plan de Manejo.

Se calcula un aumento de la generación de residuos proporcional al incremento de las unidades tráfico. Asimismo, se estima un incremento del 20% en la tasa de reciclaje.

#### Efectos sobre el patrimonio cultural

No se tiene constancia de la existencia de yacimiento arqueológico alguno en el entorno inmediato del aeropuerto. Tras la consulta del listado de bienes declarados "Bien de Interés Cultural del Ámbito Nacional-Monumento Nacional", se han identificado 115 elementos de patrimonio protegido en el Departamento de Bolívar. De ellos, 95 corresponden al municipio de Cartagena. Casi todos ellos recaen en elementos de patrimonio arquitectónico del centro histórico de la ciudad.

El impacto arqueológico del proyecto de obra es por ello nulo. Sin embargo, el impacto arqueológico previsible por ocultamiento debe ser siempre valorado en todos los proyectos que contemplen agentes de impacto tales como:

- Movimiento de tierras. En esta actuación se incluyen todas aquellas operaciones relacionadas con los movimientos de tierras de la zona de actuación en el aeropuerto y que pueden suponer un impacto sobre bienes protegidos.
- Demoliciones. Esta actuación implica derribar todas las edificaciones localizadas en el área objeto del proyecto.
- Empleo de maquinaria de obra. En esta actuación se incluye el funcionamiento y desplazamiento de toda la maquinaria de obra que operará por toda la zona de actuaciones y puede afectar a los bienes tanto de la zona de actuación de la obra como del entorno aeroportuario

La Ley 397 de 1997 exige la formulación de un plan de protección al patrimonio arqueológico que pueda ser afectado por proyectos de desarrollo como requisito previo para la obtención de las licencias ambientales requeridas.

Esta indica que cuando se vaya a realizar un proyecto se debe investigar si en la zona existen bienes arqueológicos y, en el caso de que se encuentren estos en el área del proyecto o zona de influencia, se debe realizar un Plan de Manejo Arqueológico el cual debe estar dirigido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia- ICANH.

Para ello, se formulan más adelante las medidas a incorporar a futuros proyectos, encaminadas al respeto y protección del patrimonio cultural.

### Efectos Territoriales y sobre la movilidad

Todas las actuaciones previstas se desarrollan sobre superficies pertenecientes al término municipal de Cartagena de Indias.

Al margen de los usos del suelo ligados a las actividades del aeropuerto, el entorno aeroportuario es predominantemente antrópico, con diversas vías de comunicación y viviendas en sus inmediaciones.

Según el POT 2001 el área sobre el que está localizado el aeropuerto está declarada como “actividad institucional”. Las áreas anexas al aeropuerto son las siguientes:

- Al Este: Suelo Rural y Áreas de Protección (Zona de Protección del Manglar).
- Al Sur: Zona de Protección del Manglar.
- Al Oeste de la Terminal de pasajeros se encuentra localizado al Área Residencial Tipo D de Cartagena de Indias, hallándose localizado un Área de Protección de Zonas Verdes Recreativas.
- Al Norte del aeropuerto no hay edificaciones.

Atendiendo a las posibles ampliaciones necesarias que se podrían llevar a cabo sobre el aeropuerto de Cartagena, se observa que las áreas afectadas sería:

- El Barrio Militar situado al Norte del Terminal, en concreto las cuadras anexas a la Carrera 7.
- Al oeste de la Terminal las cuadras 578, 579 y 580 correspondientes a Usos Residenciales Tipo D.
- Al sur de la terminal, la cuadra 554 correspondiente al Uso Residencial Tipo D. Se ha de indicar que, a fecha de redacción del presente documento, dicha cuadra es un solar no edificado.

Por lo tanto, la modificación del límite aeroportuario plantea ciertos conflictos con el planeamiento urbanístico y territorial previsto en el municipio de Cartagena.

Por otra parte, las actuaciones planteadas implican afecciones a determinadas infraestructuras existentes: caminos y viales, vallados, redes de abastecimiento, saneamiento y servicios afectados. Los proyectos de las actuaciones previstas tendrán que contemplar su reposición de manera que se impida el desabastecimiento o la interrupción en la prestación de los distintos servicios a la ciudadanía.

Se evitarán pues tanto afecciones directas a las infraestructuras (reponiéndolas convenientemente en su caso) como indirectas y temporales a su funcionalidad, habilitando desvíos provisionales durante la ejecución de las obras.

### Efectos sobre el paisaje

Debido a las características de relieve plano del Área de Influencia del Desarrollo Propuesto, la inclusión de nuevos elementos puede afectar en alguna medida la visibilidad del componente paisajístico en aquellos lugares que, por su cobertura, presenten estratos menores a los 10 m, mientras que en lugares en los que prevalecen terrenos con coberturas de estratos mayores a los 10 m, se puede presentar un efecto de barrera, lo que facilitaría la integración de los elementos alóctonos con los demás elementos del paisaje.

En este sentido, el hecho de que la mayoría de las obras de ampliación estén proyectadas hacia el lado interno y oriental del aeropuerto, contribuye a reducir el impacto potencial sobre el componente paisajístico. Para el caso de las obras y actividades a desarrollar al interior del aeropuerto (e.g. modificación de plataforma principal), no se presentaría un cambio significativo en la percepción visual de los observadores o usuarios del recurso. Respecto a las obras a desplegar en lado oriental del aeropuerto, éstas no tendrían mucha incidencia en la percepción visual, ya que se emplazarían hacia el lado de la Ciénaga de La Virgen y corresponden a infraestructura de baja altura (e.g. calle de rodaje paralela a la pista y modernización de plataforma Eco), que sería eclipsada por la vegetación perimetral de la ciénaga. Considerando las obras del lado occidental del aeropuerto, debido a que esta es una zona de uso residencial y comercial, el Desarrollo Propuesto no es disonante respecto a la evolución urbana que históricamente se ha dado en estos territorios.

En términos generales, las obras y actividades incluidas dentro del Desarrollo Propuesto del Aeropuerto Internacional “Rafael Núñez” de Cartagena, son viables desde el punto de vista paisajístico, ya que los impactos potenciales sobre el componente Paisaje, se estiman bajos y pueden ser mitigados con medidas de manejo convencionales.

### Incidencia social y económica

Un aeropuerto es una infraestructura de servicio público que potencia el desarrollo económico a nivel regional, además de suponer una entidad productiva en sí misma. La ampliación del aeropuerto supone una inversión que va más allá de la destinada a la ejecución de la propia infraestructura, originando importantes efectos positivos en una región tan turística como Bolívar, facilitando la llegada desde nuevos destinos.

Los empleos directos son los generados por las actividades situadas en el aeropuerto, e incluyen las actividades del gestor, aerolíneas, las tiendas y otras concesiones, catering, compañías de handling, instalaciones de aparcamiento, etc. El empleo indirecto se deriva de las actividades que se desarrollan fuera del aeropuerto por organizaciones y compañías que suministran bienes y servicios al aeropuerto.

Uno de los principales problemas asociados a la predicción de la creación de empleo directo e indirecto es que las metodologías desarrolladas no tienen en cuenta las circunstancias individuales de cada aeropuerto, el volumen de vuelos con carga, los vuelos chárter, las compañías de bajo coste, la preferencia de la compañía para crear puestos de trabajo en otras regiones alejadas del aeropuerto, etc. Igualmente, la industria de la aviación es un sector con una alta competitividad y volatilidad en la que se busca cualquier oportunidad para reducir los costes. Por estas razones, el cálculo en la previsión de creación de empleos es complejo y sus resultados deben tomarse con las debidas precauciones y como estimaciones orientativas.

El espacio físico adyacente al aeropuerto suele atraer a empresas dedicadas a los servicios directamente ligados a la actividad aeroportuaria. Es el caso de las empresas de handling, catering o alquiler de vehículos. Por otro lado, en el entorno del aeropuerto proliferan también un conjunto heterogéneo de empresas que obtienen de la proximidad al aeropuerto una mayor eficiencia para su actividad (empresas logísticas, paquetería o reparación de aeronaves) o aprovechan o maximizan las economías de escala generadas por la concentración de actividades en la zona (áreas comerciales, hoteles).

Según algunos organismos como Aena (Memoria de Responsabilidad Social Corporativa, 2009), los efectos de la actividad del gestor aeroportuario sobre la creación de empleo son reseñables, generando 950 empleos directos por cada millón de pasajeros transportados, que a su vez implican la creación de un importante número de empleos indirectos e inducidos. La cifra de empleo indirecto puede oscilar entre 300 y 1.500 empleos dependiendo del tipo de aeropuerto de que se trate. En este caso, se ha estimado una creación de empleo indirecto e inducido de 900 empleos por millón de pasajeros.

Según el estudio realizado por Halcrow Group Limited, se estima que la creación de empleo para las compañías de bajo coste es de unos 380 empleos cada millón de pasajeros.

En el caso del transporte de mercancías, de forma genérica y en ausencia de evidencias específicas, se puede adoptar un ratio de 1 empleo cada 115 toneladas de mercancía, basado en los datos obtenidos en el Aeropuerto de East Midlands, Inglaterra.

En la siguiente tabla se resumen los valores de los ratios o multiplicadores seleccionados para estimar los empleos directos e indirectos de un aeropuerto:



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Tabla 15.- Multiplicadores utilizados para la estimación del empleo generado en un aeropuerto

Tipos de empleos generados	Ratios (empleos/año)
Empleos directos por actividad compañía convencional	950 empleos por millón de pasajeros
Empleos directos por actividad compañía de bajo coste	380 empleos por millón de pasajeros
Empleos indirectos	900 empleos por millón de pasajeros
Empleos por carga aérea	1 empleo por cada 115 toneladas

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

Para realizar la estimación del número de empleos generados durante la fase operativa del aeropuerto, primero se determina el porcentaje de pasajeros según el tipo de compañía aérea (convencional y bajo coste) del año más reciente disponible, y se supone este porcentaje constante para las previsiones futuras. De los datos de Cartagena se obtiene que el 91% de los pasajeros vuelan en compañías convencionales, mientras que el 9% restante lo hace en compañías de bajo coste. Estos porcentajes se aplican a las estimaciones del tráfico en el aeropuerto para el desarrollo propuesto, obteniendo las estimaciones del empleo generado:

Tabla 16.- Estimación de la evolución del tráfico, pasajeros y carga en el Aeropuerto de Cartagena

VALOR	ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Pax. Totales	5.111.135	7.500.000	8.500.000	9.500.000	11.500.000
Pax. Compañías bajo coste	460.002	675.000	765.000	855.000	1.035.000
Pax. Compañías convencionales	4.651.133	6.825.000	7.735.000	8.645.000	10.465.000
Carga (kg)	13.868.418	20.350.301	23.063.674	25.777.048	31.203.795

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17.- Estimación del empleo generado para los horizontes de desarrollo del Aeropuerto de Cartagena

Concepto	ESTIMACIÓN DE LA EVOLUCIÓN				
	HORIZONTE 0 5,1 MPax	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Empleos directos	6.106	8.961	10.155	11.350	13.739
Empleos directos compañías convencionales	4.986	7.814	8.142	9.100	11.016
Empleos directos Compañías bajo coste	1.211	1.776	2.013	2.250	2.724
Empleos indirectos inducidos por pasajeros	5.679	8.333	9.444	10.556	12.778
Empleos por carga	121	177	201	224	271

Fuente: Elaboración propia

Se puede considerar que los efectos producidos por las nuevas actuaciones propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo supondrán un incremento en la creación de empleo relevante.

## 5. PLAN DE MANEJO

El contenido del presente capítulo tiene por objeto la descripción de las medidas más adecuadas para atenuar o suprimir los efectos ambientales negativos que se puedan generar en el medio a consecuencia de las obras y actividades de construcción de las nuevas actuaciones, así como aquellas derivadas de la fase de operación del Aeropuerto Rafael Núñez.

### 5.1. Prevención y corrección de la afección acústica

Debido a la importancia que supone evitar los problemas derivados del ruido de aeronaves en los alrededores de los aeropuertos, el ruido se ha convertido en una variable a tener en cuenta en el desarrollo de los mismos.

En 2001 la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) adoptó el concepto de Enfoque Equilibrado<sup>1</sup>, una visión unificada e internacionalmente convenida para afrontar el problema del ruido en los aeropuertos. Comprende cuatro líneas de actuación principales:

- 1) Reducción de ruido en la fuente;
- 2) Planificación y gestión del territorio;
- 3) Procedimientos operacionales de atenuación de ruido
- 4) Restricciones a las operaciones de aeronaves.

El objetivo consiste en identificar los problemas relativos al ruido en un aeropuerto concreto y analizar posteriormente las posibles medidas de reducción del ruido teniendo en cuenta la relación coste-beneficio.

A continuación se incluye una breve descripción de cada uno de los elementos del Enfoque Equilibrado.

#### Reducción de Ruido en la Fuente

La reducción de ruido en la fuente es una de las medidas más efectivas de limitar el ruido aeroportuario. Los instrumentos en esta categoría son los resultados de la investigación y el desarrollo en el campo del diseño de los aviones y sus motores, por lo que no están dentro del ámbito de los aeropuertos sino de los fabricantes y las compañías aéreas.

Para asegurar la implantación de esta medida así como su eficacia, OACI definió una serie de límites de certificación acústica basados en las consideraciones incluidas en diferentes capítulos del Anexo 16, Volumen I, 2ª parte, del Convenio sobre Aviación Civil Internacional (Convenio de Chicago).

La posible medida a implantar consistiría en introducir aeronaves más modernas y silenciosas en la operación del aeropuerto así como la adaptación de los aviones existentes de modo que se obtenga una reducción de emisión de ruido por parte de los mismos.

<sup>1</sup> En 2001, la Asamblea de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) aprobó el concepto "enfoque equilibrado" (Balanced Approach) en la gestión del ruido de las aeronaves (Apéndice C de la Resolución A33-7 de la Asamblea).

### Planificación y Gestión del Territorio

La planificación y gestión del territorio es un medio efectivo de asegurar que las actividades alrededor de los aeropuertos son compatibles con la aviación. También es un instrumento importante para asegurar que los beneficios asociados a la reducción del ruido debido a las nuevas generaciones de aviones no se compensen con un mayor desarrollo residencial alrededor de los aeropuertos.

De acuerdo a las recomendaciones de la OACI, las medidas de control del territorio se pueden categorizar en:

- Instrumentos de planificación: planeamiento global y exhaustivo, zonificación acústica, traslado de desarrollos, implantación de servidumbres.
- Instrumentos económicos: incentivos, tasas por ruido.
- Medidas atenuadoras: Planes de aislamiento acústico, adquisición de terrenos y reubicación de viviendas.

La posible afección acústica debida al tráfico aéreo se extiende sobre todo en áreas residenciales ya que es el tipo de suelo predominante alrededor del Aeropuerto. Una posible medida a implantar sería la del aislamiento acústico por lo que a continuación se desarrolla de forma más extensa esta medida.

Los planes de aislamiento acústico son necesarios cuando el ruido del aeropuerto no puede ser eliminado mediante otro tipo de medidas y sus efectos deben ser neutralizados. El aislamiento acústico busca la reducción de los niveles de inmisión de ruido en construcciones, como viviendas y edificaciones sensibles, como hospitales, situadas en áreas expuestas al ruido que no pueden ser reubicadas para cumplir con niveles de ruido admisibles.

Los trabajos de aislamiento en viviendas pueden ser entre otros, la instalación de doble pared, tratamiento de los suelos o techos, reemplazo de puertas y ventanas, etc.

Debido a que las huellas de ruido cambian de año en año, es importante elaborar periódicamente nuevos mapas de exposición de ruido para la revisión y aprobación de los planes de aislamiento acústico. Por lo tanto, la inclusión de una edificación particular en los planes puede cambiar con el tiempo.

### Procedimientos Operacionales de Atenuación de Ruido

Los procedimientos de atenuación de ruido se utilizan para redistribuir el ruido producido por las operaciones de las aeronaves en vuelo, paliando en cierta medida el impacto por ruido en las áreas más sensibles.

Hay varias medidas operacionales que se pueden adoptar, como el uso de pistas preferentes o diseño de trayectorias, maniobras especiales de atenuación de ruido en despegues y aterrizajes, de modo que se reduzca la población expuesta al ruido en lugares específicos alrededor del aeropuerto.

La viabilidad de implantación de cualquiera de estas medidas depende de las condiciones físicas del aeropuerto y sus alrededores, si existen obstáculos, etc., por lo que deben ser estudiadas y evaluadas en cada caso concreto siempre dando prioridad a las condiciones de seguridad.

El Aeropuerto Rafael Núñez ya tiene implantadas algunas medidas que encajan con esta línea de actuación del Enfoque Equilibrado, no sólo en operaciones de vuelo de aeronaves sino también en cuanto a la operativa dentro del aeropuerto. Estas son:

- Las aeronaves que utilicen ciertos puestos de estacionamiento deben ser remolcadas hasta el sitio que determine la Torre de Control, a excepción de las aeronaves militares en misión de Orden Público.
- En todos los casos, las aeronaves primero serán remolcadas con motores apagados hasta el sitio establecido donde se realizará la puesta en marcha de los mismos.
- Por ningún motivo se permitirá utilizar el arrancador neumático de tierra (APU) para iniciar turbinas en ciertas posiciones de estacionamiento.
- Queda prohibido realizar cualquier clase de prueba de motores (a reacción, turbo-hélice y a pistón), en las diferentes posiciones de estacionamiento de aeronaves. Cuando sea por razones de fuerza mayor hacerlo, se establecerá coordinación con la Torre de Control y en tal caso, se determinará en el punto de espera del umbral pista 01, para la prueba de motores.
- Las aeronaves turbo-jet y turbo-hélice, con peso bruto máximo de operación, hasta 22.000 kilogramos que utilicen la plataforma, podrán iniciar rodaje sin ser remolcadas hasta la calle de rodaje o sitio que indique la Torre de Control.

#### Restricciones a las operaciones de Aeronaves

Las restricciones a la operación de aeronaves pueden mejorar el ambiente de ruido limitando o prohibiendo los movimientos de ciertos tipos de aviones ruidosos o limitando su acceso al aeropuerto durante horas concretas del día.

La OACI no recomienda aplicar estas restricciones a aeronaves como primera medida sin haber considerado anteriormente los beneficios que se pueden obtener de otro tipo de medidas.

La gran variedad de medidas hace importante el diseño de una metodología que permita identificar, analizar y minimizar las molestias por ruido. Se debe estudiar la conveniencia de cada medida en términos generales y locales, seguido de un análisis coste-beneficio, para determinar su eficacia.

Con respecto a esta medida, las operaciones de aeronaves con origen o destino el Aeropuerto Rafael Núñez, al igual que todos los aeropuertos colombianos, deben verificar los requerimientos impuestos por el capítulo 3 de certificación del Anexo 16 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, tal como se recoge en las Normas Ambientales para la Aviación Civil de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

#### Otras medidas

##### Monitoreo de ruido en las inmediaciones del aeropuerto.

En relación a esta medida, el aeropuerto realiza campañas de medición de ruido anuales en puntos cercanos al aeropuerto, donde se espera que haya mayor afección. Estos estudios sonométricos se incluyen en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) del

Aeropuerto Internacional Rafael Núñez y analizan el cumplimiento de la legislación vigente en los puntos de medida.

Es aconsejable que los puntos de medida sean los mismos de modo que se puedan realizar labores de comparación interanual que ayude a observar la evolución del ruido en el entorno del aeropuerto y dentro del mismo.

Un posible paso adelante en esta línea de actuación sería la implantación de un sistema de monitoreo de ruido fijo capaz de detectar, medir y asociar el ruido generado por las aeronaves al sobrevolar los diferentes micrófonos instalados en zonas estratégicas del entorno aeroportuario. Esta medida requeriría de una inversión dependiente del número de terminales de medición de ruido a instalar y la complejidad de la infraestructura de comunicación y tratamiento de los datos asociada.

De forma habitual, el sistema se compone de terminales fijos o receptores del nivel sonoro compuestos por un ordenador, un micrófono y un modem, algunos de ellos complementados con información meteorológica. Éstos realizan un muestreo del nivel sonoro varias veces por segundo, almacenando entre otros, los datos de ruido que sobrepasen los límites establecidos, e identificando la aeronave causante, su posición así como toda la información asociada (identificativo de avión, compañía a la que pertenece, destino, etc.). De este modo el sistema logra discriminar el ruido ocasionado exclusivamente por la actividad aeroportuaria del nivel sonoro total registrado.

#### Implementación de barrera vegetal

Otra medida considerada para el Aeropuerto Rafael Núñez desde hace años es la implantación de una barrera vegetal en el sector oeste del mismo. Esta barrera vegetal no está todavía construida debido a las dificultades de adquisición de los terrenos necesarios para su instalación.

En noviembre de 2012, la Sociedad Aeroportuaria de la Costa S.A. (SACSA) remitió a la U.A.E, de Aeronáutica Civil la documentación relativa al proyecto de construcción de la barrera contra el ruido para su aprobación.

## 5.2. Protección de la calidad química del Aire

### Fase de Construcción

#### Prevención de la emisión de partículas

Los proyectos preverán las medidas de control necesarias sobre las fuentes generadoras de polvo (demoliciones, excavaciones, carga y descarga, extendido y transporte de tierras y materiales) con objeto de reducir al máximo las emisiones de partículas de polvo. Entre estas medidas se incluirán las siguientes:

- Se extremarán las medidas de control en el transporte de escombros o materiales cuyo origen o destino sea exterior al recinto de la obra.
- La emisión debida a la acción del viento sobre la carga de los camiones volquete se reducirá por confinamiento, cubriéndola mediante lonas. Esta medida se

aplicará tanto a los camiones que realicen los movimientos de tierras como a los que transporten áridos y escombros.

- Salvo que el proyecto justifique otra medida que comporte ventajas adicionales, se utilizará el riego periódico de los camiones de obra y de las zonas en las que se realicen movimientos de tierra para minimizar el levantamiento de polvo y consecuentemente de la emisión de partículas en suspensión. La frecuencia de riego se determinará en función de las condiciones meteorológicas.
- En lo relacionado con el agua de riego, será necesario aportar certificado del lugar de procedencia de la misma. En caso de no corresponderse con puntos de abastecimiento urbano se comprobará que su obtención no afecte ostensiblemente a la red natural de drenaje.
- El levantamiento de polvo provocado por la acción del viento sobre las superficies desnudas durante las obras se aminorará iniciando su revegetación una vez que las superficies queden terminadas. Con ello se reducirá el tiempo de exposición frente a la erosión eólica.
- En las conexiones de la obra con elementos de la red viaria local se evitará el arrastre de barro y polvo mediante la instalación de plataformas de lavado de ruedas o mediante la extensión de una capa de zahorra.

#### Reducción de emisiones procedentes de los motores de combustión

- Los proyectos incluirán las previsiones necesarias para asegurar que la maquinaria y vehículos de transporte que se utilicen en la obra cumplan estrictamente con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos.
- Independientemente, se deberá constatar, antes del comienzo de las obras, que todos estos vehículos y maquinaria garanticen, mediante revisiones pertinentes: Un correcto ajuste de los motores.; Que la potencia de la máquina se adecue al trabajo a realizar; Que el estado de los tubos de escape sea el correcto; El empleo de catalizadores.

#### Fase de Operación

Existen varias medidas posibles para reducir las emisiones atmosféricas procedentes de las aeronaves y de los equipos de apoyo en tierra. Estas medidas, recomendadas por OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y FAA (Federal Aviation Administration), están siendo ya aplicadas en algunos aeropuertos y por algunas compañías, no sólo por consideraciones ambientales sino también por reducción de costes ya que, además del efecto en la reducción de emisiones, también producen una reducción en el consumo de carburantes.

Las medidas que a continuación se proponen deberán ser estudiadas para determinar su viabilidad en las condiciones particulares del aeropuerto y, en su caso, programar su implantación.

#### Medidas relativas a procedimientos de operación de aeronaves

- La mayoría de las aeronaves actuales pueden rodar sin necesidad de utilizar todos sus motores, con lo que se reducen notablemente las emisiones en tierra. Los motores que permanecen activos operan a mayor régimen pero también en una zona más eficiente de su curva de potencia. Mediante este procedimiento la aeronave operaría con todos los motores hasta aproximadamente dos minutos después del aterrizaje y otros dos minutos antes del despegue, para la estabilización térmica de los motores. Es importante señalar que no todas las aeronaves pueden operar de este modo por cuestiones de seguridad o de operatividad del aeropuerto y que, en última instancia, es responsabilidad del comandante su utilización en cada caso.
- En relación con la rodadura también existe la posibilidad de reducir las emisiones de CO, HC y PM<sub>10</sub> minimizando el tiempo de espera de las aeronaves, tanto en las cabeceras para entrada en pista como durante la rodadura en los cruces y la entrada a puesto de estacionamiento.
- El tercer tipo de medidas se relaciona con la potencia de despegue. La potencia de los motores está diseñada para que el avión pueda despegar en las condiciones más extremas como días muy calurosos despegando a plena carga. Cuando no se dan estas condiciones la mayoría de las aeronaves pueden despegar con un menor porcentaje de potencia lo cual contribuye a reducir las emisiones de NOx. En estos casos el ascenso se hace con menor velocidad, retrasando la aceleración, lo cual puede conllevar problemas a la hora de mantener la distancia de separación entre aeronaves. Generalmente este grupo de medidas actúa en oposición a las medidas para la reducción de ruido en los procedimientos de operación.
- Interesa reducir al mínimo los circuitos de espera en el aterrizaje, si bien en ocasiones son necesarios. En caso de que así sea, se recomienda que durante ese tiempo la aeronave se encuentre en configuración de mínima resistencia.
- Durante la fase de descenso de la aeronave interesa buscar el perfil óptimo de aproximación en cuanto a trayectoria y velocidad de modo que el consumo de combustible sea mínimo. Del mismo modo resulta conveniente retrasar lo máximo posible, siempre dentro de los niveles de seguridad, el despliegue del tren de aterrizaje.
- Restricción del uso de la reversa. La reversa es un dispositivo de frenado que envía el flujo de aire en dirección contraria al sentido de marcha y que exige utilizar la máxima potencia de los motores. Cuando la longitud de pista es suficiente, en condiciones normales la reversa no es necesaria y el avión puede ser frenado con el sistema de frenos de las ruedas. Esta operación tiene el beneficio de una reducción de NOx emitido, aunque si aumenta el tiempo en rodadura se produciría un ligero incremento de las emisiones de hidrocarburos.
- La aeronave nunca debe despegar por encima del peso máximo en despegue (MTOW) ni aterrizar por encima del peso máximo de aterrizaje (MLW), e interesa que los pesos de aterrizaje y despegue sean los menores posibles, sin penalizar a la carga de pago. Reduciendo el peso se consigue menor necesidad



de empuje y con ello menor gasto de combustible y, por lo tanto, reducción en la emisión de contaminantes.

#### Medidas relativas a instalación y equipos de tierra

El último tipo de medidas relativas a instalaciones y equipos de tierra se refiere a los denominados equipos de apoyo en tierra. Se incluyen en este grupo todos los equipos móviles que auxilian a la aeronave cuando están estacionadas, esto es, unidades de catering, carros de equipajes, tanque de combustibles, APU's autopropulsadas, etc.

Se establecen medidas para reducir las emisiones de estos vehículos de apoyo como realizar un planeamiento de sus movimientos de modo que se puedan reducir las distancias recorridas y minimizar el tiempo a ralentí.

La mayoría de estos equipos son propulsados por motores convencionales diésel. La conversión o sustitución de los motores diésel por motores propulsados por gas natural (comprimido o licuado) y propano, o la sustitución por unidades propulsadas eléctricamente, reduciría las emisiones.

### 5.3. Protección de la calidad de las aguas

#### Fase de Construcción

##### Control de vertidos

A continuación, se indican las medidas protectoras genéricas para todo el entorno de la obra que deberán llevarse a cabo con el fin de evitar cualquier impacto negativo sobre el sistema hidrogeológico. Esta serie de medidas está orientada principalmente al riesgo de vertido accidental que existe debido a las características de las sustancias manejadas y al tipo de actividades que se lleven a cabo durante la fase de obra.

- La Dirección de la Obra vigilará que no se viertan accidental o intencionadamente materiales procedentes de hormigonados (hormigón y sustancias procedentes del lavado de cubas) y betunes o residuos asfálticos.
- Las tareas de limpieza y mantenimiento de la maquinaria de obra se realizarán exclusivamente en un sector acotado del parque de maquinaria. Esta zona estará totalmente impermeabilizada y, además de las instalaciones específicas para el cambio de lubricantes, contará con sistemas de depuración primaria, balsas de decantación con separadores de grasas y zanjas filtrantes para el tratamiento de aguas de lavado y vertidos accidentales.
- Se definirán, igualmente, lugares específicos para el lavado de cubas, que contarán también con los sistemas de depuración primaria necesarios.
- En las zonas de almacenamiento de combustibles en las instalaciones de obra se mantendrá especial vigilancia y en el momento en que se observe cualquier pequeño derrame se procederá a su limpieza y retirada del suelo potencialmente contaminado.
- Se vigilará la acumulación de basuras y derrubios en las obras de drenaje para evitar problemas de embalsamiento no deseado.

- En el momento en que se observe cualquier derrame que pudiera ser potencialmente contaminante, se procederá a su limpieza y retirada del suelo contaminado.
- Los campamentos de obra deberán dotarse de un sistema de saneamiento adecuado.
- Se recogerán las aguas de lluvia que circulen por el aparcamiento antes de que éstas abandonen el recinto, siendo tratadas adecuadamente en un momento anterior a su vertido.

En todo caso, se tomarán las medidas de prevención adecuadas para evitar cualquier vertido de sustancias contaminantes provenientes del funcionamiento de la maquinaria o de su manipulación por los trabajadores.

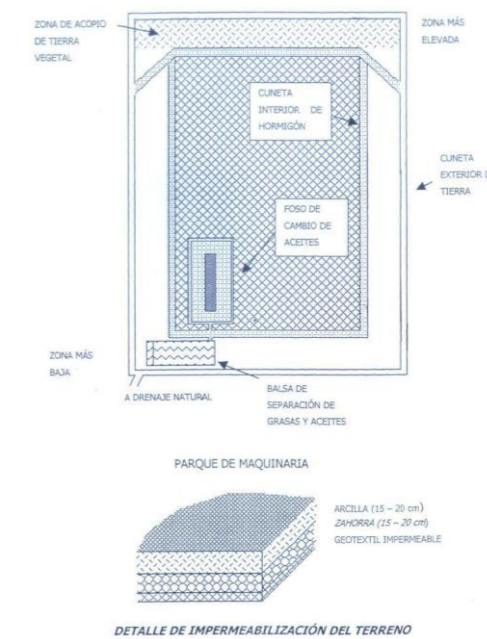
#### Acondicionamiento del parque de maquinaria

Dentro del área destinada a instalaciones auxiliares, en zonas donde pueden manejarse materiales potencialmente contaminantes como es el parque de maquinaria, se impermeabilizarán y se incorporará un sistema de protección ante vertidos accidentales. La zona de parque de maquinaria se impermeabilizará y contará con las instalaciones específicas para el cambio de lubricantes y zanjas filtrantes para el tratamiento de aguas de lavado y vertidos accidentales. En obra se definirán lugares específicos para el lavado de cubas, dentro del parque de maquinaria, que contarán también con los sistemas de depuración primaria necesarios. En caso de lluvias, las zanjas filtrantes se tapanán en su parte superior, a fin de evitar su desbordamiento y el arrastre de los aceites y las grasas fuera de ellas.

Las tareas de limpieza y mantenimiento de la maquinaria de obra se realizarán exclusivamente en un sector acotado del parque de maquinaria, que se encuentre totalmente impermeabilizado. En el lateral con la cota más baja se incorporará un murete perimetral de retención y se ejecutarán unas zanjas de filtración así como una arqueta de recogida de posibles lixiviados.

Durante la ejecución de las obras se evitará el paso o la ocupación por las máquinas y los materiales a emplear, restringiéndose el acceso al dominio público marítimo terrestre y a su zona de servidumbre de protección.

Ilustración 24 Esquema del parque de maquinaria



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

#### Balsa de decantación

Se construirá una balsa de decantación provisional durante las obras para las aguas procedentes del parque de maquinaria y otras instalaciones (lavado de hormigoneras, etc.) que pudieran afectar la calidad de los suelos ante vertidos accidentales.

Debido a proximidad de la Ciénaga, existe un riesgo importante de contaminación o alteración de la calidad de las aguas subterráneas, por lo que será necesario asegurar la impermeabilización de la balsa, y el acceso a la misma para permitir su limpieza y mantenimiento.

Su dimensionamiento será el adecuado para contener un volumen suficiente de líquido durante el tiempo necesario que asegure la retención de la cantidad adecuada de sólidos en suspensión. Para determinar la capacidad se tendrá en cuenta, además de los afluentes recibidos con sus partículas acarreadas y los posibles vertidos accidentales, el caudal de escorrentía que llegaría a la balsa conociendo la superficie a drenar y la precipitación máxima esperada para un tiempo de retorno dado.

Contarán con un sistema de depuración compuesto de decantación, filtración y percolación de tal manera que posibiliten efectivamente las operaciones de decantación y desbaste, de retención de grasas y aceites (para lo cual se instalará una placa deflectora en el rebose de la balsa) y adecuación del pH, mediante la adición de reactivos.

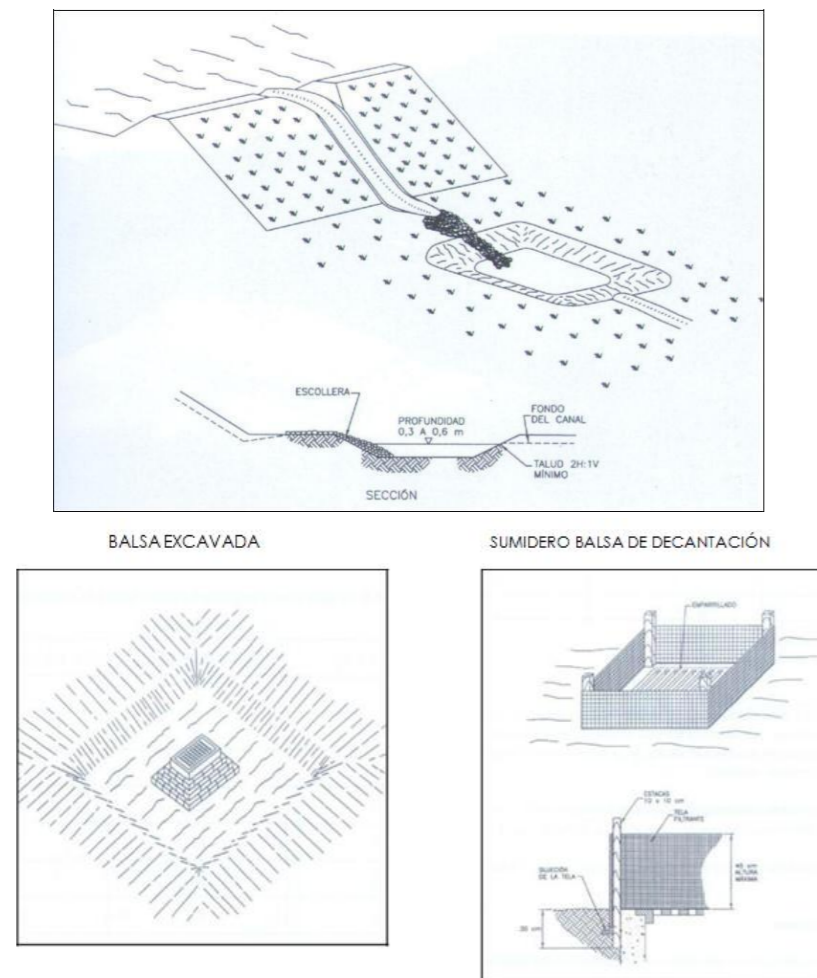
Estas balsas de decantación podrán ser excavadas en el propio terreno, con revestimiento, y construirse como pequeñas presas de tierra. Las presas o diques se llevarán a cabo con materiales limpios, sin raíces, restos de vegetación o gravas muy permeables. Los taludes máximos permitidos son de 2H:1V y la suma aritmética de los

Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

taludes aguas abajo y aguas arriba no debe ser menor de 5H:1V. El talud aguas abajo deberá protegerse con vegetación. Antes de construir un dique es necesario limpiar la base del suelo y vegetación, así como excavar una zanja de al menos medio metro de ancho a todo lo largo de la presa y con taludes laterales de 1H:1V.

La base deberá estar aislada, para lo cual se emplearán láminas de geotextil de, al menos, 105 g/m<sup>2</sup> de densidad, u otro material que cumpla idénticas funciones.

Ilustración 25 Esquema del parque de maquinaria



Fuente: Plan Maestros Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

#### Aguas sanitarias

Los campamentos de obra deberán dotarse de un sistema de saneamiento adecuado. Dependiendo de su ubicación y tamaño, el saneamiento se podrá realizar mediante conexión a la red de aguas residuales o WC químico o por cualquier otro sistema que asegure que no se producirá contaminación de las aguas, por fugas en tuberías, contactos entre ellas, etc.

#### Fase de Operación

##### Protección de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas

Se instalarán sistemas automáticos de separación y decantación de aguas pluviales de tal manera que, tras el transporte por el sistema de drenaje, las aguas fluyan a un depósito donde se produzca, en primer lugar, la decantación de partículas gruesas para posteriormente, separar grasas, aceites y similares. De esta manera, se conseguirá un vertido limpio a los cauces naturales, mediante un sistema económico, de escaso mantenimiento.

Las aguas de escorrentía serán tratadas convenientemente antes de abandonar la infraestructura aeroportuaria.

En todo caso, se tomarán las medidas de prevención adecuadas para evitar cualquier vertido de sustancias contaminantes provenientes del funcionamiento de la maquinaria o de su manipulación por los trabajadores o de los vehículos que utilicen las instalaciones.

##### Protección de la calidad de las aguas superficiales

De manera general y en el marco del sistema de gestión ambiental del aeropuerto, se revisarán las estrategias y medidas de control y gestión de aguas de escorrentía y residuales, y se fijarán objetivos de mejora para los diferentes horizontes del Plan Maestro de Desarrollo, de acuerdo con las directrices establecidas por los organismos y las administraciones implicadas en la gestión de los recursos hídricos. Además, se asegurará la recogida y tratamiento adecuado de las aguas de escorrentía superficial mediante los correspondientes separadores de hidrocarburos para aguas pluviales de la pista y plataforma.

Asimismo, se promoverá el ahorro del consumo de agua, con campañas de sensibilización y limitadores de caudal en las instalaciones del aeropuerto, como medidas de ahorro en el riego, programadores del riego durante las horas de menos insolación o potenciando el riego por goteo frente al riego con manguera.

#### 5.4. Protección del Suelo

##### Fase de Construcción

##### Localización de instalaciones y elementos auxiliares de obra

Para la ubicación de las instalaciones y elementos auxiliares de obra, tales como parques de maquinaria, plantas de aglomerado asfáltico y hormigones, áreas de acopio de materiales, oficinas de obra y caminos de servicio, se delimitarán zonas acotadas con la mayor concentración espacial posible para evitar la dispersión de los efectos de ocupación de estas instalaciones en el ámbito de la parcela afectada por las obras. Se delimitarán claramente estas zonas y las de tránsito de vehículos y maquinaria para concentrar la afección en las áreas en las que sea estrictamente necesaria.

Con anterioridad al inicio de las obras se procederá a señalar y jalonar toda la zona de obras y las parcelas afectadas. Los caminos auxiliares de acceso que se construyan provisionalmente para la realización de las obras también se verán afectados por esta medida.

Fuera de la zona de obras no se permitirá el paso de maquinaria ni el depósito de materiales o residuos de ninguna clase.

##### Diseño del parque de maquinaria

Tanto la circulación de vehículos pesados como de la maquinaria de construcción implican un riesgo de vertido de productos contaminantes al suelo, principalmente derivados de hidrocarburos (aceites y gasóleos).

Con objeto de minimizar los posibles vertidos es necesario disponer los diversos parques de maquinaria de las actuaciones sobre suelos previamente impermeabilizados. Debido a que todo el ámbito de estudio se encuentra sobre un sustrato permeable, se llevará a cabo una impermeabilización del suelo donde se asienten las instalaciones de obra para evitar infiltraciones por aceites, grasas e hidrocarburos derramados debido a los posibles vertidos accidentales procedentes de las labores de limpieza y mantenimiento de vehículos que en él se realizan. Para ello, se instalará una capa de geotextil impermeable sobre la cual se dispondrá una capa de zahorra de 15-20 centímetros de grosor.

En cualquiera de los casos, la limpieza y lavado de maquinaria así como el cambio de aceite y repostaje de combustible se realizarán en las zonas impermeabilizadas con solera de hormigón. Esta zona hormigonada deberá contar con un sistema de captación de aguas contaminadas, para conseguir la adecuada gestión de las mismas y no provocar efectos contaminantes en los suelos. Igualmente, deberán disponerse recipientes para recoger los excedentes de aceites y demás líquidos contaminantes que derivan del mantenimiento de la maquinaria al objeto de minimizar su vertido sobre los suelos.

Se dispondrá una cuneta perimetral exterior a cuatro metros del límite del parque de maquinaria propiamente dicho que se excavará directamente en el terreno. Esta cuneta exterior servirá para el desvío de la escorrentía proveniente de aguas arriba de las instalaciones. La cuneta perimetral interna se instalará en el límite del parque e irá revestida de hormigón. El desagüe superior de esta cuneta interior recogerá la escorrentía del terreno inmediatamente por encima del parque (entre las dos cunetas), desviándola a los desagües laterales de la cuneta exterior. Los desagües laterales e inferior de la cuneta interior recogerán el agua de escorrentía del parque de maquinaria, así como posibles escapes y derrames que se pudieran producir en estas instalaciones.

En un lateral del parque de maquinaria se emplazará un área para el cambio de aceites, mantenimiento y lavado de vehículos, maquinaria, etc., que consistirá en una superficie lo suficientemente extensa para albergar un vehículo tipo, con un foso que permitirá la manipulación de la parte inferior del vehículo. Toda la superficie estará revestida de hormigón y contará con una cuneta perimetral que recogerá los posibles derrames que verterán sobre la balsa de recogida de efluentes.

Esta balsa recogerá los efluentes del desagüe lateral e inferior de la cuneta interior, estará situada en el punto más bajo de la parcela, de manera que retendrá los arrastres de la escorrentía de la superficie del parque de maquinaria, contando con dimensiones y diseño adecuado para ello. Será del tipo decantador-separador de grasas, con una entrada de aguas superior, un aliviadero/rebosadero superior y un deflector sumergido hasta un 85-90% de la profundidad total de la balsa para retener las grasas e hidrocarburos. Para ponerla en funcionamiento y durante su explotación se mantendrá



un nivel mínimo de agua al 20% de la capacidad de la balsa con la intención de evitar la circulación de aceites por debajo del deflector. Cuando se observe que la capa de grasas y aceites es de un grosor considerable se procederá a su retirada mediante succión.

Por otro lado, los campamentos de obra estarán dotados de un equipo de depuración portátil para las aguas fecales, cuyas aguas clarificadas se verterán al cauce correspondiente, una vez se haya comprobado que su composición cumple con la normativa vigente y se disponga de los correspondientes permisos, al igual que el resto de los efluentes de los dispositivos de depuración y tratamiento de aguas.

En el caso de que en el parque de instalaciones auxiliares se dispongan plantas de aglomerado asfáltico y/o de hormigonado, el emplazamiento donde se lleven a cabo estas operaciones deberá ser acondicionado para garantizar su estanqueidad y el tratamiento de los efluentes que genere, así como de las aguas de escorrentía del mismo.

La empresa constructora deberá diseñar las actuaciones –cunetas de guarda, balsas, etc.- de las instalaciones auxiliares relativas a la protección del sistema hidrológico para la avenida del periodo de retorno correspondiente.

Se comprobará, mediante análisis periódicos, que la calidad de los efluentes de los diferentes procesos de depuración que se encuentren en la zona del parque de instalaciones auxiliares cumple la legislación vigente.

Una vez terminadas las obras, o en su caso, el periodo de utilización del recinto interior al aeropuerto, se retirará todo el material aportado al terreno junto con todos los residuos que se hubieran producido.

#### Aparición de posibles suelos contaminados

Si durante las operaciones de demolición, desbroce o excavación surgieran suelos contaminados, serán caracterizados y gestionados y serán tratados bien mediante técnicas de bioremediación “in situ”, o bien mediante traslado a planta de tratamiento de residuos peligrosos.

En los casos de accidentes con sustancias o productos peligrosos y tóxicos que afecten directamente al suelo se adoptarán, en el mismo momento del vertido las siguientes medidas:

- Delimitar la zona afectada por el suelo.
- Construir una barrera de contención con el fin de evitar la dispersión del vertido por la superficie del suelo.
- Se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar perjuicios en la salud de las personas implicadas en las tareas de descontaminación: utilización de guantes, mascarillas e indumentaria adecuada.

El suelo contaminado, siempre que no pueda ser tratado “in situ”, será gestionado como residuo peligroso, procediéndose a su retirada a planta de tratamiento o depósito de seguridad.

Por otro lado, se procederá a la limpieza y retirada de residuos y escombros en todas aquellas superficies en las que se haya acopiado temporalmente y en aquellas que resulten alteradas por las demoliciones y excavaciones.

#### Cambios en la estructura del suelo

Los impactos más importantes sobre el suelo que implican las actuaciones previstas en el aeropuerto estarán originados principalmente por la ocupación del suelo en el lado oriental, dado que ésta implica un cambio sustancial en su uso. En particular, afectan a la estructura del suelo suponiendo su destrucción total o parcial. También la posible contaminación por vertidos puede tener esos mismos efectos.

Las medidas encaminadas a la minimización de estos impactos se centrarán por tanto en evitar el vertido al suelo de aceites, grasas o combustibles, para lo que se propone un diseño del parque de maquinaria según lo establecido en este Anexo, así como asegurar que existan en obra zonas específicas para la recogida de residuos líquidos derivados del mantenimiento de la maquinaria. Con relación a la creación de zonas de préstamo y vertedero o botadero, en caso de que fuese necesaria, se prestará especial atención a su ubicación, de manera que en la medida de lo posible no afecten a suelos de alto valor agrológico.

Dado el elevado poder de autocolonización que presenta la capa más superficial de suelo, su protección y conservación favorecerá los procesos de restauración de aquellas superficies de ocupación temporal por las obras.

#### Escombros y tierras excedentes

Con el fin de minimizar el impacto derivado del depósito de escombros procedentes de las demoliciones, especialmente de las originadas por la demolición de pavimentos y diversos elementos afectados por las actuaciones, se contemplará la posibilidad de su reutilización en la ejecución de las obras.

Para ello, se precisará de la instalación de una planta de machaqueo “in situ” que permita el reciclado de los escombros de zonas asfaltadas, hormigón, cerramientos, mampostería, etc. para su posterior uso en bases y subbases para la construcción de firmes de los viales o su transformación en áridos para hormigones.

En caso de optarse por el reciclado de escombros conviene tener en cuenta que los procesos de demolición selectiva y la separación de otros materiales no reutilizables o contaminantes, pueden ayudar a disminuir la presencia de las impurezas en los materiales.

Si esta posibilidad fuera factible, la reducción de los impactos sobre el suelo y el relieve se materializaría tanto en la disminución del volumen de escombros que deberán ser depositados en botaderos, como en la reducción del número de explotaciones necesarias para suministrar la materia prima original, con el consiguiente beneficio sobre la protección de los recursos naturales.

#### Fase de Operación Gestión de residuos

Los proyectos especificarán la obligación del contratista de desarrollar y ejecutar un plan de gestión de los residuos de obra. Este plan deberá incluir las previsiones detalladas para la recogida, transporte y eliminación segura de todos los residuos generados en la obra, sean estos inertes, asimilables a urbanos o peligrosos. A continuación, se exponen algunas de las consideraciones más importantes que deberá recoger el plan.

- Para todos los residuos peligrosos, se dispondrán en varios lugares de la obra y en las áreas de ubicación de las instalaciones, unos recintos preparados para su acopio.
- Cada recinto tendrá un cubeto de hormigón, y estará cubierto para protegerlo frente a la insolación excesiva y a la lluvia. Los bidones o contenedores de los residuos serán estancos, y estarán identificados con los pictogramas y códigos correspondientes según la legislación aplicable.
- Para la gestión de los residuos peligrosos generados, se cumplirán todos los requisitos impuestos en la legislación vigente.
- El Plan prestará una especial atención a la gestión de aceites usados.

#### Acondicionamiento de suelos compactados

Los suelos degradados y compactados como consecuencia de la realización de las instalaciones de obra (zonas de acopio, oficinas, instalaciones de seguridad y salud y parques de maquinaria) y otras zonas de ocupación temporal, serán reacondicionados convenientemente una vez concluida su utilidad, con el fin de recuperar su anterior uso del suelo.

De este modo, una vez finalizadas las obras, se procederá a realizar un laboreo de aquellas superficies que hayan quedado compactadas.

El tratamiento de descompactación en estas zonas, consistirá en una labor profunda de, al menos, 50 centímetros de profundidad, en seco, sin volteo (es decir, sin alterar la disposición de los materiales del suelo) y mediante subsolador (reja subsoladora) o arado chisel suspendidos de tractor agrícola, para romper la capa subsuperficial compactada por la maquinaria pesada.

### 5.5. Protección de la Biodiversidad y la vegetación

Con carácter general las medidas que se plantearán irán destinadas a la minimización de los impactos y a la compensación de las pérdidas del hábitat. Estas medidas se han establecido en función de la relevancia y extensión de las afecciones que producirían las actuaciones planteadas sobre la biodiversidad del entorno.

#### Fase de Construcción

##### Descompactación del suelo y reposición de especies vegetales.

Se conservará la vegetación que no sea estrictamente afectada por las obras y que se halle dentro de los límites de la zona de actuación. Se evitará la destrucción innecesaria de áreas que no sean ocupadas de forma definitiva para su uso en las tareas derivadas de la construcción de estas infraestructuras, como pueden ser las áreas de almacenamiento de materiales, estacionamiento de maquinaria, etc.

La descompactación del suelo y reposición de especies, se aplicará a toda la superficie que, en la fase final de ejecución de la obra, haya resultado afectada por acciones de desbroce y despeje o por procesos de compactación del suelo. En el caso del manglar se seguirán las instrucciones anteriormente detalladas.



Inmediatamente después de finalizar las actuaciones previstas en cada obra, se realizará un subsolado del sustrato previo al sembrado con especies herbáceas, con el fin de reponer la cubierta vegetal en el menor plazo de tiempo posible evitando los procesos erosivos y la consiguiente pérdida de suelo.

El uso de herbicidas y plaguicidas en las operaciones de mantenimiento de siembras y plantaciones, deberá restringirse al máximo, dándose preferencia a los procedimientos mecánicos. En caso de ser imprescindibles, deberán utilizarse productos cuya persistencia y toxicidad sea mínima.

#### Prevención de la degradación de la vegetación ocasionada por la maquinaria de obra.

Salvo que el proyecto justifique otra medida más eficaz que no genere otros efectos ambientales adversos, se utilizará el riego periódico de los caminos de obra y de las zonas en las que se realicen movimientos de tierra, como medida preventiva durante la fase de ejecución de las obras, para evitar el levantamiento de polvo y el exceso de emisión de partículas en suspensión a la atmósfera. En el caso de las demoliciones, para no incrementar los niveles de partículas, se realizarán con máquina de demolición específica que incorpore un sistema de aspersión de agua. La frecuencia e intensidad de riego se determinará en función de las condiciones meteorológicas de modo que, en todo caso, se asegure que los niveles resultantes de concentración de partículas en el aire, en las zonas externas habitadas próximas al aeropuerto o en las zonas internas del recinto aeroportuario donde se desarrollen actividades al aire libre, no superen los límites establecidos por la legislación vigente.

Los caminos por los que circule la maquinaria deberán estar acotados al igual que las zonas en las que estacionen para evitar que se ocupe una superficie mayor a la estrictamente necesaria para su movimiento.

#### Construcción de una barrera vegetal con objeto de apantallar el ruido sobre los barrios de San Francisco y Siete de Agosto.

Actualmente está proyectada la construcción de una barrera vegetal en el sector sur del aeropuerto. Este proyecto se lleva a cabo con el objetivo de aislar acústicamente los barrios de San Francisco y Siete de Agosto, adyacentes a la franja de la pista.

Dicho proyecto todavía no se ha ejecutado al encontrarse en la correspondiente tramitación administrativa para su aprobación.

#### Fase de Operación

##### Recuperación del manglar

En previsión de posibles futuras expansiones del Aeropuerto Rafael Núñez que afectarían a las zonas restauradas, no se considera el entorno aeroportuario como una zona apta para la recuperación del Manglar, por eso se designarán otras zonas en las que implantar el área de recuperación. Estos terrenos serán seleccionados por la autoridad ambiental competente, pero siempre serán zonas en las que el manglar no goce de la capacidad suficiente de regeneración para que de forma natural se produzca una reforestación de esas áreas.

Al no existir posibilidad de regeneración natural, la rehabilitación de esas áreas se realizará mediante la siembra de los propágulos de mangle, utilizando siempre las mismas especies que ya vegetan en la Ciénaga y siguiendo el esquema lógico de distribución de las mismas en fajas en función de los suelos, su salinidad y periodos de inundación.

Los propágulos que se utilizarán en la rehabilitación de estas áreas se obtendrán principalmente de aquellas zonas de la Ciénaga que tiene una alta producción y que en consecuencia pueda donar un número suficiente de éstos sin comprometer su propia dinámica natural de recuperación. De esta manera se asegurará una mejor compatibilidad de estos con las condiciones del entorno, disminuyendo en consecuencia las marras y acortando los tiempos de rehabilitación. Además el uso de estos propágulos ahorrará la compra de individuos en vivero. En el caso de no existir un número suficiente de propágulos naturales para su siembra se procederá a la siembra de propágulos que hayan sido cultivados en áreas cercanas que presenten las características más parecidas a las que se dan en la Ciénaga de la Virgen. Por su parte la densidad de plantación adecuada depende de muchos factores propios de la calidad de estación y de las características físico-químicas de la zona en la que se realice, por lo que no se establece en este documento una densidad determinada, dejando la concreción de este factor al correspondiente proyecto de recuperación que lo establecerá en función de las áreas finalmente seleccionadas.

Si parte de las áreas seleccionadas necesitan rehabilitar zonas en las que la inundación impide el uso de propágulos, se procederá a la rehabilitación mediante plántulas que como en el caso de los propágulos se utilizarán aquellas que puedan extraerse de zonas naturales cercanas. Esta práctica proporcionará individuos más vigorosos y mejor adaptados a las condiciones y calidad de estación en la que serán plantados. Deberá extremarse el cuidado a la hora de manipular las plántulas, especialmente el sistema radical, ya que de la correcta manipulación dependerá en gran medida que el arraigo de estas plántulas sea exitoso o no.

Como se ha comentado, es de vital importancia la ubicación correcta de cada especie dentro del manglar, siendo fundamental para el éxito de la restauración. De manera general se podrían establecer las siguientes características ecológicas generales para cada especie del manglar:

- *Rhizophora mangle*.- Se situará en la primera franja del manglar, en los lugares con inundación permanente y valores de salinidad muy elevados (entre el 35% y el 40%). Para esta especie al estar en zonas inundadas se aconseja el uso de barreras protectoras hasta que se produzca el total enraizamiento.
- *Avicennia germinans*.- Estará situado justo a continuación del mangle rojo, en zonas con una inundación no permanente y con unos índices de salinidad más moderados.
- *Laguncularia racemosa*.- Estará en la última franja en la que se produce inundación, ya que soporta periodos no muy prolongados de inundación y por lo tanto tolera unos índices poco elevados de salinidad.

- *Conocarpus erectus*.- Se situará en la periferia del manglar, en las zonas más elevadas y secas y con los valores de salinidad más bajos.

Una vez se ha concluido con la siembra de los propágulos y de las plántulas, deberá establecerse un programa de monitoreo que realice un seguimiento de la zona, asegurando la sustitución de marras si fuese necesario.

Para el manejo global del manglar se recomienda la prohibición de las talas de entresaca, al ser demasiado agresivas para el propio manglar, resultando dañinas y de difícil recuperación natural. Se aconseja que el manejo sea a través de cortas por entresaca, de forma que se termine estableciendo una masa irregular en la que exista representación de todas las clases de edad, asegurando, la cobertura y la existencia de pies suficientes que regeneren y que a su vez den abrigo a los brinzales que asegurarán la persistencia futura del manglar.

El empleo de la entresaca a pesar de ser técnicamente más compleja que la corta a hecho, asegura una mayor biodiversidad al proporcionar unas condiciones ambientales muy similares a las que tendría un manglar no intervenido.

## 5.6. Protección de la Fauna

### Fase de Construcción

Los principales impactos sobre la fauna detectados durante la fase de construcción son la alteración, fragmentación y destrucción de los hábitats faunísticos, la afección a las especies que los utilizan y las molestias generadas por las actividades constructivas (ruido, interferencias por el tráfico de personas y vehículos, contaminación atmosférica, etc.). Para evitar o minimizar estos impactos se proponen las medidas que se detallan a continuación.

### Programación temporal de las obras

Una correcta planificación temporal de las obras puede permitir reducir las afecciones de éstas sobre la fauna. La alteración de los hábitats faunísticos originará molestias a las comunidades animales que albergan, e incluso puede provocar la pérdida de aquellos individuos que no se puedan desplazar en el momento de las obras, siendo especialmente críticos aquellos periodos del ciclo anual en los que los animales se encuentran criando y no pueden desplazar a sus crías. Por ello, es necesario establecer un cronograma de las obras que considere los ciclos de actividad de las especies afectadas.

### Planificación de las Actuaciones

Además de un cronograma de las obras que considere la fenología de las comunidades animales presentes en el área de estudio, es necesario tener en cuenta la localización espacial de las actuaciones de cara a reducir los posibles impactos sobre la fauna. Esto es debido a la heterogeneidad espacial en la distribución de los recursos, con diferencias en la cantidad y calidad de los mismos, tanto entre tipos de hábitat como dentro de cada uno de ellos.

En todo caso se debe minimizar, en la medida de lo posible, la superficie afectada por las obras sobre los diferentes hábitats, especialmente en las masas de manglar.

Además, se deberán delimitar claramente las superficies afectadas por las actuaciones, mediante la correcta señalización y vallado de las mismas, para evitar el trasiego de personas o vehículos de las obras fuera de éstas.

Con el objetivo de reducir las molestias a la fauna de los hábitats adyacentes, los viales y caminos de las obras, así como las zonas con mayor trasiego de vehículos y personas (aparcamientos, casetas de obra, casetas para el personal de obra, parque de maquinaria, etc.) se ubicarán preferentemente evitando los límites exteriores de las obras. Estas estructuras se localizarán en el entorno inmediato de los edificios del aeropuerto y zonas más alteradas, siempre y cuando no dificulten el normal funcionamiento de las operaciones aeronáuticas. Igualmente los viales de acceso a las obras se ubicarán en zonas ya alteradas, que no impliquen la necesidad de nuevas pistas o caminos.

- Debido a que está prevista la demolición de parte del actual vallado perimetral y muro de cerramiento, es importante tomar medidas dirigidas a evitar la posible entrada de vertebrados terrestres, tanto silvestres como domésticos, hasta que se sustituya por el nuevo vallado. Para ello se deberá colocar el nuevo vallado antes de eliminar el existente.

#### Fase de Operación

Durante la fase de operación del aeropuerto la afección más relevante proviene de la posible colisión contra la avifauna (especialmente importante en estas zonas) y las aeronaves. Como medidas generales se recomiendan las siguientes para evitar en la medida de lo posible esta interacción:

- Eliminar en la medida de lo posible todas las láminas de agua que puedan formarse en la cercanía de la pista. Esta medida incluye las canaletas de evacuación de aguas de los tejados, para ello se las dotará de una reja que las cubra y que impida que las aves puedan aprovechar el agua que se acumula en su interior.
- Eliminación de desechos orgánicos. En todo el entorno del aeropuerto existe una notable acumulación de residuos orgánicos que atraen a modo de comederos a las aves. Se recomienda por tanto que en coordinación con las autoridades municipales se realice una limpieza exhaustiva del entorno aeroportuario (incluyendo canales y Ciénaga), para eliminar en la medida de lo posible todo elemento orgánico que puedan aprovechar las aves para su sustento.
- Eliminar escombreras. En estos enclaves se acumula fauna como roedores o reptiles que constituyen una importante fuente de alimentación para la avifauna.
- Se recomienda que la franja se conserve desbrozada permanentemente evitando que la vegetación alcance altura suficiente como para que pueda ser utilizada por las aves.

- Eliminar aquellos lugares que las aves utilicen como posaderos. Para este fin existen numerosos sistemas físicos en función de la zona que se quiera proteger.
- Para las trayectorias de despegue y aterrizaje se recomienda el uso de rayos laser automatizados que ahuyenten mediante sus intensos rayos luminosos a la avifauna que pudiese levantarse con el paso de las aeronaves.
- Se tratará de evitar la formación de dormitorios en las inmediaciones de las instalaciones aeroportuarias. Para su control se utilizarán medidas sonoras o lumínicas que hostiguen a las aves y terminen desplazándolas a ubicaciones más adecuadas para la seguridad aeronáutica.
- Se eliminarán todos los nidos que se detecten en el interior del aeropuerto.
- Se recomienda el soterramiento de los canales que existen en el entorno del aeropuerto ya que estos son utilizados por la avifauna como “vías de comunicación” lo que puede provocar interferencias en la operatividad del aeropuerto, además de acumular grandes cantidades de basura que como se ha indicado anteriormente suponen un reclamo alimenticio para muchas de las especies del entorno del aeropuerto.

#### 5.7. Medidas de Adecuación al Planeamiento

A fin de asegurar la compatibilidad del entorno con el planeamiento aeroportuario, se deben establecer unos criterios que habrán de ser tenidos en cuenta por los instrumentos de planeamiento territorial, urbanístico u otros que se encuentren afectados de forma que no se generen impactos negativos al entorno urbano y ambiental del aeropuerto, en la medida que crezcan las operaciones aéreas y aumente la demanda de acciones de transformación y ampliación previstas en el Plan Maestro:

- Los instrumentos de planeamiento territorial, urbanístico y cualesquiera otros que ordenen ámbitos afectados por las servidumbres aeronáuticas establecidas o a establecer, incluidas las acústicas, deberán contar con el informe favorable de la autoridad competente.
- Los instrumentos de planeamiento territorial, urbanístico y cualesquiera otros que ordenen físicamente territorios incluidos en el ámbito de las servidumbres aeronáuticas establecidas o a establecer que figuran en el Plan Maestro de Desarrollo, tendrán en cuenta las superficies limitadoras de obstáculos que resulten más restrictivas en cada caso para determinar las alturas (respecto al nivel del mar) que no deberían ser sobrepasadas por ninguna nueva edificación (incluidos todos sus elementos como antenas, pararrayos, chimeneas, equipos de aire acondicionado, cajas de ascensores, carteles, remates decorativos, etc.), modificación del terreno u objeto fijo (postes, antenas, aerogeneradores incluidas sus palas, carteles, etc.), o gálibo de viario o vía férrea.

#### 5.8. Medidas de Participación Social

Para obtener información y cooperación eficaz por parte de la comunidad local a la hora de elaborar un proyecto, es imprescindible la participación social, que es inherente a la Evaluación de Impacto Ambiental. Su importancia radica en que es capaz de identificar de manera directa los principales problemas que puedan afectar a la población y, por ello, sus impactos sociales. La participación social cumple cinco objetivos:

- Promover la información, educación y coordinación.
- Identificar posibles problemas, necesidades y valores.
- Posibilitar el flujo de nuevas ideas y resolución de problemas.
- Posibilitar una participación más democrática de las comunidades afectadas y la evaluación de alternativas del proyecto de desarrollo que les afecta.
- Ayudar a la creación de un consenso social y la resolución de conflictos.

A mediados de 2012 se realizaron numerosas campañas de socialización en los barrios limítrofes del aeropuerto con el fin de explicar las características e implicaciones que el proyecto de modernización y ampliación del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena tendrá sobre la población, el empleo, los recursos naturales, etc.

En ellas, los vecinos se interesaron por diversas cuestiones relativas al impacto ambiental, social y económico de las actuaciones previstas, que fueron debidamente cumplimentadas por las autoridades aeroportuarias competentes.

Se considera necesario que el proceso continúe incorporando la participación activa de la comunidad durante el desarrollo de las actuaciones previstas. Para ello, se definirá un proceso de información y consultas públicas a la población general y específica, con las comunidades, asociaciones y otros actores afectados por las acciones del proyecto para dar cumplimiento a las acciones de sostenibilidad económica y gestión social con las comunidades aledañas, con objeto de:

- Incorporar en el proyecto las necesidades de la población afectada.
- Minimizar las afecciones del proyecto.
- Que sus repercusiones redunden directamente en beneficios para la sociedad y en la mejora de los ecosistemas naturales

### 5.9. Cuadro Resumen de factores afectados, valoración de impactos y medidas correctoras

Tabla 18.- Factores, valoración de impacto y principales medidas correctoras

Factor del medio	Fase del Proyecto	Efectos descritos	Valoración del Impacto	Principales medidas
Calidad Física del Aire	Construcción	Ruido durante la ejecución de la obra	Compatible	Prevención del ruido en la maquinaria de obra. Planificación de las actuaciones de obra y caminos de acceso a la misma.
	Operación	Afección a zonas residenciales	Moderado	Líneas de actuación del "Enfoque Equilibrado" (OACI)
Calidad Química del Aire	Construcción	Emisión de contaminantes.	Compatible	Prevención de la emisión de partículas. Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión.
	Operación	Emisión de contaminantes.	Moderado	Prevención de las emisiones en los procedimientos de operación de las aeronaves. Prevención de las emisiones procedentes de las instalaciones y equipos de tierra.
Agua	Construcción	Incremento de la escorrentía	Compatible	-
		Cambios en la calidad de las aguas superficiales.	Moderado	Protección de las aguas superficiales
	Operación	Riesgo de afección por vertidos.	Moderado	Control de vertidos. Mecanismos para la protección de las aguas subterráneas.
		Alteración de los flujos naturales de la escorrentía superficial.	Compatible	-
Suelo	Construcción	Riesgo de afección por vertidos accidentales.	Compatible	Control de vertidos. Protección de las aguas subterráneas
		Alteración de las formas del relieve.	Compatible	Integración paisajística. Acopio y reutilización de tierra vegetal.
	Operación	Afección al suelo productivo.	Moderado	Acopio y reutilización de tierra vegetal
		Alteración de las propiedades físicas y químicas.	Compatible	Escarificado y laboreo de los suelos compactados, y corrección del suelo afectado. Localización adecuada de instalaciones y elementos auxiliares de obra. Plan de Gestión de los residuos generados en obra.
Operación	Ocupación permanente del suelo.	Compatible	Integración paisajística.	
	Alteración de las propiedades químicas.	Compatible	Control de vertidos	

Factor del medio	Fase del Proyecto	Efectos descritos	Valoración del Impacto	Principales medidas
Vegetación	Construcción	Eliminación de vegetación por desbroce y ocupación del suelo.	Moderado	Descompactación del suelo. Revegetación del manglar
		Degradación de la vegetación por maquinaria de obra.	Compatible	Riego periódico de los caminos de obra. Delimitación zonas movimiento maquinaria
Fauna	Construcción	Alteración de Hábitats de fauna	Compatible	Programación temporal de las obras
		Fragmentación del hábitat.	Compatible	Planificación espacial de las obras
	Operación	Molestias por ruido.	Compatible	Control del ruido
		Molestias asociadas al tráfico e interferencias humanas.	Compatible	Servicio de Fauna
Espacios naturales relevantes	Operación	Contaminación lumínica.	Compatible	Gestión de hábitats
		Degradación de la calidad ambiental los espacios naturales relevantes.	Compatible	Protección de hábitats faunísticos y vegetación.
Paisaje, Territorio y Usos del Suelo	Construcción	Intrusión visual.	Compatible	Restauración e integración paisajística
		Necesidad de expropiaciones.	Moderado	Participación pública, transparencia y cumplimiento de la legalidad.
	Operación	Solapamiento de los usos del suelo.	Compatible	Coordinación Administraciones.
Socioeconomía	Construcción	Intrusión visual permanente	Compatible	Restauración e integración paisajística. Ejecución barrera vegetal contra el ruido.
	Operación	Incremento de la demanda de mano de obra.	Positivo	-
		Incremento del sector turístico	Positivo	-

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### 5.10. Programa de Monitoreo y Seguimiento

#### Alcance y contenido del seguimiento

Los órganos promotores deberán realizar un seguimiento de los efectos en el medio ambiente de la aplicación o ejecución de los planes y programas, para identificar con prontitud los efectos adversos no previstos y permitir llevar a cabo las medidas adecuadas para evitarlos.

En este sentido, se definen como objetivos del programa de monitoreo ambiental los siguientes:

- Evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos para esta evaluación ambiental.
- Seguir los efectos ambientales del Plan Maestro de Desarrollo.
- Evaluar el grado de cumplimiento y ejecución de las diferentes actuaciones ambientales incluidas en el Plan Maestro, así como de las determinaciones y medidas preventivas y correctoras.
- Identificar la existencia de efectos adversos no previstos, para permitir al órgano promotor adoptar las nuevas medidas correctoras apropiadas.

El sistema de monitoreo debe servir para constatar, en función de los resultados de los indicadores elegidos, el grado de ejecución y eficacia de las medidas preventivas, correctoras y, en su caso, compensatorias, definidas en el Plan de Manejo, manteniendo las mismas o, en su caso, modificándolas, incluyéndose esta información: resultados de indicadores; grado de ejecución de medidas; nuevas medidas o modificaciones a las ya existentes.

Se debe tener en cuenta, que dado que gran parte de las actuaciones que define el Plan Maestro de Desarrollo se van a ejecutar a través de proyectos que están sometidos en una elevada proporción a evaluación o autorización ambiental, en todos estos casos se va a realizar un seguimiento ambiental individualizado de cada uno de ellos, según determine para cada proyecto la autoridad ambiental competente que evalúe los proyectos.

El sistema de monitoreo diseñado deberá tener en cuenta el seguimiento del conjunto de las actuaciones y de las propias determinaciones del Plan Maestro de Desarrollo.

#### Aspectos Objeto de seguimiento y sistema de indicadores

Con objeto de realizar un seguimiento de los efectos ambientales de las determinaciones del Plan Maestro, el promotor elaborará a lo largo de los diferentes horizontes de desarrollo del mismo, informes periódicos anuales y/o quinquenales en los que se recogerá la evolución de una serie de variables y de distintos indicadores.

En la siguiente tabla se incluye un conjunto de indicadores ambientales de carácter general para realizar el seguimiento ambiental del Plan, de los objetivos ambientales fijados para el Plan y de los impactos previsibles derivados de las actuaciones del Plan.



Parte de los datos provendrán de los diferentes instrumentos operativos de gestión de la instalación aeroportuaria como el sistema de gestión ambiental.

Existen algunos indicadores en los que será necesario obtener información no sólo del promotor sino también de los operadores y empresas que desarrollan su actividad en la instalación aeroportuaria. En algunos casos será necesario calcular ex-novo dichos indicadores, de manera que se defina un punto de referencia para poder evaluar su evolución.

Por todo ello, se propone la elaboración de un Informe inicial que refleje el valor de partida de los citados indicadores generales y específicos tras la aprobación del Plan Maestro de Desarrollo.

**Tabla 19.- Aspectos e indicadores para el seguimiento ambiental de la revisión del Plan Maestro de Desarrollo del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez**

Aspectos Ambientales	Indicadores	Periodicidad
Ruido aeroportuario	Viviendas y edificios de uso sensible (envolvente 65-65-55).	Quincenal
Calidad Química del Aire	Emisiones totales anuales de contaminantes (NOx, SOx, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , CO y HC). Emisiones de contaminantes por UT Superficie habitada afectada por niveles de inmisión inadecuados.	Quincenal
Cambio Climático	Emisiones de CO <sub>2</sub> derivadas de la operación del Aeropuerto Emisiones de CO <sub>2</sub> /nº operaciones Emisiones de CO <sub>2</sub> /pasajero.	Anual
Energía	Consumo anual de energía del aeropuerto. Consumo de energía por carga. Consumo de energía por pasajero Consumo de energía procedente de fuentes renovables	Anual
Biodiversidad	Superficie de las distintas clases de espacio natural protegido o de interés afectados. Afección de la flora protegida: número de ejemplares singulares Superficie de manglar afectada. Superficie de manglar recuperada	Anual
Suelo	Superficie de suelo ocupada por la nueva infraestructura Balance de tierras Volumen de material procedente de préstamos y áridos necesarios	Anual
Residuos	Volumen de residuos no peligrosos generados. Volumen de lodos de separadores de hidrocarburos generados. Volumen total de residuos peligrosos generados. Volumen de residuos de construcción y demolición generados y gestionados Porcentaje de Valorización por tipo (energética, reutilización, reciclaje u otro tipo de valorización)	Anual

Aspectos Ambientales	Indicadores	Periodicidad
Agua	Volumen anual de agua consumida por procedencia. Volumen de agua consumida por carga Volumen de agua consumida por pasajero. Volumen de agua depurada reutilizada (riego, prácticas SEI...).	Anual
Usos del suelo y ordenación territorial	Superficie de ocupación de las zonas protegidas o expropiaciones Número de elementos paisajísticos del entorno afectados.	Anual
Paisaje y Patrimonio Cultural	Número de elementos y bienes afectados catalogados como bienes de interés cultural, históricos, arquitectónicos, etnográficos, arqueológicos, paleontológicos.	Quinquenal
Funcionamiento		
Tráfico Aéreo	Número de pasajeros Número de operaciones Número de Unidades de Tráfico	Anual
Incidencia Social y Económica	Superficie expropiada Inversión realizada en la expropiación Empleo generado: directo, indirecto, inducido	Anual
Viabilidad Técnico – Económica	Análisis Capacidad/Demanda	Anual

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Sistema de Gestión y Supervisión

Al objeto de verificar el cumplimiento del sistema de monitoreo ambiental propuesto para el seguimiento ambiental del desarrollo del Plan Maestro de Desarrollo, el promotor elaborará informes anuales y/o quinquenales que enviarán a las autoridades competentes en Medio Ambiente, que evaluarán el grado de cumplimiento de las medidas propuestas en el presente Plan de Manejo y las que específicamente señalen las autoridades y que contendrán:

- Los valores de los indicadores propuestos según la periodicidad asignada.
- Las variaciones de estos valores respecto al Informe inicial o, en su caso, respecto del informe quinquenal anterior.
- Verificación del cumplimiento y de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras, o en su caso, compensatorias, asociada a los indicadores y definida en este informe.
- Posibles modificaciones a introducir en las mismas, en función de las variaciones obtenidas en los valores de los indicadores del sistema.
- Previsiones y grado de incorporación al planeamiento del nuevo límite del Aeropuerto.
- Establecimiento de servidumbres acústicas. Previsiones y grado de incorporación al planeamiento de las servidumbres aeronáuticas.

### 5.11. Medidas Generales a Incorporar en Futuros Proyectos

Para garantizar la compatibilidad de los alrededores con la planificación aeroportuaria descrita en el Plan Maestro de Desarrollo, esta sección contiene una serie de normas y criterios que deben ser tenidos en cuenta por las Evaluaciones de Impacto Ambiental posteriores de cada uno de los proyectos que conforman las nuevas acciones de la ampliación del aeropuerto.

Estas medidas representan un conjunto de recomendaciones como guía de buenas prácticas ambientales. Las descritas a continuación son el mínimo requerido, sin perjuicio de otras muchas que puedan ser relevantes o inherentes a su caso, a las necesidades particulares de los diferentes proyectos.

#### Prevención del Ruido

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad acústica en el entorno de las obras y medios circundantes, se tomarán una serie de medidas preventivas, tendentes a evitar la contaminación acústica, por encima de los límites establecidos en la legislación vigente.

Estas medidas recaerán sobre las principales acciones, generadoras de emisiones acústicas, como son:

- Funcionamiento de la maquinaria de construcción. Destacan las operaciones de percusión en excavaciones y demoliciones de las instalaciones existentes que interfieren con la actuación planteada, tales como zonas urbanizadas, instalaciones existentes, etc.
- Tráfico de vehículos de transporte de tierras y materiales de obra.
- Funcionamiento de instalaciones auxiliares (plantas de áridos, hormigón, etc).
- En relación a la maquinaria que se emplee existe normativa de los aparatos, cuyo cumplimiento será exigido a lo largo de toda la duración de la actuación. De este modo la maquinaria utilizada tendrá un nivel de potencia acústica garantizado igual o inferior a los límites fijados por las normas técnicas.

Además de las medidas relativas a las exigencias legales que deberá cumplir la maquinaria empleada en obra, se añaden las siguientes para salvaguardar la calidad acústica del entorno circundante:

- Previamente al inicio de la obra, se definirán los viales de acceso empleados para realizar los aportes de material a las zonas de actuación con el propósito de minimizar las molestias a la población cercana. Asimismo, se analizarán los horarios de operación tanto de maquinaria como de transporte de camiones con el mismo objetivo prestando especial atención durante el periodo nocturno (21:00 a 7:00 horas) sobre las zonas en las que previsiblemente pueda existir afección sobre la población.
- En el plan de obra se incluirá el cronograma de los trabajos a realizar así como la planificación de los movimientos de maquinaria que se determinarán procurando disminuir las afecciones acústicas a la población.
- En caso de existir la necesidad de definir nuevos accesos a la obra durante la realización de los trabajos, la solución final será alcanzada como consecuencia

de un análisis de alternativas en las cuales la variable acústica originada por el tráfico sea tenida en cuenta.

- Se proporcionará información detallada de los plazos de ejecución de obra a la población previsiblemente afectada mediante señalética y carteles explicativos del alcance de los trabajos y duración de los mismos.

#### Prevención de las emisiones de partículas

Los proyectos preverán las medidas de control necesarias sobre las fuentes generadoras de polvo (demoliciones, excavaciones, carga y descarga, extendido y transporte de tierras y materiales) con objeto de reducir al máximo las emisiones de partículas de polvo. Entre estas medidas se incluirán las siguientes:

- Se extremarán las medidas de control en el transporte de escombros o materiales cuyo origen o destino sea exterior al recinto de la obra.
- La emisión debida a la acción del viento sobre la carga de los camiones volquete se reducirá por confinamiento, cubriéndola mediante lonas. Esta medida se aplicará tanto a los camiones que realicen los movimientos de tierras como a los que transporten áridos y escombros.
- Salvo que el proyecto justifique otra medida que comporte ventajas adicionales, se utilizará el riego periódico de los caminos de obra y de las zonas en las que se realicen movimientos de tierra para minimizar el levantamiento de polvo y consecuentemente de la emisión de partículas en suspensión. La frecuencia de riego se determinará en función de las condiciones meteorológicas.
- En lo relacionado con el agua de riego, será necesario aportar certificado del lugar de procedencia de la misma. En caso de no corresponderse con puntos de abastecimiento urbano se comprobará que su obtención no afecte ostensiblemente a la red natural de drenaje.
- El levantamiento de polvo provocado por la acción del viento sobre las superficies desnudas durante las obras se aminorará iniciando su revegetación una vez que las superficies queden terminadas. Con ello, se reducirá el tiempo de exposición frente a la erosión eólica.
- En las conexiones de la obra con elementos de la red viaria local se evitará el arrastre de barro y polvo mediante la instalación de plataformas de lavado de ruedas o mediante la extensión de una capa de zahorra.
- Se limitará la velocidad de los vehículos de la obra a 30 km/h.

#### Reducción de emisiones procedentes de los motores de combustión

Los proyectos incluirán las provisiones necesarias para asegurar que la maquinaria y vehículos de transporte que se utilicen en la obra cumplan estrictamente con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos.

Independientemente, se deberá constatar, antes del comienzo de las obras, que todos estos vehículos y maquinaria garanticen, mediante las revisiones pertinentes:

- Un correcto ajuste de los motores.

- Que la potencia de la máquina se adecue al trabajo a realizar.
- Que el estado de los tubos de escape sea el correcto.
- El empleo de catalizadores.
- La revisión técnica de maquinaria y vehículos.

Para el control de la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna de las máquinas móviles no de carretera se aplicará la normativa vigente al respecto.

#### Generación y gestión de residuos y movimientos de tierras

Los impactos que puedan ocasionar los residuos de construcción y demolición industriales generados como consecuencia de las actuaciones propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo se minimizarán con una gestión adecuada de los mismos. En la gestión se priorizará la reutilización y reciclado de los inertes generados frente a su depósito en vertedero. Los residuos peligrosos se acopiarán en recintos preparados para ello. La retirada y transporte de los residuos se realizará mediante gestores autorizados, previa solicitud del documento de aceptación del residuo por parte del gestor final del mismo.

Los proyectos de obra incluirán un estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición que se generarán por las obras.

Cuando las actuaciones previstas supongan un volumen significativo de movimiento de tierras, se dedicará especial atención a la reutilización de las mismas, priorizando la utilización de los excedentes de otras zonas de la obra. Adicionalmente, se elaborará un estudio específico de las canteras y zonas de préstamos que se puedan necesitar, así como de las rutas a emplear durante el transporte de las tierras. Asimismo, se prestará especial atención a las zonas de acopio, ubicándose en las áreas de bajo valor ambiental.

#### Espacios Naturales, Vegetación y Fauna

Los impactos sobre la vegetación y el paisaje se verán minimizados llevando a cabo la delimitación de la zona de obras, la revegetación con especies autóctonas, la implantación de barreras vegetales que actúen como pantallas visuales en los bordes y mediana de los viales, etc.

Para restaurar la zona tras las obras se realizarán revegetaciones de todas aquellas zonas desbrozadas previamente. Asimismo, se trasplantarán todos los pies arbóreos situados en zonas de vegetación a eliminar que sean de especial interés por sus características botánicas o por su desarrollo, siempre que sea viable.

Con el objetivo de reducir las posibles afecciones sobre la fauna, previo al inicio de las obras se realizará una inspección del área para tomar medidas como es la programación de las obras evitando actuaciones durante la época de cría, periodo reproductivo y migratorio o, si se detectan especies invernantes, evitar aquellas actuaciones que puedan ser más molestas durante las épocas reproductivas y post-reproductivas.

Como medida específica, debido a la presencia de especies catalogadas en peligro de extinción y vulnerables, se propone un control de la presencia de estas especies, tratando

de evitar las obras más importantes y más próximas al área de presencia de estas especies, especialmente en los meses correspondientes a su periodo reproductor.

En relación a la afección en la zona oriental donde las actuaciones impactan directamente a la Ciénaga es necesario mencionar que con motivo de la importancia y fragilidad de este ecosistema. Deberá ponerse especial atención a la hora de ejecutar las diferentes actuaciones, de forma que no se produzcan vertidos o acumulación de materiales de manera accidental sobre el mismo. Más concretamente, se tratará de no almacenar arenas o residuos que pudiesen ser arrastrados por el agua cerca de los drenajes que vierten sobre la Ciénaga, de esta manera, se evitará que puedan anegarse o incluso que se vierta exceso de sedimento a la misma, sepultando zonas con importancia ambiental.

Para finalizar, es necesario recalcar que todas aquellas actuaciones que figuran en el Plan Maestro de Desarrollo y que ya poseen normas establecidas por la Autoridad Ambiental Competente al respecto deberán cumplirse de forma escrupulosa con las prescripciones técnicas que las mismas han establecido.

#### Gestión Social

En este sentido, se cumplirá lo establecido en el Plan de Gestión Social del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez (Cartagena, Bolívar), elaborado por Aeronáutica Civil – AEROCIVIL.

#### Patrimonio Cultural

Si fuera necesario, durante la fase de construcción se realizará un seguimiento arqueológico de obras, mediante el control de movimientos de tierras puntuales, en aquellas zonas donde se alcancen profundidades mayores a un metro, con el fin de detectar cualquier posible hallazgo. En el caso que se localizara algún hallazgo, se paralizarán las obras en esa zona y se tomarán las medidas oportunas para la protección de los restos, siendo comunicadas con la máxima brevedad las administraciones competentes.

#### Paisaje

En cuanto a la minimización de las afecciones paisajísticas durante la ejecución de los proyectos, se debe asegurar, la restauración de todas las instalaciones necesarias para la ejecución de las obras (zonas de acopios, plantas de tratamiento de áridos, parque de maquinaria, etc.).

#### Monitoreo y Vigilancia Ambiental

Los proyectos, según proceda, incluirán un plan de monitoreo y vigilancia ambiental para verificar la ejecución de las medidas correctoras planteadas y asegurar su correcta aplicación y, en caso necesario, proponer medidas adicionales que corrijan posibles afecciones no previstas con anterioridad.

Además, tal y como se indicaba en la actualización del Plan de Manejo de 2005, los proyectos a realizar tendrán efectos directos sobre el ambiente y entorno circunvecino a las instalaciones aeroportuarias actuales. Dada la normatividad ambiental vigente, se considera necesario desarrollar Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para las obras que se desarrollen en la ejecución de tales proyectos, buscando disponer de acciones

preventivas y/o correctivas para las actividades pertinentes. A continuación se presenta una tabla del contenido típico para un EIA.

**Tabla 20.- Lineamientos para los Estudios Ambientales de las actuaciones de la infraestructura aeroportuaria.**

EIA Y PLAN DE MANEJO	
1.	Introducción
2.	Objetivos
3.	Antecedentes técnicos del proyecto
4.	Descripción del proyecto (Demanda Ambiental)
4.1	Infraestructura Aeroportuaria
4.2	Operación y pronósticos Aeronáuticos
4.3	Plan Maestro del Aeropuerto
4.4	Proyecto
4.4.1	Descripción del Proyecto
4.4.2	Proceso Constructivo
4.4.3	Cantidades de Obra
5.	Descripción del área de Proyecto (Oferta Ambiental)
5.1	Medio Físico
5.2	Medio Biótico
5.3	Medio Socio-económico
6.	Áreas de Influencia Ambiental
7.	Áreas de Importancia Ambiental
7.1	Áreas de manejo Ambiental
7.2	Áreas sensibles
7.3	Áreas críticas
8.	Evaluación Ambiental
8.1	Fundamentos de la Evaluación
8.2	Selección de indicadores
8.2.1	Desagregación del Proyecto
8.2.3	Desagregación Ambiental
8.3	Identificación de Impactos
8.4	Valoración de impactos
8.5	Selección de impactos críticos
8.6	Descripción de impactos seleccionados
8.6.1	Para la construcción de las actuaciones
8.6.2	Para la operación del Aeropuerto
8.6.3	Otros impactos indirectos y acumulativos
8.6.4	Efectos del Manejo y Control Ambiental sobre Impactos
9.	Plan de Manejo y Control Ambiental
9.1	Programa de obras y actividades de control
9.2	Programa de Monitoreo y Seguimiento
9.2.1	Programa de Monitoreo
9.2.2	Programa de Seguimiento
9.3	Plan de Gestión Social
9.3.1	Salubridad Ambiental y Pública
9.3.2	Ruido Operacional Aéreo
9.3.3	Acción Poblacional
9.3.4	Tratamiento de Viviendas
9.3.5	Tenencia de Propiedad
9.3.6	Usos comunitarios del suelo
9.4	Plan de contingencia
9.5	Costos Ambientales
9.6	Programación
9.7	Responsabilidades
9.8	Consideraciones finales
Bibliografía e Información autorizada	
Anexos	

Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

## 6. COSTOS ASOCIADOS A LAS ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES

### 6.1. Costos del Plan de Manejo Ambiental

A continuación se incluyen los costos estimados para la implementación de las principales recomendaciones de manejo y control ambiental, teniendo en cuenta que la mayoría de los costos derivados de la correcta ejecución de las medidas ambientales recaerá en el contratista de las obras asociadas a la ejecución de las distintas actividades propuestas en el Plan Maestro de Desarrollo.

Cabe mencionar que dado el carácter genérico de algunas de las propuestas, es difícil estimar costos concretos, para estas propuestas se establecen cantidades de inversión globales estimadas para ayudar en la toma de decisiones de los responsables de su ejecución.

**Tabla 21.- Costos asociados para las actuaciones ambientales (COPs)**

Actuación	COSTOS ASOCIADOS A LAS ACTUACIONES MEDIOAMBIENTALES			
	HORIZONTE I 7,5 MPax	HORIZONTE II 8,5 MPax	HORIZONTE III 9,5 MPax	HORIZONTE IV 11,5 MPax
Medidas Medioambientales	13.690.746.090,00	20.536.119.135,00	27.381.492.180,00	32.540.324.040,00

Fuente: Elaboración propia



## APÉNDICE I: CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El presente apéndice contiene el resultado de la modelación de la propagación de ruido generado por las aeronaves que operan en el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez para los horizontes de estudio del Plan Maestro de Desarrollo.

Se aplicó el modelo desarrollado por la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), con la colaboración de la corporación ATAC y el Departamento de Transporte de los Estados Unidos, el cual se denomina Integrated Noise Model – INM, el cual es utilizado y aprobado para la evaluación del impacto de los aeropuertos en su área de influencia.

Por medio de esta modelación se permiten proyectar escenarios particulares, en donde sólo intervienen las fuentes más importantes de generación de ruido, y de esta manera comparar los resultados obtenidos en la modelación con los valores monitoreados u obtenidos en las mediciones directas, brindando una mayor confiabilidad de los resultados obtenidos del análisis que se desprenda de los mismos.

Los factores ambientales tenidos en cuenta en la modelación, también juegan un papel importante dentro del análisis de las operaciones aéreas sobre el entorno de los aeropuertos y especialmente sobre las vecindades.

### 1. OBJETIVOS

La ejecución de la modelación de ruido ambiental para el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, de Cartagena, se llevó a cabo cumpliendo los siguientes objetivos:

- Predecir los niveles de ruido ambiental durante las horas diurnas (7:01 a 21:00) y nocturnas (21:01 a 7:00) en el área de estudio, y generadas por las operaciones aéreas definidas para los Horizontes: Horizonte 0 (5,1MPax), Horizonte I (7,5MPax), Horizonte II (8,5 MPax) y Horizonte III (9,5 MPax), en el aeropuerto Internacional Rafael Núñez.
- Verificar el cumplimiento de los resultados obtenidos con respecto a los límites establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, que define la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Identificar los puntos de mayor impacto y plantear las recomendaciones generales para su atenuación.

### 2. METODOLOGÍA

Para el cálculo de los niveles acústicos, se ha empleado la última versión disponible (7.0d), del modelo matemático INM (Integrated Noise Model) de la “Federal Aviation Administration” (FAA).

El modelo es ampliamente utilizado en Colombia y aprobado por los entes ambientales para la evaluación del impacto de los aeropuertos en sus vecindades.

Finalmente, se presentan las isófonas que corresponden a cada uno de los indicadores de ruido ambiental, con sus respectivos análisis.

También se debe tener presente que este software considera al periodo diurno de 15 horas y el nocturno de 9 horas, para calcular los siguientes indicadores: LDN, LQD y LQN.

La metodología del INM consiste, para un escenario de cálculo dado, en recoger, además de los datos referentes a la configuración física del Aeropuerto y su entorno, la información relativa a las operaciones de aterrizaje y despegue para el período de cálculo considerado, incluyendo la descripción del modelo de aeronave que realiza cada operación y las rutas de vuelo seguidas en las operaciones de despegue y aproximación al Aeropuerto, así como la dispersión sobre las mismas.

El proceso de cálculo del valor de los índices de medida seleccionados, se realiza de forma similar en todos los puntos de una malla de cálculo, definida previamente, que abarca el ámbito de simulación deseado. Los niveles de ruido generados por cada operación de sobrevuelo en cada punto de la malla se obtienen mediante integración de los resultados obtenidos para cada segmento de ruta con la aplicación de algoritmos en los que intervienen los datos de comportamiento acústico de cada aeronave, los perfiles de vuelo y las distancias de la aeronave al observador.

Dichos niveles se corrigen mediante algoritmos que reflejan la incidencia de la atenuación lateral. A partir de los valores corregidos se aplica la expresión del índice de exposición deseado (que puede incluir la consideración de factores de penalización para las operaciones realizadas en determinados períodos del día), obteniéndose el valor del mismo en los puntos de la malla de cálculo.

Los módulos de cálculo de INM se basan en documentos elaborados por la Society of Automotive Engineers (SAE) Aviation Noise Committee (A-21). Así mismo, los módulos de cálculo verifican otros documentos internacionales como el Documento N° 29 de la European Civil Aviation Conference (ECAC) o la Circular 205 de la International Aviation Organization (ICAO).

Las huellas sonoras o contornos de igual nivel de ruido (isófonas) obtenidas del modelo de simulación, constituyen el resultado gráfico fundamental del proceso de cálculo y pueden ser incorporados en mapas de compatibilidad de usos.

Estas isófonas se incorporan a un entorno GIS (Geographic Information System) en que se ha digitalizado anteriormente los usos del suelo existentes alrededor del Aeropuerto en el ámbito de estudio. Estas dos fuentes de información se cruzan de modo que se puedan localizar las áreas y lugares de interés en los que se superan los estándares máximos permisibles de ruido ambiental definidos en la legislación.

### 3. NORMA NACIONAL DE RUIDO AMBIENTAL

Con el fin de prevenir y controlar las molestias, las alteraciones y la pérdida auditiva ocasional en la población expuesta por los niveles de presión sonora, la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental” en su Artículo 17 normaliza los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB(A)), que se ilustran en la siguiente tabla, resaltando los sectores y subsectores según los tipos de suelo identificados alrededor del Aeropuerto y el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias.

Tabla 22.- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en dB(A)

SECTOR	SUBSECTOR	Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	A.1 Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
	B.1 Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.		
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	<b>B.2 Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.</b>	65	50
	B.3 Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
	<b>C.1 Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas</b>	75	70
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	C.2 Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	C.3 Zonas con usos permitidos de oficinas. Zonas con usos institucionales	65	50
	C.4 Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
	Sector D. Zona Suburbana o D.1 Residencial suburbana.	55	45

SECTOR	SUBSECTOR	Día	Noche
Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	D.2 Rural habitada destinada a explotación agropecuaria. D.3 Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Tabla 2. Resolución 627 de Abril de 2006.

### 3.1. Norma Aeropuertos

A continuación se cita la legislación aplicable para aeropuertos, obligatoria para la Aeronáutica Civil. En ella se establece el límite máximo permisible de ruido ambiental en la zona de influencia del Aeropuerto Internacional, que corresponde a 65 dB(A) de nivel sonoro promedio día-noche (LDN o LRAeq,dn), por encima del cual se debe hacer mitigación del ruido.

**Tabla 23.- Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental día – noche expresados en decibeles dB(A), Resoluciones 1330 y 1389 de 1995.**

Normatividad Aeropuertos	LDN =65 dB(A)	Resoluciones 1330 y 1389 de 1995 del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Fuente: Resolución 1330 de 1995 y Resolución 1389 de 1995 (MADS).

## 4. ESCENARIOS DE CÁLCULO

Los datos que definen un escenario, desde el punto de vista de la estimación de los niveles sonoros debido a operaciones aeroportuarias, pueden agruparse en cuatro grandes grupos:

- Configuración del Aeropuerto y utilización de las pistas en las operaciones de aterrizaje y despegue.
- Trayectorias de aterrizaje y despegue empleadas, así como las dispersiones respecto a la ruta nominal.
- Número de operaciones y composición de la flota.
- Variables climatológicas y modelización del terreno.

Son cuatro los escenarios de cálculo para la modelación de los niveles de ruido, cuya proyección de operaciones y ampliación de infraestructura se presenta a continuación:

- Escenario 1, Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias para este año de 146,42 o 6,1 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 2, Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 190,95 o 7,95 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 3, Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 230,81 o 9,62 operaciones en la hora (media móvil).
- Escenario 4, Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050): Se proyecta un número promedio de operaciones diarias de 253,38 o 10,55 operaciones en la hora (media móvil).

## 5. DATOS DE ENTRADA EN EL MODELO DE CÁLCULO

### 5.1. Configuración física del Aeropuerto

El campo de vuelos existente en la actualidad consta de una única pista, de orientación 01-19 de 2540 metros de longitud y 45 metros de anchura.

El aeropuerto tiene una clasificación OACI con número de clave 4 y letra D. Actualmente operan de manera habitual aeronaves de tipo E (A-330). En la tabla siguiente, se presentan las características del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez.

**Tabla 24.- Características Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de la Ciudad de Cartagena)**

CARACTERÍSTICAS AEROPUERTO RAFAEL NÚÑEZ - CARTAGENA DE INDIAS	
Código	IATA: CTG - OACI: SKCG
Administración	Sociedad Aeroportuaria de la Costa (SACSA)
Sirve a	Cartagena de Indias, Colombia.
Coordenadas Geográficas	10°26'31,35 N - 75°30'46,00 W
Elevación	1,8 msnm
Temperatura de referencia	32°C

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

La definición de la pista se ha realizado en función de las coordenadas y altitud de cada uno de los umbrales publicados en el documento Publicación de Información Aeronáutica (AIP), correspondiente al Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, las cuales se especifican en la siguiente tabla.

**Tabla 25.- Características físicas básicas de la pista, Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de la Ciudad de Cartagena.**

Pista	Dimensiones (m)	Elevación (msnm)	Franja	Tipo de superficie
01	2.540 * 45	1,5	2.660*150	Asfalto 65/F/B/X/U
19	2.540 * 45	1,5	2.660*150	Asfalto 65/F/B/X/U

Fuente: AIP Colombia. SKCG – Cartagena Rafael Núñez (16-Octubre-2014)

## 5.2. Utilización de las pistas en operaciones de aterrizaje y despegue

Se consideró como escenario habitual representativo de los escenarios futuros a modelar, el periodo del año correspondiente al 2015, para lo cual se utilizó el registro diario de 119,5 operaciones aéreas (4,98 en la hora), suministrado por el operador SACSA S.A:

Tabla 26.- Registro diario de operaciones aéreas en el Aeropuerto Rafael Núñez para el año 2015.

Pista	Cabecera	Salidas	%	Llegadas	%	S+LL	%
1	01	52,437	43,88%	56,116	46,95%	108,553	90,83%
	19	6,569	5,42%	4,08	3,41%	10,947	9,16%
Totales		60,287	50 %	60,196	49,96%	119,5	100,0%

Fuente: SACSA

A partir de los registros de operaciones aéreas considerados para la situación actual, se estableció que la cabecera 01 entre salidas y llegadas recibió el 90,83% de las operaciones, mientras que la cabecera 19 recibió el 9,16% de las operaciones.

Con base en lo anterior, se establece que para el cálculo de las isófonas se ha utilizado como porcentaje de utilización de cabeceras el siguiente reparto, para la situación prevista a futuro:

- Cabecera 01: 90% de las operaciones.
- Cabecera 19: 10% de las operaciones.

## 5.3. Trayectorias de aterrizaje y despegue

Para la modelación de los escenarios futuros, se parte de la base del escenario actual de operación del aeropuerto relativa a las trayectorias de despegue y aterrizaje definidas en el AIP del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez. Se ha tomado como criterio para la definición de las rutas tanto de despegue como de aterrizaje, que sean en línea con la pista ya que son tramos iniciales de despegue y finales de aproximación, los que más influyen en el cálculo del ruido, verifican esta configuración.

No existen modificaciones previstas en las trayectorias para el horizonte de cálculo de Desarrollo Propuesto, considerado con respecto a la situación actual.

El aeropuerto Rafael Núñez utiliza las siguientes rutas de aproximación y despegue:

- Cabecera 01: Una ruta de aproximación (AT01) y una (1) ruta de despegue (DT01).
- Cabecera 19: Una (1) ruta de aproximación (AT02) y una (1) ruta de despegue (DT02).

La distribución de operaciones entre cada una de las rutas definidas fue realizada de acuerdo con las rutas y los horarios realmente utilizados en la operación del aeropuerto durante el lapso del 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2015.

Cada ruta corresponde a una línea recta que se inicia en una cabecera (para despegues) o llega a una cabecera (para aterrizajes). Así, por ejemplo, la ruta DT01 corresponde a las operaciones de despegue, que se inician o llevan a cabo por la cabecera 01 y la ruta AT01 corresponde a las operaciones de aproximación o aterrizaje que tocan la cabecera 01, terminan en la cabecera 19 y así sucesivamente.

El esquema de operación simulado en este estudio presenta las siguientes características principales:

### Despegues

- La cabecera más utilizada para los despegues fue la 01, hacia el N, sobre el mar (43,88% de las operaciones totales).

### Aterrizajes

- La cabecera más utilizada para los aterrizajes fue la 01, desde el S, sobre zona urbana (46,95 % de las operaciones totales).

### Número de Operaciones y composición de flota.

El número de operaciones para los diferentes escenarios de análisis se presenta a continuación:

- Escenario 1. Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020). Para el área de maniobra y el área de plataforma no se requieren ampliaciones, se proyecta un número promedio de operaciones para este año de 146,42 o 6,1 operaciones en la hora con la misma infraestructura.
- Escenario 2. Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030). Se proyecta un número promedio de operaciones para este año de 190,95 o 7,95 operaciones en la hora, con la infraestructura y configuración propuesta para este Horizonte en el Desarrollo Propuesto Capítulo 6 del presente Plan Maestro.
- Escenario 3. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040). Se proyecta un número promedio de operaciones para este año de 230,81 o 9,62 operaciones en la hora, con la infraestructura y configuración propuesta para este Horizonte en el Desarrollo Propuesto Capítulo 6 del presente Plan Maestro.
- Escenario 4. Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050). Se proyecta un número promedio de operaciones para este año de 253,38 o 10,55 operaciones en la hora, con la infraestructura y configuración propuesta para este Horizonte en el Desarrollo Propuesto Capítulo 6 del presente Plan Maestro.

Para relacionar la composición de la flota que operó durante el año en el aeropuerto Internacional Rafael Núñez, se utilizó como referencia el siguiente documento: DOC 8643 - Aircraft Type Designators, actualizado el 14 de abril de 2014, y la base de datos ANP (The Aircraft Noise and Performance (ANP) Database: An international data resource for aircraft noise modellers).

Tabla 27.- Descripción de aeronaves ingresadas al software INM.

ACFT_ID	Description	Engine Type	Number of Engines	Weight Class	Noise Chapter
A319-131	Airbus A319-131/V2522-A5	Jet	2	Large	3
737700	Boeing 737-700/CFM56-7B24	Jet	2	Large	3
DHC830	Bombardier de Havilland DASH 8-300/PW123	Turboprop	2	Large	3
A320-232	Airbus A320-232/V2527-A5	Jet	2	Large	3
PA42	Piper PA-42 / PT6A-41	Turboprop	2	Small	3
PA28	Piper Warrior PA-28-161/O-320-D3G	Piston	1	Small	0
CNA20T	Cessna T206H/Lycoming TIO-540-AJ1A	Piston	1	Small	0
PA31	Piper Navajo Chieftain PA-31-350/TIO-5	Piston	2	Small	0
CNA182	Cessna 182H / Continental O-470-R	Piston	1	Small	2
EMB14L	Embraer 145 LR / Allison AE3007A1	Jet	2	Large	3
CNA208	Cessna 208 / PT6A-114	Turboprop	1	Small	3
CNA525C	Cessna Citation CJ4 525C /FJ44-4A	Jet	2	Small	4
GV	Gulfstream GV/BR 710	Jet	2	Large	3
CL601	Canadair CL-601/CF34-3A	Jet	2	Large	3
737800	Boeing 737-800/CFM56-7B26	Jet	2	Large	3
777200	Boeing 777-200/GE90-76B	Jet	2	Heavy	3
D0328	Dornier 328-100 / PW119C	Turboprop	2	Large	3
757300	Boeing 757-300/RB211-535E4B	Jet	2	Large	3
DC3	Douglas DC-3/R1820-86	Piston	2	Large	0
DHC7	De Havilland DASH 7/PT6A-50	Turboprop	4	Large	3
LEAR35	Learjet 36/TFE731-2	Jet	2	Large	3
A310-304	Airbus A310-304/GE CF6-80C2A2	Jet	2	Heavy	3
BEC58P	Raytheon BARON 58P/TS10-520-L	Piston	2	Small	0
F10065	Fokker 100/TAY 650-15	Jet	2	Large	3
727EM2	FEDX 727-200/JT8D-15	Jet	3	Large	3



ACFT_ID	Description	Engine Type	Number of Engines	Weight Class	Noise Chapter
CNA750	Cessna Citation X/Rolls Royce Allison AE3007C	Jet	2	Large	3
CNA441	Cessna CONQUEST II /TPE331-8	Turboprop	2	Small	0
737400	Boeing 737-400/CFM56-3C-1	Jet	2	Large	3
CRJ9-LR	Bombardier CL-600-2D15/CL-600-2D24/CF34-8C5	Jet	2	Large	3
DHC8	Bombardier de Havilland DASH 8-100/PW121	Turboprop	2	Large	3
PA30	Piper Twin Comanche PA-30/IO-320-B1A	Piston	2	Small	0

Nota: Las aeronaves pequeñas o livianas son aquellas que corresponden a capítulo de ruido 0, 1 y 2.

Es importante anotar que las aeronaves que operan en el aeropuerto, están contabilizadas por sus equivalentes en relación al perfil de ruido que emiten, dentro de lo cual se tiene en cuenta la clase y número de motores, tamaño y otras características.

### Rutas de vuelo

Se ajustaron las rutas de vuelo en dos dimensiones (x,y) para operaciones de despegue y aterrizaje, con la pista en operación, con base en la información suministrada por la División de Operaciones Aéreas de la Aeronáutica Civil. Estas rutas fueron ingresadas al INM según el método de Vector – Type Track (V-Tracks).

La tercera dimensión (altura sobre el suelo) y los demás elementos de la ruta de vuelo (velocidad, potencia) se asumieron de la base de datos del INM para cada avión. La distribución de las operaciones aéreas entre las diferentes rutas de vuelo, tanto para aterrizajes como para despegues, se realizó con base en las estadísticas mencionadas de la Aerocivil.

Dado que no hay registros de los perfiles de vuelo utilizados, se determinó utilizar para cada tipo de aeronave, aquellos que pudieran producir los mayores niveles de ruido.

Los perfiles de vuelos que se tuvieron en cuenta para cada uno de los procedimientos (Rutas aéreas) modelados, según cada aeronave, fueron estándares. En la siguiente se presentan cada uno de los perfiles utilizados en las modelaciones según tipo de aeronave y operación realizada. Los perfiles de vuelo estándares son diferentes según cada aeronave.

Tabla 28.- Perfiles de vuelo por aeronave utilizados para realizar las simulaciones

ACFT_ID	OP_TYPE	PROF_ID1	PROF_ID2
737400	A	STANDARD	1
737700	A	STANDARD	1
757300	A	STANDARD	1
777200	A	STANDARD	1
A319-131	A	STANDARD	1
A320-232	A	STANDARD	1

ACFT_ID	OP_TYPE	PROF_ID1	PROF_ID2
BEC58P	A	STANDARD	1
CL601	A	STANDARD	1
CNA182	A	STANDARD	1
CNA208	A	STANDARD	1
CNA20T	A	STANDARD	1
CNA441	A	STANDARD	1
CNA525C	A	STANDARD	1
CNA750	A	STANDARD	1
CRJ9-LR	A	STANDARD	1
DC3	A	STANDARD	1
DHC7	A	STANDARD	1
DHC8	A	STANDARD	1
DHC830	A	STANDARD	1
DO328	A	STANDARD	1
EMB14L	A	STANDARD	1
F10065	A	STANDARD	1
GV	A	STANDARD	1
LEAR35	A	STANDARD	1
PA28	A	STANDARD	1
PA30	A	STANDARD	1
PA31	A	STANDARD	1
PA42	A	STANDARD	1
727EM2	A	STANDARD	1
A319-131	D	STANDARD	1
A320-232	D	STANDARD	1
CNA182	D	STANDARD	1
CNA208	D	STANDARD	1
CNA20T	D	STANDARD	1
DHC830	D	STANDARD	1
EMB14L	D	STANDARD	1
PA28	D	STANDARD	1
PA31	D	STANDARD	1
PA42	D	STANDARD	1
727EM2	D	STANDARD	1
737400	D	STANDARD	1
737700	D	STANDARD	1
757300	D	STANDARD	1
777200	D	STANDARD	1
BEC58P	D	STANDARD	1
CL601	D	STANDARD	1
CNA441	D	STANDARD	1
CNA525C	D	STANDARD	1
CNA750	D	STANDARD	1
CRJ9-LR	D	STANDARD	1
DC3	D	STANDARD	1
DHC7	D	STANDARD	1
DHC8	D	STANDARD	1
DO328	D	STANDARD	1
F10065	D	STANDARD	1
GV	D	STANDARD	1
LEAR35	D	STANDARD	1
PA30	D	STANDARD	1

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- ACFT\_ID: Código de la aeronave según la base de dato ANP (The Aircraft Noise and Performance (ANP) Database: An international data resource for aircraft noise modellers).

- OD\_TYPE: <<tipo de operación: A (Aproximación) y D (Decolaje)>>.
- PROF\_ID1: Perfiles de vuelo. STANDARD
- PROF\_ID2: Stage de las aeronaves, lo cual está directamente relacionado con el máximo empuje de despegue de las aeronaves.

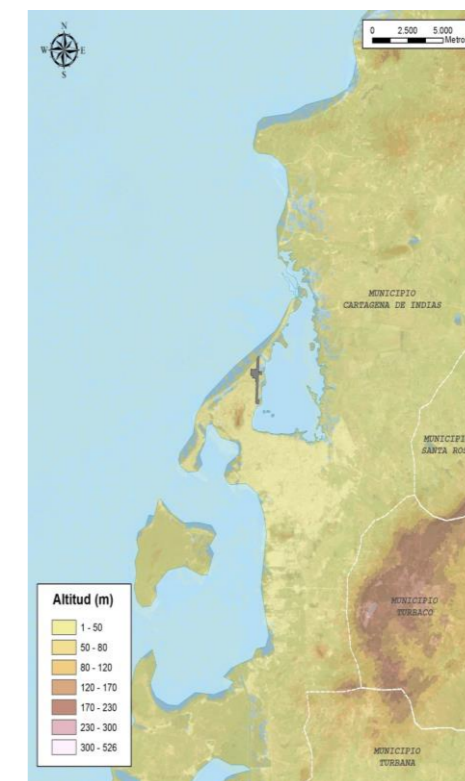
### Modelo digital del terreno

El programa de simulación INM tiene la posibilidad de incorporar los datos altimétricos disponibles del terreno que se estudia, con el fin de considerar su efecto sobre los demás parámetros de la simulación.

El modelo utiliza esta información para determinar la distancia entre el observador y la aeronave, pero no considera las diferentes características acústicas derivadas de los usos del suelo presentes en el entorno del receptor, ni tampoco la existencia de obstáculos en el medio transmisor.

Se han tomado como base archivos .hgt, correspondientes a las coordenadas geográficas del ámbito de estudio proporcionados por el servidor web de la NASA6. Estos archivos han sido convertidos al formato de terreno aceptado por el programa.

Ilustración 26 Imagen del modelo digital del terreno del Aeropuerto Internacional de Rafael Núñez.



Fuente: Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias (Enero 2015)

### Climatología

Se han considerado los siguientes valores de temperatura para los escenarios de modelación de ruido:

Según el análisis climatológico se toma una máxima media de 29,9°C para el horario diurno y media de 25,5°C en horario nocturno, considerando los datos del periodo 2011 – 2013.

La presión atmosférica en la zona es 760 mm de Hg, por la ubicación del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez al nivel del mar.

### Medidas de ruido utilizadas

Dado que se trata de atender los requerimientos de las autoridades ambientales en relación con la definición de las áreas con niveles de ruido que puedan afectar la tranquilidad de las personas, se adoptó la Resolución 627 del 07 de abril de 2006, expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual se basa en la delimitación de las áreas con niveles superiores a 55 dB LAEQ (Nivel sonoro continuo equivalente, ponderación A) Diurno (0701-2100) horas y 50 dB LAEQ (Nivel sonoro continuo equivalente, ponderación A) Nocturno (2101-0700) horas, para lo cual se utilizaron las siguientes parámetros de modelación:

- Tipo de corrida del modelo: Multi – paramétrica: LAEQ diurno y LAEQ nocturno.
- Tipo de corrida del modelo: Simple - parámetro: LDN.

Adicionalmente se modela la métrica LDN (Nivel DIA – Noche, ponderación A), con el propósito de comparación con modelaciones anteriores:

Identificador de las medidas:

- LAEQD (Nivel sonoro continuo equivalente, ponderación A) Diurno (0701-2100) horas
- LAEQN (Nivel sonoro continuo equivalente, ponderación A) Nocturno (2101-0700) horas
- Factores de ponderación: Día = 1, Noche = 1
- Constante de tiempo de promedio: Día = 14 horas, Noche = 10 horas
- LDN (Nivel DIA – Noche, ponderación A), el periodo nocturno (2100-0700) se incrementa en 10 dB.

Forma de presentación de resultados:

- Curvas de contorno.
- Nivel de refinamiento: 6
- Tolerancia: 1.00
- Nivel mínimo (curva mínima): 50 dB
- Nivel máximo: 85 dB

El comportamiento de cada uno de estos parámetros de medición del ruido para cada uno de los escenarios estudiados, se muestran en los planos anexos, los cuales son generados por el modelo e importados a versión CAD y ARGIS.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MODELACIÓN

A continuación se muestran las isofonas o huellas de ruido resultantes de la simulación con el modelo INM obtenidas para los diferentes escenarios de análisis.

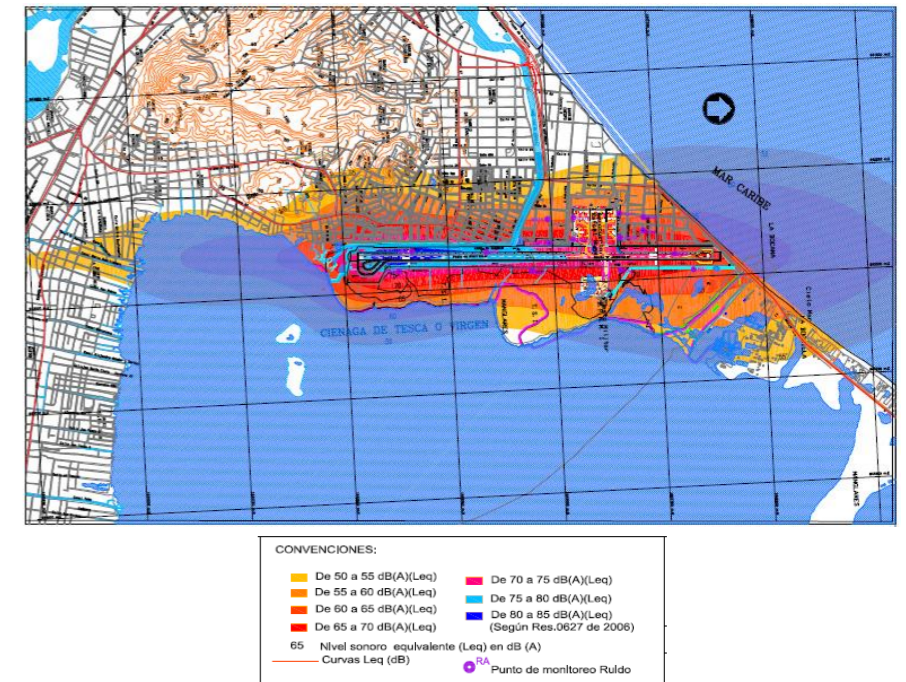
Se muestran los resultados agrupados cada 5 dB para los cinco escenarios de operación: caso base o escenario actual año 2015, Horizonte 0: 5,1 Mpax (año 2020) o 6,1 operaciones en la hora, Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030) o 7,95 operaciones en la hora, Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040) o 9,62 operaciones en la hora y Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050) o 10,55 operaciones en la hora. Los escenarios de simulación se presentan por separado para el día (LQD), para la noche (LQN) y nivel sonoro promedio día-noche (LDN - el periodo nocturno (2100-0700) se incrementa en 10 dB), siendo este último el más importante en el análisis ya que, según lo establece las Resoluciones 1330 y 1389 de 1995 del Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible, por encima del valor de referencia de 65 dB LDN se debe hacer mitigación del ruido.

De acuerdo con el uso del suelo y la clasificación establecida en la Resolución 627 de 2006, la sectorización del área de influencia del Aeropuerto Internacional Rafael Núñez, al igual que los valores de referencia diurno y nocturno corresponde a: Subsector C1: Zonas portuarias (75 y 70 dB) y Subsector B1: Zonas residenciales (65 y 50 dB).

### 6.1. Caso Base – Escenario Actual (2015)

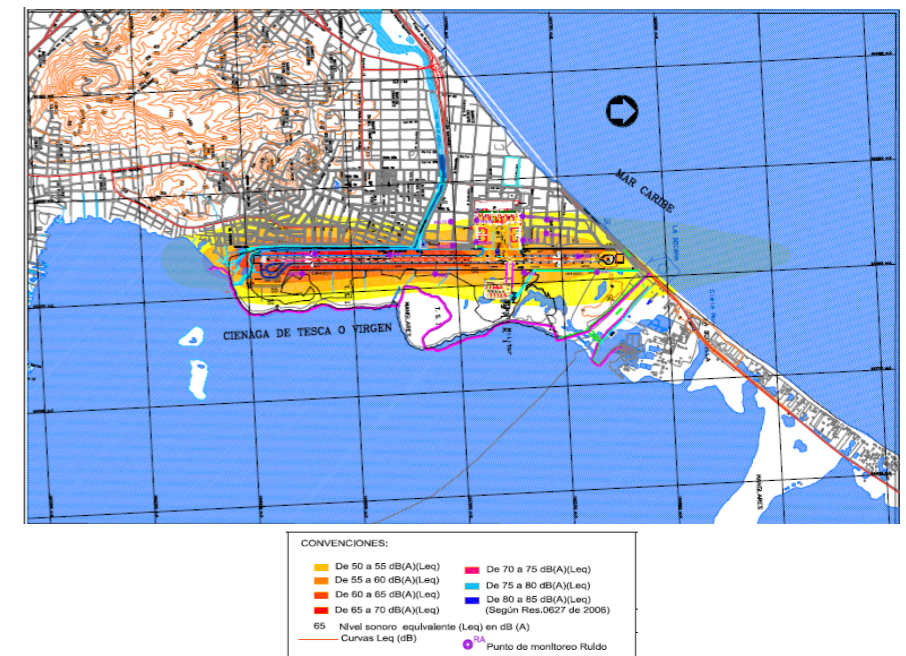
Las siguientes figuras muestran las huellas de ruido generadas por la operación de aeronaves para el caso base o condición actual de operación, año 2015.

Ilustración 27 Huella de ruido en horario diurno. Caso base 2015



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

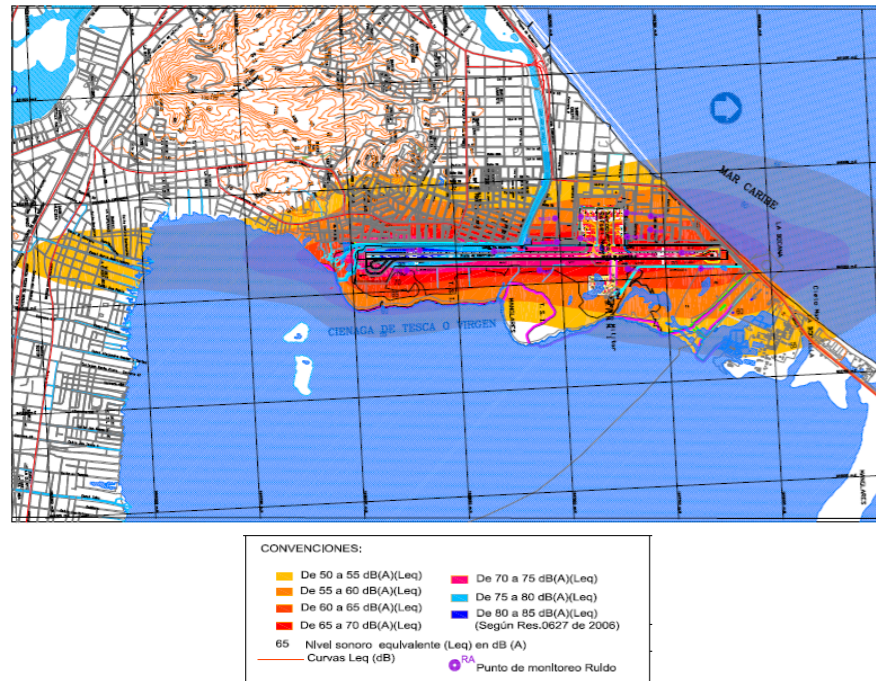
Ilustración 28 Huella de ruido en horario nocturno. Caso base 2015



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales



Ilustración 29 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Caso base 2015



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

En las figuras anteriores se observa que la operación de las aeronaves muestra una mayor afectación por ruido en horario diurno que en horario nocturno. El límite máximo permisible en horario diurno de 75,0 dBA y valores superiores se presentan en un alto porcentaje en la cabecera 01 de la pista y de manera longitudinal a la misma, mientras que en la cabecera 19 el valor máximo es de 60,0 dBA, sin presentarse una afectación importante sobre las zonas residenciales. En las zonas residenciales los valores obtenidos se encuentran entre 65 dB y 70 dB, incumpliendo en algunos sectores muy cercanos a la pista con el valor de referencia de 65 dB.

En horario nocturno se cumple con la norma de 70dB cuyo valor se presentan principalmente al interior de la pista. En las zonas residenciales cuyo valor normativo es de 50 dB, se observa el incumplimiento de la norma especialmente en aquellos sectores localizados muy cerca de la pista y de manera longitudinal por el costado occidental de la misma. Estos barrios son el barrio Militar, barrio 7 de agosto y barrio San Francisco, principalmente.

En relación con la huella de ruido para el modelo integrado diurno – nocturno, se observa que el valor de referencia de 65 dB presenta su área de afectación hacia una franja de los barrios localizados al occidente de la pista. Estos barrios son el barrio Militar, barrio 7 de agosto y barrio San Francisco. El área de afectación de la huella de ruido de 65 dB es de 63,05 has como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 29.- Áreas de afectación (has) para el modelo integrado LDN para el año 2015

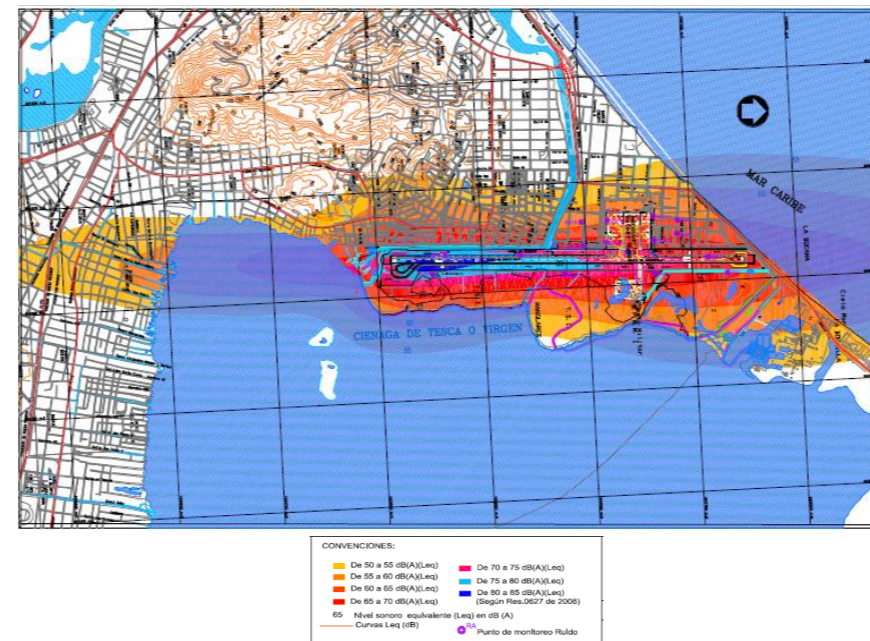
Escenario base -Año 2015	
Valor DB	Área (ha)
85	3,64
80	9,13
75	29,47
70	39,54
65	63,05
60	152,38
55	306,82

Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

### 6.2. Horizonte 0: 5,1 MPax

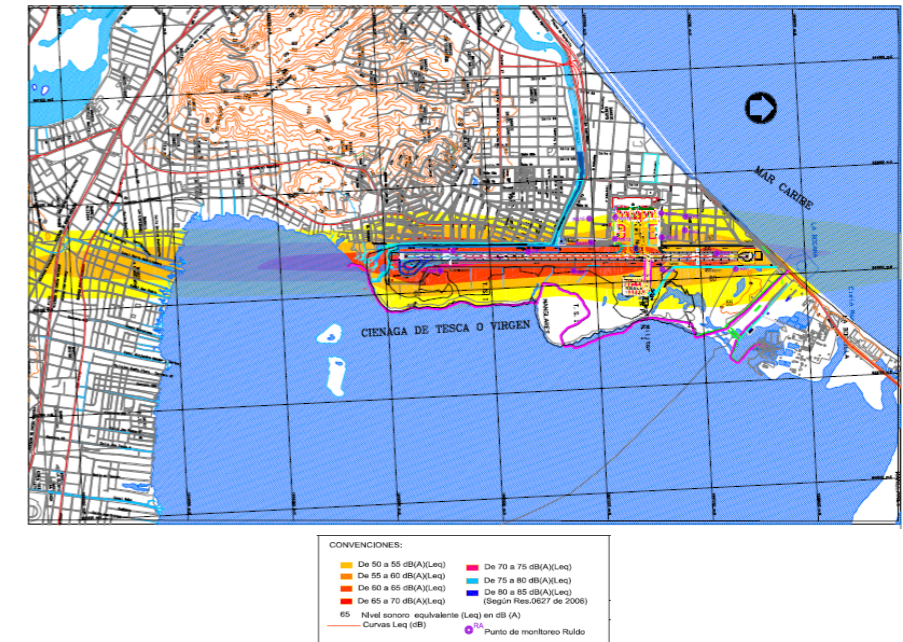
Se muestran a continuación las huellas de ruido generadas por la operación de aeronaves para el horizonte de operación, Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020).

Ilustración 30 Huella de ruido en horario diurno. Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020)



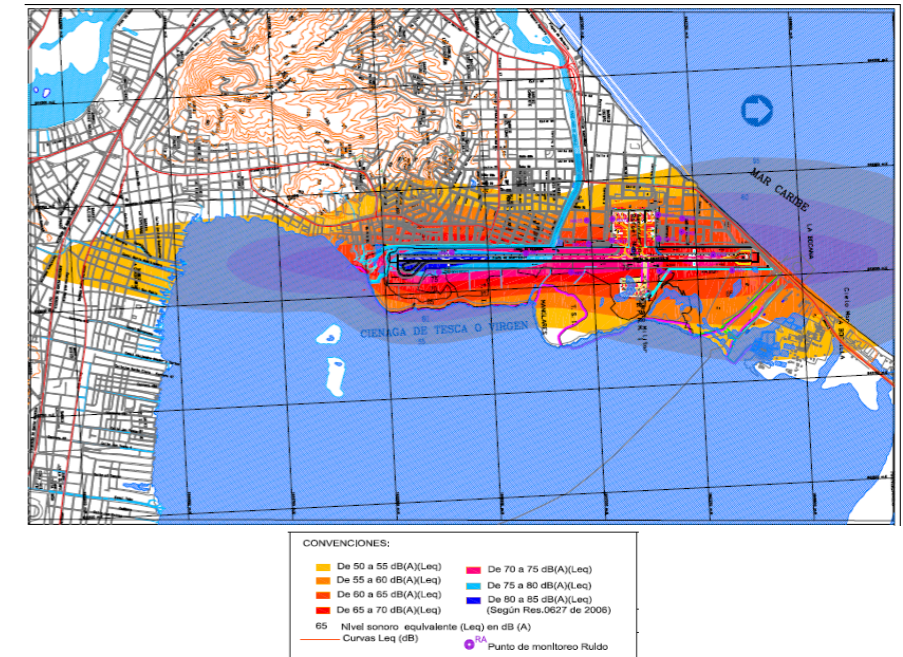
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 31 Huella de ruido en horario nocturno. Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 32 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Para la operación de las aeronaves con un horizonte de 5,1 MPax al año (2020) se observa el límite máximo permisible en horario diurno de 75,0 dBA se mantienen dentro de la cabecera 01 de la pista y de manera longitudinal a la misma. En la cabecera 19 el valor máximo es de 70,0 dBA. En las zonas residenciales, la huella obtenida para 65 dB alcanza los barrios en una franja superior a la obtenida en el escenario anterior, muy cercana a la pista incumpliendo con la norma de referencia de 65 dB establecido para zona residencial.

Para este escenario, en horario nocturno se cumple igualmente con la norma de 70dB cuyo valor se presentan principalmente al interior de la pista y hacia la cabecera 19. En las zonas residenciales se incumple con el valor nocturno de referencia de 50 dB en los barrios localizados al occidente del aeropuerto.

La huella de ruido para el modelo integrado diurno – nocturno, aumenta su área de afectación del valor de referencia de 65 dB cubriendo una mayor cantidad de manzanas de los barrios localizados al occidente de la pista e incrementando el área de afectación del barrio Militar. El área de afectación de la huella de ruido de 65 dB para este escenario es de 102,98 has. Esta área supera en 40 has la obtenida para el escenario 2015, que representa un incremento del 38,8%.

Tabla 30.- Áreas de afectación (has) para el modelo integrado LDN para el Horizonte 0: 5,1 MPax (año 2020)

Horizonte 0: 5,1 MPax -Año 2020	
Valor DB	Área (ha)
85	5,37
80	9,76
75	25,46
70	43,69
65	102,98
60	160,95
55	299,47

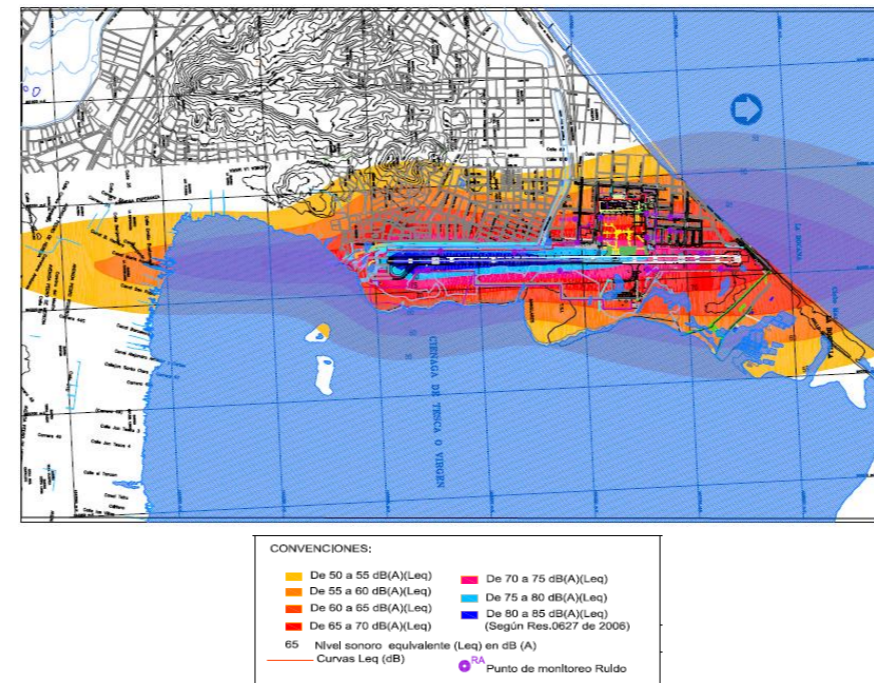
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

### 6.3. Horizonte I: 7,5 MPax

Escenario 2, Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030) sin control en la emisión y con control en la emisión asumiendo reducción progresiva de las emisiones de ruido (5%) por avance tecnológico en las aeronaves y medidas operativas para la reducción del ruido.

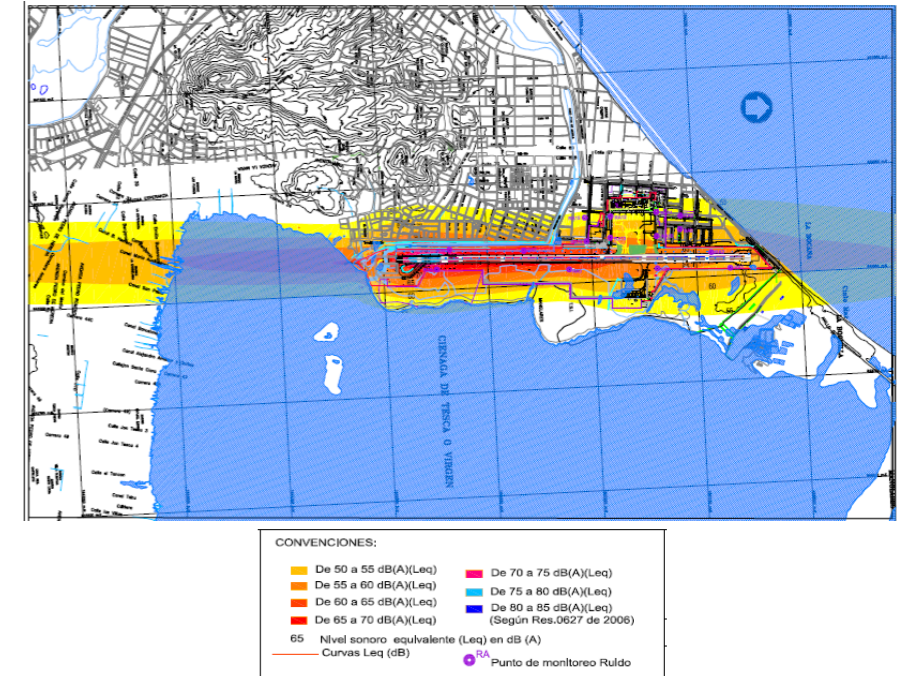
Las siguientes figuras muestran las huellas de ruido generadas por la operación de aeronaves para el horizonte de operación Horizonte I: 7,5 MPax ( año 2030).

Ilustración 33 Huella de ruido en horario diurno. Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030)



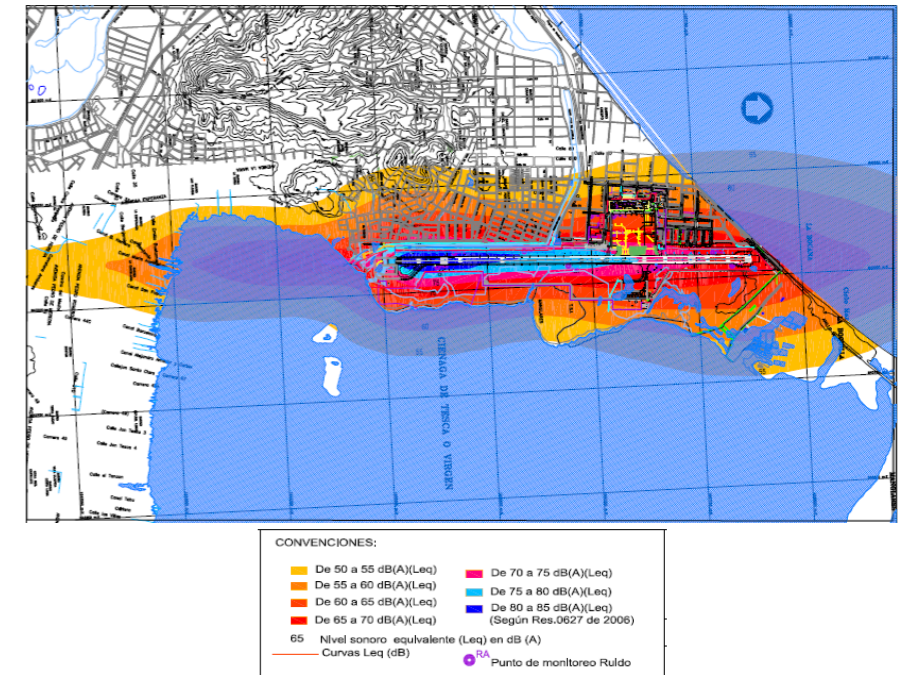
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 34 Huella de ruido en horario nocturno. Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

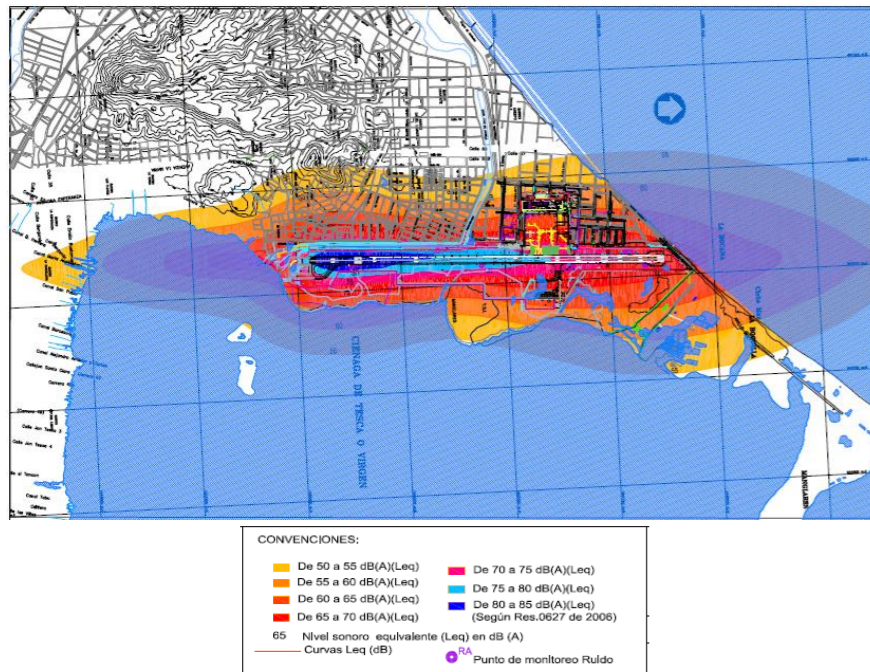
Ilustración 35 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030). Sin control



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales



Ilustración 36 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030). Con control



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

El análisis de la huella de ruido por la operación de las aeronaves con un horizonte al año 2030 muestran que el valor permisible en horario diurno de 75,0 dBA es superado y valores de la huella de ruido con valores de 80 dB se aproximan a los barrios localizados al frente de la cabecera 19 de la pista. El valor de 75 dB afecta algunas manzanas de los barrios San Francisco y 7 de Agosto que se encuentran muy cerca de la pista.

La huella obtenida para 65 dB alcanza la mayoría de los barrios vecinos en una franja superior a la obtenida en el escenario del año 2020, incumpliendo con la norma de referencia de 65 dB establecido para zona residencial.

En horario nocturno se incumple con la norma de 70dB, ya que esta huella de ruido sobrepasa la pista y se observa hacia las vecindades de los barrios localizados muy cerca de la cabecera 19 que es la más utilizada en las operaciones. En las zonas residenciales los valores de ruido obtenidos están entre 60 y 55 dB que incumple con el valor nocturno de referencia de 50 dB.

Los resultados del modelo integrado diurno – nocturno para este escenario indican una mayor afectación de la huella de ruido de 65 dB llegando hacia una franja mayor de todo el sector occidental del aeropuerto. El área de afectación es de 121,36 has como lo muestra la Tabla 7 29.

Al simular este mismo escenario asumiendo una reducción teórica del 5% de los niveles de emisión de ruido de las aeronaves por el avance tecnológico en las aeronaves y

medidas operativas para la reducción del ruido, se lograría una disminución de la huella de afectación del 9,4%. Lo anterior indica una reducción de 11,37 has.

Tabla 31.- Áreas de afectación (has) para el modelo integrado LDN para el Horizonte I: 7,5 MPax (año 2030)

Horizonte I: 7,5 MPax -Año 2030			
Sin control		Con control	
Valor DB	Área (ha)	Valor DB	Área (ha)
85	8,70	85	8,70
80	18,34	80	18,34
75	32,14	75	32,14
70	70,20	70	66,42
65	121,36	65	109,99
60	212,35	60	196,60
55	296,64	55	269,89

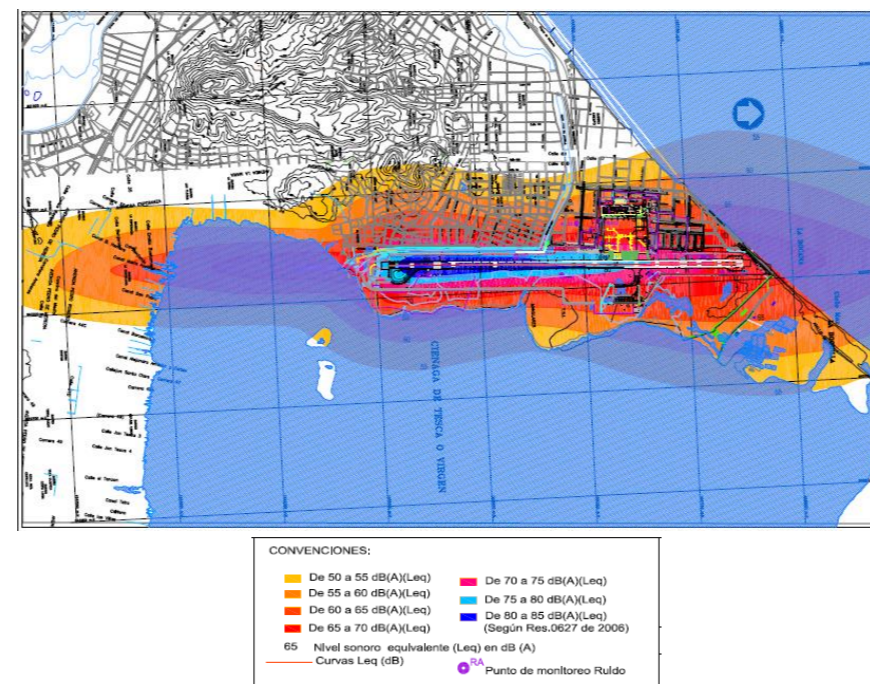
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

#### 6.4. Horizonte II: 8,5 MPax

Escenario 3, Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040) sin control en la emisión y con control en la emisión asumiendo reducción progresiva de las emisiones de ruido (10%) por avance tecnológico en las aeronaves y medidas operativas para la reducción del ruido.

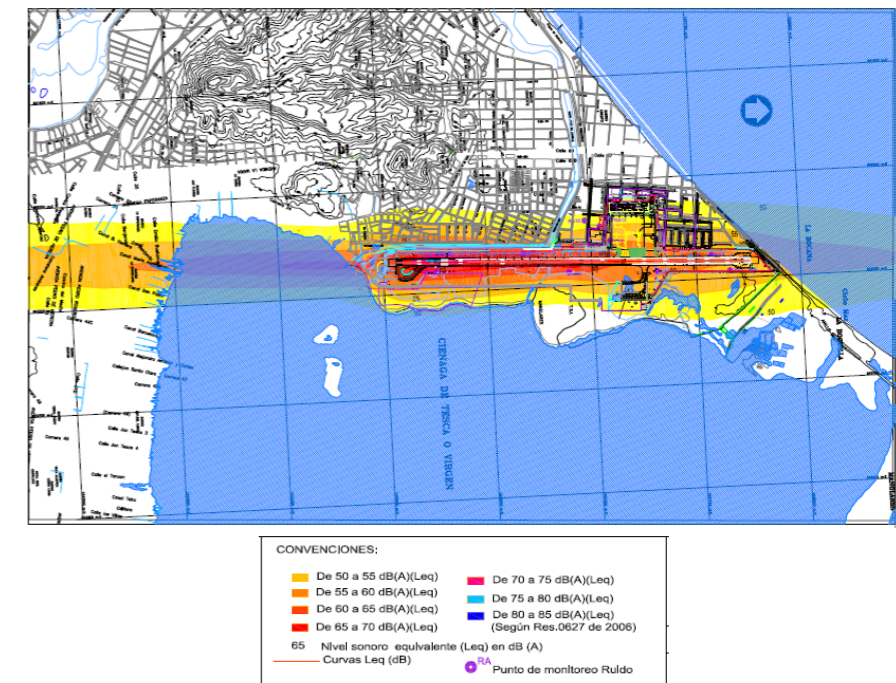
Las siguientes figuras muestran las huellas de ruido generadas por la operación de aeronaves para el horizonte de operación, Horizonte II: 8,5 MPax ( año 2040).

Ilustración 37 Huella de ruido en horario diurno. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040)



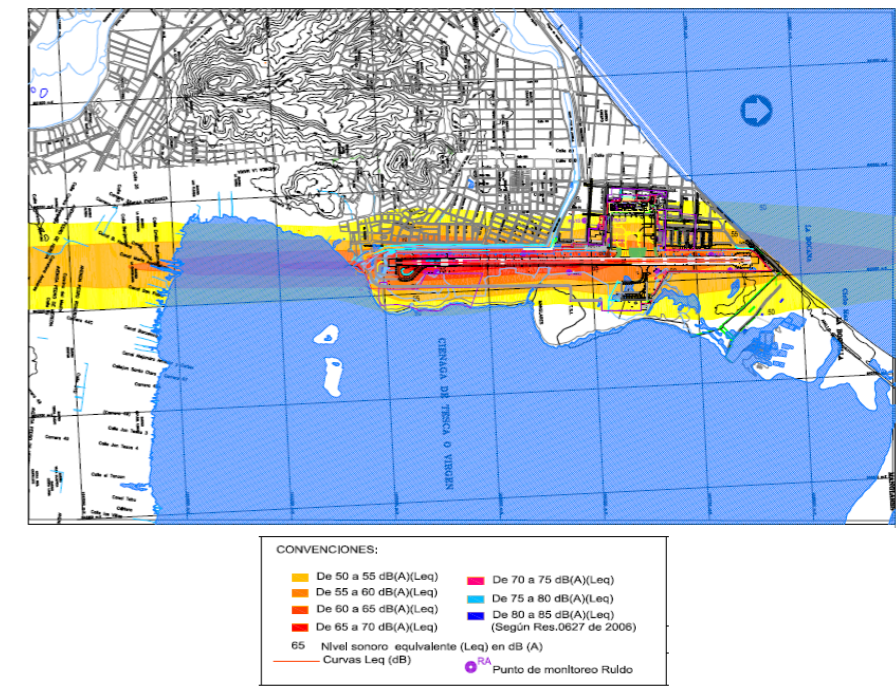
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 38 Huella de ruido en horario nocturno. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 39 Huella de ruido en horario nocturno. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales



Ilustración 40 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040). Sin control

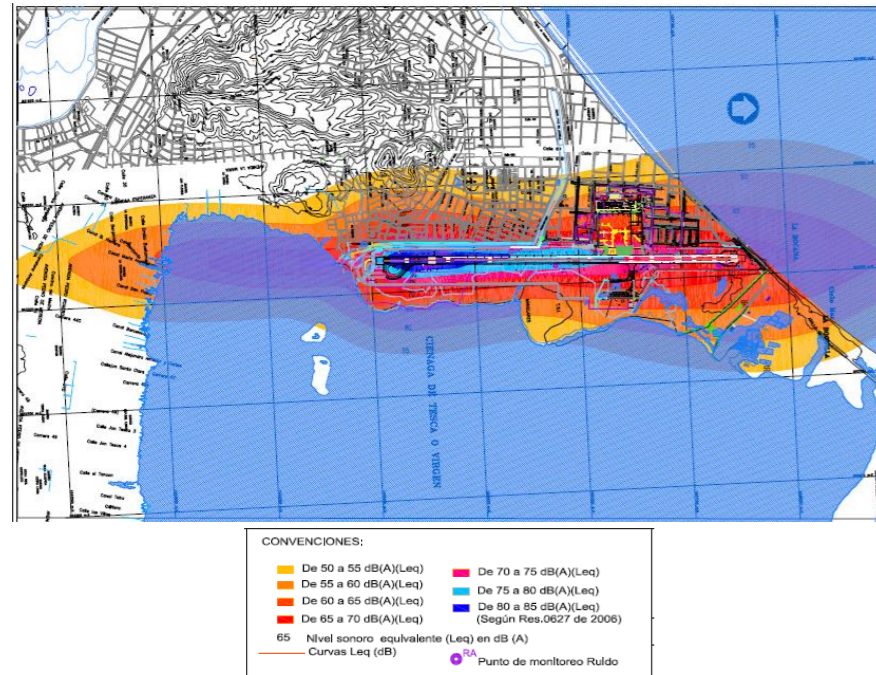
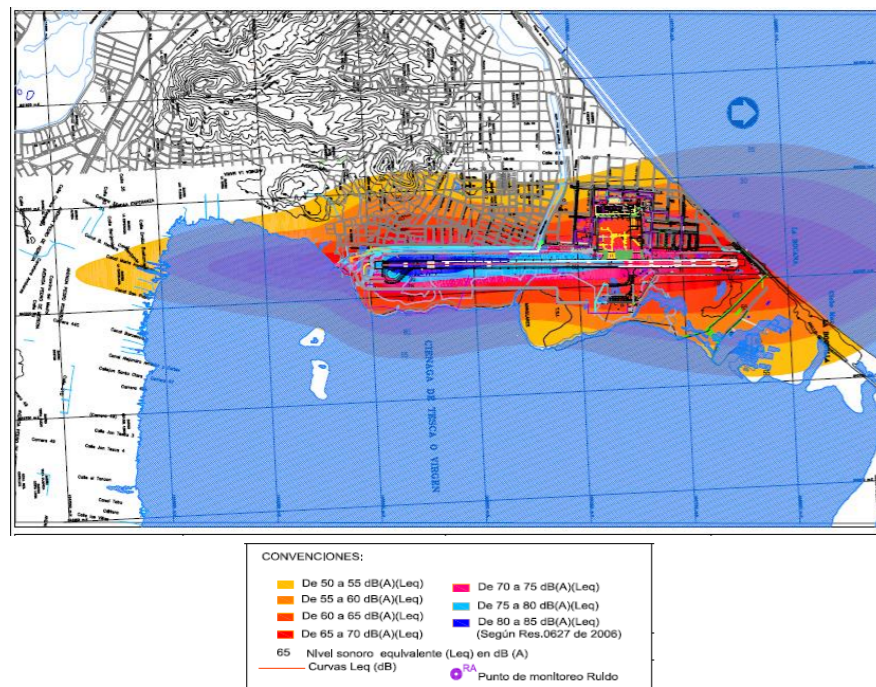


Ilustración 41 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040). Con control



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

La huella de ruido por la operación de las aeronaves con un horizonte de 8,5 MPax al año (2040) muestra una mayor afectación con registros de 75 dB en los barrios localizados al oriente de la pista sobre la cabecera 19. Los barrios afectados son San Francisco y 7 de agosto. Valores de 75 dB también alcanzan a cubrir la plataforma. La cabecera 19 reporta una huella de ruido superior a 75 dB con valores de 80 dB y 85 dB.

Para los 65 dB, aplicable a zonas residenciales, se evidencia una afectación mayor sobre una franja más amplia de los barrios con el incumplimiento de la norma de referencia en una franja superior a la obtenida en el escenario del Horizonte I: 7,5 MPax (2030). En algunos sectores de estos barrios ubicados al occidente de la pista se observa la afectación localizada con valores de 70 dB. Para este caso se observa que la huella de ruido para 65 dB se desplaza hasta el barrio la Candelaria localizado al sur al otro lado de la ciénaga.

En horario nocturno, en las zonas residenciales del occidente de la pista y algunas zonas residenciales del sur del aeropuerto al otro lado de la ciénaga, la huella de ruido obtenida se encuentra entre 60 y 55 dB que supera el valor nocturno de referencia de 50 dB.

Los resultados del modelo integrado diurno – nocturno para este escenario muestra una mayor huella de ruido de 65 dB que la obtenida en el escenario de 7,5MPax con una franja superior en todo el sector occidental del aeropuerto por el incremento de las operaciones. Igualmente, con este modelo se presenta una huella de afectación de ruido al sur del aeropuerto en cercanías al canal María auxiliadora y calle Emilio Bustamante. El área de afectación es de 144,30 has. Al simular una reducción teórica del 10% de los niveles de emisión de ruido de las aeronaves por el avance tecnológico en las aeronaves y medidas operativas para la reducción del ruido, se lograría una disminución de la huella de afectación sin llegar al sector circundante del canal María auxiliadora y de la calle Emilio Bustamante. La huella de ruido de 65 dB bajo este escenario es de 122,28 has, lo que indica una reducción de 22,0 has.

Tabla 32.- Áreas de afectación (has) para el modelo integrado LDN para el Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040)

Valor DB	Horizonte II: 8,5 MPax –Año 2040		Valor DB	Área (ha)
	Sin control	Con control		
85	9,07	9,07	85	9,07
80	18,52	18,52	80	18,52
75	32,91	32,91	75	32,91
70	79,00	73,01	70	73,01
65	144,30	122,28	65	122,28
60	217,55	188,61	60	188,61
55	256,76	240,60	55	240,60

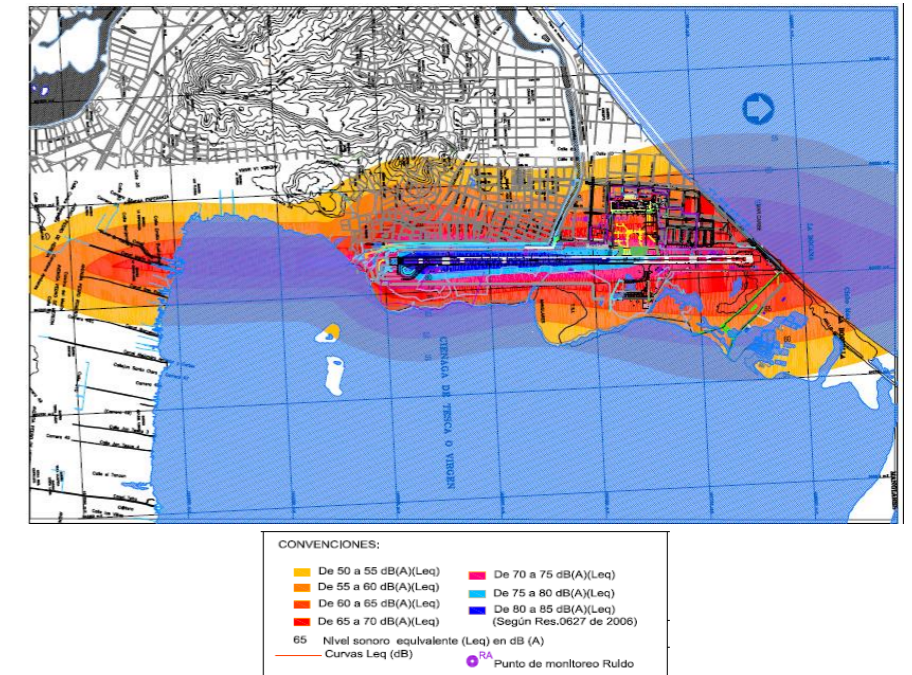
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

### 6.5. Horizonte III: 9,5 MPax

Escenario 4, Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050) sin control en la emisión y con control en la emisión asumiendo reducción progresiva de las emisiones de ruido (15%) por avance tecnológico en las aeronaves y medidas operativas para la reducción del ruido.

Las siguientes figuras muestran las huellas de ruido generadas por la operación de aeronaves para el horizonte de operación, Horizonte III: 9,5 MPax año 2050.

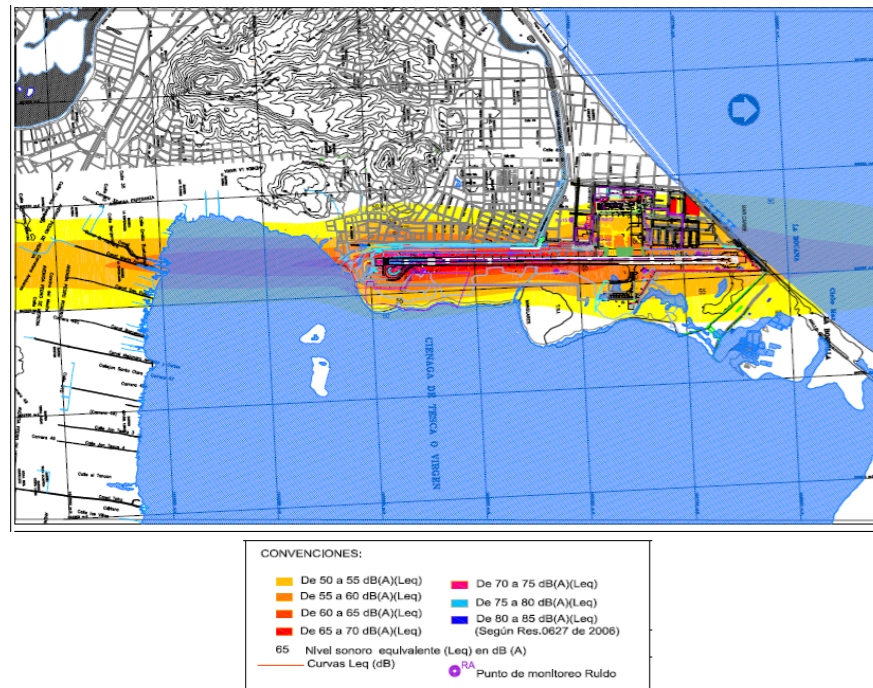
Ilustración 42 Huella de ruido en horario diurno. Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050)



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

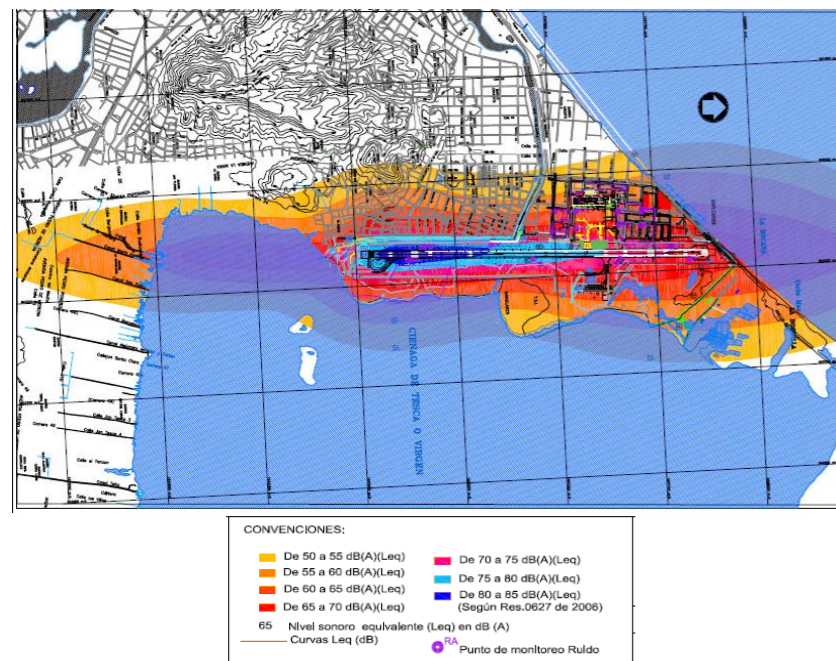


Ilustración 43 Huella de ruido en horario nocturno. Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050)



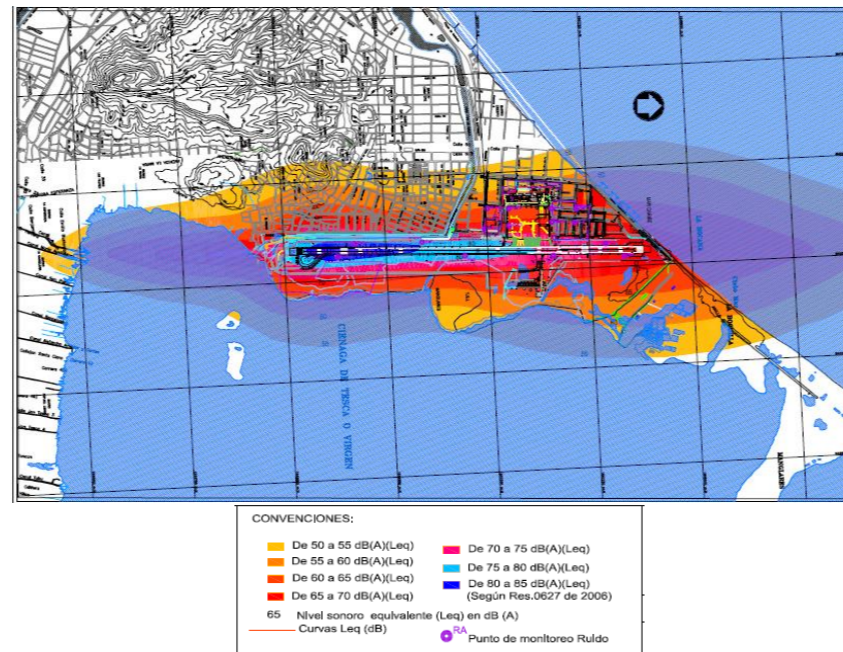
Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 44 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050). Sin control



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

Ilustración 45 Huella de ruido modelo integrado diurno - nocturno. Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050). Con control



Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

El análisis de la huella de ruido por la operación de las aeronaves con un horizonte al año de 9,5 MPax (año 2050) muestra que el valor permisible en horario diurno de 75,0 dBA se extiende hacia el sur del aeropuerto y hacia una franja mayor de los barrios del occidente de la pista específicamente los localizados al frente de la cabecera 19. La huella de ruido para 80 dB y 85 dB también se incrementa hacia el oeste de esta cabecera.

La huella obtenida para 65 dB alcanza la mayoría de los barrios vecinos en una franja mucho más amplia a la obtenida en el escenario del Horizonte II: 8,5 MPax (año 2040), incumpliendo con la norma de referencia de 65 dB establecido para zona residencial.

En horario nocturno se incumple con la norma de 70dB, con la huella de ruido sobrepasando la pista y hacia las vecindades de los barrios. En las zonas residenciales los valores de ruido obtenidos están entre 65 dB y 55 dB que incumple con el valor nocturno de referencia de 50 dB.

Los resultados del modelo integrado diurno – nocturno para este escenario muestra una mayor huella de ruido de 65 dB que supera aún más el sector sur del aeropuerto en alcanzando una zona más amplia del sector del canal María auxiliadora y calle Emilio Bustamante. El área de afectación es de 147,07. La simulación con una reducción teórica del 15% de los niveles de emisión de ruido de las aeronaves, lograrían una disminución de la huella de afectación sin alcanzar el sector circundante del canal María auxiliadora y de la calle Emilio Bustamante. La huella de ruido de 65 dB bajo este escenario es de 129,21 has, lo que indica una reducción de 17,8 has lo que representa el 12,2%.

Tabla 33.- Áreas de afectación (has) para el modelo integrado LDN para el Horizonte III: 9,5 MPax (año 2050)

Valor DB	Horizonte III: 9,5 MPax -Año 2050		Valor DB	Área (ha)
	Sin control	Con control		
85	8,37	8,37	85	8,37
80	21,30	21,30	80	21,30
75	35,77	35,77	75	35,77
70	83,50	76,56	70	76,56
65	147,07	129,21	65	129,21
60	224,51	197,27	60	197,27
55	302,90	263,90	55	263,90

Fuente: Araujo Ibarra – Consultores de Negocios Internacionales

## 7. CONCLUSIONES

Los resultados del modelo para el año 2015 indican que valores iguales o superiores al valor de referencia normativo para zonas portuarias de 75,0 dBA, se presentan especialmente en la pista hacia la cabecera 01. La huella de ruido en cercanías a la cabecera 19 muestra un valor cercano a 60,0 dBA.

En las zonas residenciales cercanas a la plataforma del aeropuerto, los valores obtenidos se encuentran entre 65 dB y 70 dB, incumpliendo en algunos sectores con el valor de referencia de 65 dB.

Se observa el cumplimiento de la norma de 70dB para zonas portuarias en horario nocturno, cuya huella de ruido se presenta principalmente al interior de la pista. No sucede lo mismo en las zonas residenciales cuyo valor normativo es de 50 dB y donde la huella de ruido se presenta en los barrios Crespo, 7 de agosto y San Francisco.

La huella de ruido de 65 dB para el modelo integrado diurno – nocturno (LDN), muestra su área de afectación hacia una franja de los barrios Crespo (Militar), 7 de agosto y San Francisco, cuya área es de 63,05 has.

Para los Horizontes 5,1 MPax, 7,5 MPax, 8,5MPax y 9,5 Mpax (años 2020, 2030, 2040 y 2050 respectivamente) las huellas de ruido LQD y LQN muestran una tendencia de crecimiento de la huella de ruido para las diferentes curvas isófonas, en donde el límite normativo diurno de 75,0 dBA se mantienen dentro de la cabecera 01 de la pista y de manera longitudinal a la misma, pero va aumentando a medida que las operaciones aumentan, hasta reportarse estos niveles en las vecindades del aeropuerto. En horario nocturno se cumple igualmente con la norma de 70dB, cuyo valor se presenta principalmente al interior de la pista y hacia la cabecera 19.

En las zonas residenciales, para horario diurno, la huella obtenida para 65 dB alcanza los barrios en una franja que va en aumento con cada horizonte de análisis, incumpliendo con la norma de referencia de 65 dB establecido para zona residencial. Igualmente, se incumple con el valor nocturno de referencia de 50 dB en los barrios localizados al occidente del aeropuerto, incrementándose la huella de ruido con el incremento de las operaciones.

La huella de ruido para el modelo integrado diurno – nocturno (LDN), aumenta su área de afectación del valor de referencia de 65 dB con el incremento de las operaciones cubriendo una mayor cantidad de manzanas de los barrios localizados al occidente de la pista y para los escenarios Horizonte 7,5 MPax, 8,5 MPax y 9,5 MPax ( años 2030, 2040 y 2050) el sector urbano localizado al sur de la pista, al otro lado de la ciénaga. El área de afectación de la huella de ruido de 65 dB para el escenario Horizonte 0: 5,1 MPax del año 2020 es de 102,98 has, para el Horizonte II: 7,5 MPax (año 2030) de 121,36, 144,3 has para el Horizonte III: 8,5 (año 2040) y 147,07 has para el Horizonte III:9,5 MPax (año 2050).





# Anexo VII.

## ESTUDIO DE INCIDENCIA CON EL ENTORNO



CONTENIDO

**ESTUDIO DE LA INCIDENCIA CON EL ENTORNO..... 3**

1. INFORMACIÓN TERRITORIAL Y URBANÍSTICA..... 3

1.1. Introducción..... 3

1.2. POT 2001 ..... 3

1.3. Ubicación del Aeropuerto ..... 4

1.4. Ciénaga de La Virgen..... 4

1.5. Usos del suelo en el ámbito circundante al Aeropuerto..... 5

2. SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS ..... 6

2.1. Generalidades ..... 6

2.2. Datos Generales del AEROPUERTO ..... 7

2.3. Superficies Limitadoras de Obstáculos. Estado Actual ..... 7

2.4. Superficies Limitadoras de Obstáculos. Desarrollo Propuesto 8



# ESTUDIO DE LA INCIDENCIA CON EL ENTORNO

## 1. INFORMACIÓN TERRITORIAL Y URBANÍSTICA

### 1.1. Introducción

El Plan de Ordenamiento Territorial (en adelante POT) es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal o distrital, entendido como el conjunto de directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que debe adoptar cada municipio para orientar y administrar el desarrollo físico de su territorio y la utilización del suelo.

Para Cartagena, representa un proceso de planificación de carácter técnico-político con el cual configurar en el corto, mediano y largo plazo, la organización de uso y ocupación de su territorio de acuerdo con:

- Las expectativas y limitaciones de la población.
- Las potencialidades y limitaciones del territorio.
- Los objetivos sectoriales de desarrollo (económico, social, político, cultural y ecológico).

Los elementos que conforman el ordenamiento territorial están orientados a lograr que la sociedad sea más productiva, equitativa y sostenible ambientalmente. Así mismo, es un medio para promover el desarrollo a través de sus instrumentos de gestión, planificación, regulación, transformación y ocupación del espacio por la sociedad.

A través del POT se diseña el modelo o estrategia general que guiará la actuación pública y privada sobre el territorio, determinándose las siguientes cuestiones:

- Redes de infraestructuras (o sistemas generales).
- Delimitación de áreas para distintas actividades:
  - o Comerciales
  - o Industriales
  - o Residenciales
- Densidad de población para distintos sectores o la concentración de usos.

El objetivo de la estrategia a llevar a cabo es mantener y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, manteniendo el disfrute de todos, sin privilegiar intereses personales o de propiedad de la tierra.

Para la ciudad de Cartagena la implementación de este proceso representa una gran oportunidad de desarrollo. En este sentido, el POT considera cinco etapas que permitirán avanzar en el ordenamiento del territorio:

- Caracterización y análisis territorial.
- Diagnóstico territorial.
- Prospectiva o diseño de escenarios.
- Formulación del programa de Ordenamiento Territorial.
- Gestión del programa de Ordenamiento Territorial.

En el desarrollo de los estudios encaminados al Ordenamiento Territorial se consideran los tres subsistemas siguientes:

- Natural.
- Económico.
- Social y urbano-regional.

El Ordenamiento Territorial debe ir dirigido al uso sustentable de los recursos, considerando tanto el carácter natural, social y económico del territorio, con miras a la mejora de la calidad de vida de quienes lo habitan.

### 1.2. POT 2001

El Plan de Ordenación Territorial vigente fue aprobado el 20 de noviembre de 2001, cuyo Decreto N° 0977 define la jurisdicción territorial vigente del plan de ordenamiento territorial del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. Por lo tanto, el desarrollo y las actividades directas e indirectas derivadas del uso del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena se encuentran definidos y limitados por dicho POT.

Se ha de indicar que, a fecha de redacción del presente documento (2013), se encuentra en revisión el POT de 2001, por lo que a medio plazo se prevé la publicación de un nuevo Plan de Ordenación Territorial, que afecte a la ciudad de Cartagena de Indias, y por lo tanto al Aeropuerto.

#### Componente Urbano del POT 2001

El componente urbano del Plan de Ordenamiento Territorial incluye las políticas que se prevé aplicar a corto plazo:

- Delimitación de las distintas clases de suelo urbano y de expansión (señalamiento de los perímetros correspondientes).
- Señalamiento de las áreas de protección y conservación de recursos naturales y patrimoniales.
- Zonas de alto riesgo para la localización de asentamientos humanos.
- Plan Vial: previsiones acerca de las infraestructuras de servicios públicos.
- Áreas de actividad y los procedimientos para el adelanto de actuaciones de urbanización y construcción.

De acuerdo con el modelo territorial formulado, el componente urbano se orienta al reordenamiento del territorio, con base en los siguientes objetivos:

- Fortalecimiento e integración de la identidad cultural.
- Integración de la dimensión ambiental al conjunto del sistema construido del Distrito, protegiendo los suelos declarados por las diferentes normal municipales y distritales y principalmente aquellos que aún no cuentan con una adecuada intervención administrativa.
- En relación con el bienestar social y la prosperidad colectiva, la provisión de tierras en suelo de expansión para el desarrollo de vivienda de interés social, así como facilitar una mayor integración social a partir de la dotación de espacio público y sitios de encuentro en la ciudad.



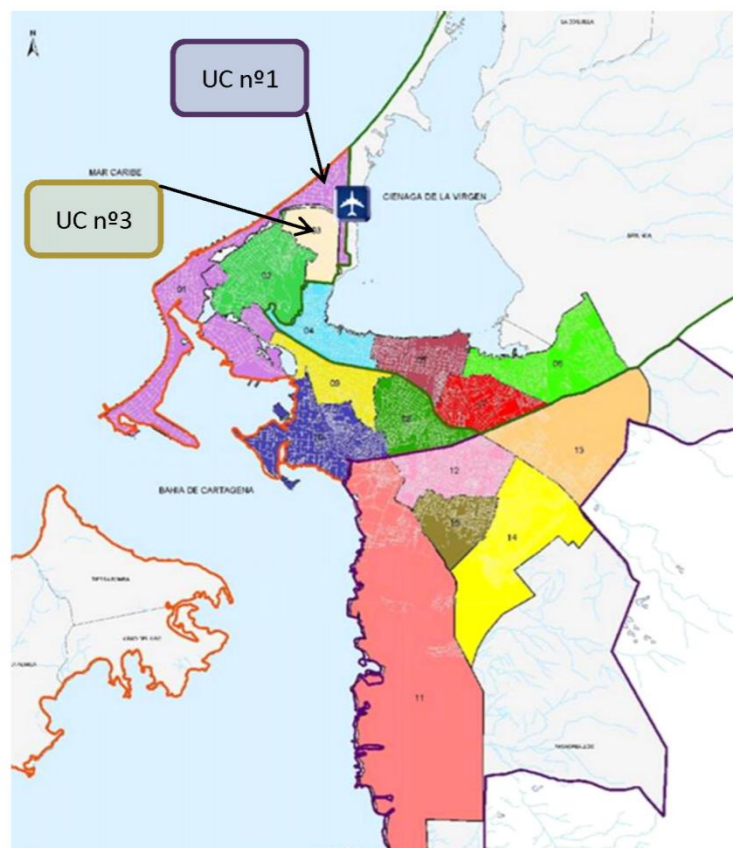
### 1.3. Ubicación del Aeropuerto

El Aeropuerto Internacional Rafael Núñez se encuentra localizado al norte de la ciudad, en el barrio de Crespo. Dispone de una pista de aterrizaje, orientada en dirección norte, con una longitud de 2.540 m y una anchura de 45 m.

El aeropuerto limita al norte con una zona residencial y las playas de Playa de Marbella y Costa de Barlovento, al este y al sur limita con la Ciénaga de la Virgen o de Tesca, mientras que al oeste limita con un canal de desagüe y una zona residencial.

En la siguiente Ilustración se muestra la localización del aeropuerto en la ciudad de Cartagena. El aeropuerto, se encuentra localizado en la Unidad Comuner n° 1, limitando por el suroeste con la Unidad Comuner n°3.

Ilustración 1 Localización del aeropuerto en Cartagena de Indias. Unidades Comuner de Gobierno Urbanas



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias

### 1.4. Ciénaga de La Virgen

Como se puede observar, el paisaje estratégico de Cartagena de Indias es el agua, elemento natural que define la morfología de su territorio. El mar Caribe, que conforma el borde de la ciudad, el acuífero de Arroyo Grande, la Ciénaga de La Virgen, la Bahía de Cartagena, el Parque natural Corales del Rosario e islas de San Bernardo, la Bahía de Barbaçoas y el Canal del Dique, le dan a la ciudad su carácter e identidad.

La Ciénaga de la Virgen está localizada al norte y oriente del área urbana, con una superficie de agua de 22 km<sup>2</sup> y 9 km<sup>2</sup> de humedales, y con una profundidad máxima de 1,5 metros. Debido al alto valor de los componentes ecosistémicos y por ser de vital importancia para la función que desempeñan, se declaró como Área de Manejo Especial en 1978. El POT de 2001, queda redactado del siguiente modo: “En estas zonas es necesario la protección del litoral y el control de la erosión, son hábitat especial de fauna flora asociadas; por su composición, estructura y diversidad biológica, son zonas relictuales o presentan importancia para comunidades asentadas, desde el punto de vista cultural. Son bosques que por su fragilidad pueden sucumbir ante alteraciones en su seno o en sus alrededores”.

El desarrollo económico de Cartagena ha propiciado la creación de zonas con alta densidad de población, generando de hecho una presión sobre el espacio y una reducción de las áreas libres. El conjunto de actividades propias de la ciudad producen impactos sobre el medio natural y lo modifican, lo explotan o le generan una sobrecarga de desechos para la cual no se ha desarrollado suficiente capacidad de manejo.

El mayor porcentaje de este ámbito se destina a uso residencial urbano, siendo posible encontrar diferentes tipos de viviendas, desde los barrios marginales ubicados en la parte baja del cerro de la Popa, el sector de la Boquillita y en la zona suroriental de la Ciénaga, hasta áreas residenciales de estratos medio y alto, localizados hacia Marbella, Crespo y el cordón arenoso que separa la Ciénaga del mar.

En la base del Cerro y en la zona suroriental el avance de la construcción ha sobrepasado los límites naturales y seguros de terreno firme, llegando a ocupar las llanuras intermareales inundables y las áreas de manglares, sin ninguna planificación, por lo cual no se cuenta con la infraestructura básica de servicios públicos requerida para los asentamientos allí ubicados.

El uso comercial se caracteriza por estar representado en su gran mayoría por corredores a lo largo de las principales vías de comunicación. La principal área comercial se encuentra a lo largo del anillo vial alrededor del cual se localizan hoteles y establecimientos destinados exclusivamente a la atención del turista, desde Marbella hasta La Boquilla.

El uso institucional se ve representado por las entidades de carácter educativo y gubernamental localizadas en la zona. En el barrio Crespo se ubican bajo este uso el Aeropuerto Rafael Núñez y la sede de la Fiscalía.

Como se puede observar en la Ilustración 2, las áreas circundantes a la Ciénaga de la Virgen se encuentran bajo protección de acuerdo con el POT 2001. Se observa, asimismo que, las áreas de los Manglares, situadas al este de la pista de vuelos, se encuentran bajo protección, según el término “Protección Zona Costera- Zonas del Manglar”.

Ilustración 2 Zonas de Protección de la Ciénaga de la Virgen



Fuente: Alcaldía de Cartagena de Indias. POT 2001

En consecuencia, se desaconseja el desmonte, destrucción y deterioro de la vegetación natural y de carácter marino, nacientes o en pleno desarrollo. Igualmente, no es recomendable la construcción de viviendas en el litoral de la Ciénaga de la Virgen debido a la posibilidad de inundaciones.



### 1.5. Usos del suelo en el ámbito circundante al Aeropuerto

Con el fin de analizar las ampliaciones propuestas en el Plan Maestro, se requiere el estudio de los usos y las categorías del suelo de los terrenos que se encuentra en las inmediaciones del Aeropuerto Rafael Núñez, para poder identificar la clasificación de los mismos.

En la siguiente ilustración se muestra la clasificación de los tipos de suelo de los terrenos anexos al Aeropuerto Rafael Núñez.

Ilustración 3 Plano de Usos del Suelo en las inmediaciones del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Alcaldía de Cartagena de Indias. POT 2001

En primer lugar, se identifica la clasificación que realiza el POT 2001 acerca de los distintos “tipos de suelo”:

- **Uso Residencial.** El uso residencial es aquel que se desarrolla en edificaciones destinadas a vivienda o habitación de una o más personas, que cuentan con las comodidades mínimas o esenciales para tal objeto. La actividad residencial se desarrolla en varias modalidades, de acuerdo con el tipo de vivienda:

unifamiliar, bifamiliar y multifamiliar. Los conjuntos residenciales, urbanizaciones y otros tipos de agrupaciones de vivienda pertenecen a la modalidad de multifamiliar.

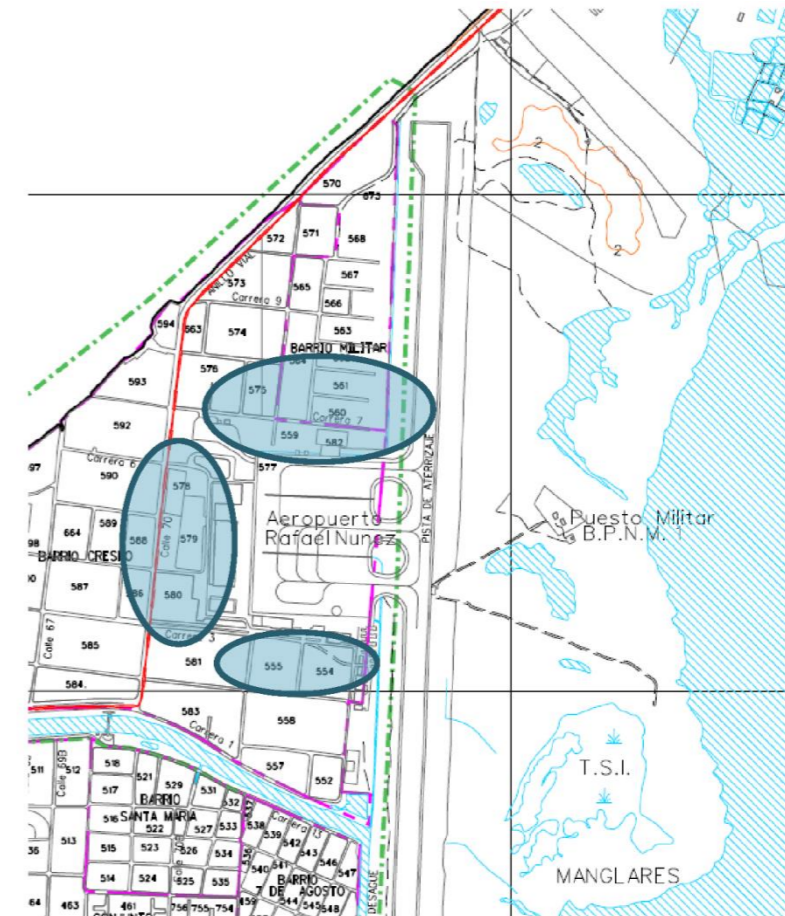
- **Uso Institucional.** El uso institucional es aquel que se adelanta en establecimientos destinados al funcionamiento de las instituciones nacionales, departamentales, municipales y locales que prestan los diferentes servicios constitucionales requeridos para el soporte de todas las actividades de la población.
- **Uso Comercial.** El uso comercial es aquel que se adelanta en locales y/o edificaciones comerciales destinadas al intercambio mercantil de bienes y/o servicios.
- **Uso Industrial.** El uso industrial es aquel que se adelanta en locales, terrenos y/o edificaciones donde se realiza la extracción, explotación y/o transformación de materias primas y ocasionalmente el intercambio de los bienes producto de dichas operaciones. Supone la utilización de tecnologías modernas para la producción y fabricación en serie.
- **Uso Turístico.** El uso turístico es aquel que se adelanta en locales, terrenos y/o edificaciones destinados a la industria turística, tal como lo establece y denomina la Ley.
- **Uso Portuario.** El uso portuario es aquel que se adelanta en establecimientos y muelles marítimos y fluviales que prestan servicios de atraque, cargue y descargue, mantenimiento y abastecimiento de las embarcaciones destinadas a la navegación marítima y/o fluvial, requeridos para el soporte de las actividades económicas de la ciudad (turismo, exportación e importación de materia prima y productos terminados, transporte, deportes náuticos) y de manera particular al complejo industrial de Mamonal.

El área sobre el que está localizado el aeropuerto está declarada como “actividad institucional”. Las zonas anexas al mismo se definen como se detalla a continuación:

- Al Este: Suelo Rural y Áreas de Protección (Zona de Protección del Manglar).
- Al Sur: Zona de Protección del Manglar.
- Al Oeste de la Terminal de pasajeros se encuentra localizado el Área Residencial Tipo D de Cartagena de Indias, junto con un Área de Protección de Zonas Verdes Recreativas (cuadra 555 del Plano de Barrios representada en la Ilustración A-V. 4).
- Al Norte del aeropuerto no hay edificaciones.

A continuación, en la siguiente ilustración se muestra el plano de barrios en el entorno del aeropuerto. En él se pueden identificar cada una de las parcelas/divisiones que se encuentran anexas al mismo.

Ilustración 4 Plano de Barrios en las inmediaciones del Aeropuerto Rafael Núñez



Fuente: Alcaldía de Cartagena de Indias. POT 2001.

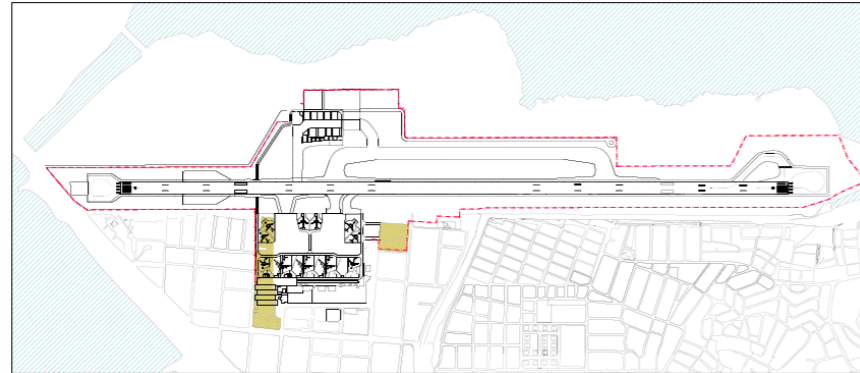
Las regiones sombreadas en la ilustración superior indican aquellas áreas que son susceptibles de adquisición por parte del aeropuerto para poder llevar a cabo la ampliación de sus instalaciones.

En la siguiente imagen se muestra el detalle de las parcelas afectadas, comparando el límite actual del aeropuerto y el límite del Desarrollo Propuesto según el Plan Maestro, tal y como se recoge en los Planos de “Desarrollo Propuesto Necesidades del Terreno” e “Información territorial y urbanística” del presente documento.



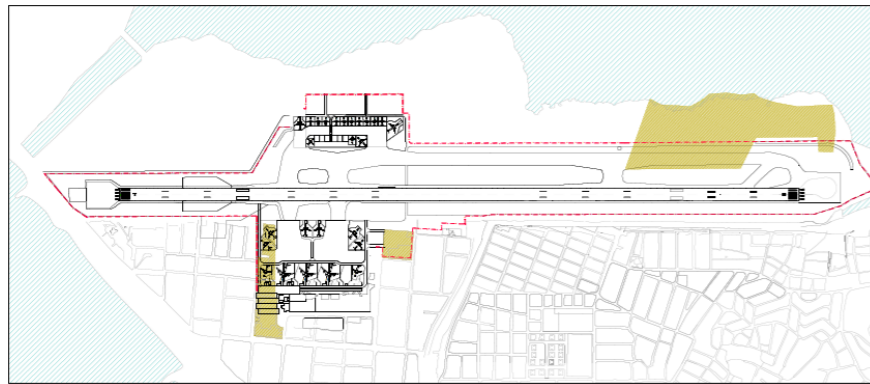
Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

Ilustración 5 Necesidades de terrenos del Desarrollo Propuesto en el Plan Maestro Horizonte I (7,5 MPax)



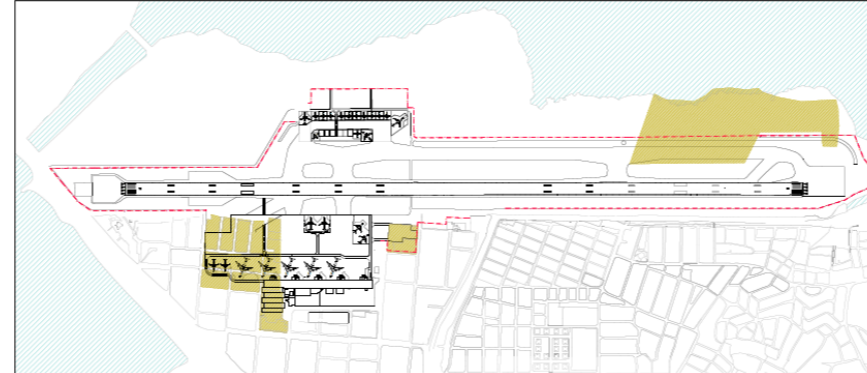
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 6 Necesidades de terrenos del Desarrollo Propuesto en el Plan Maestro Horizonte II (8,5 MPax)



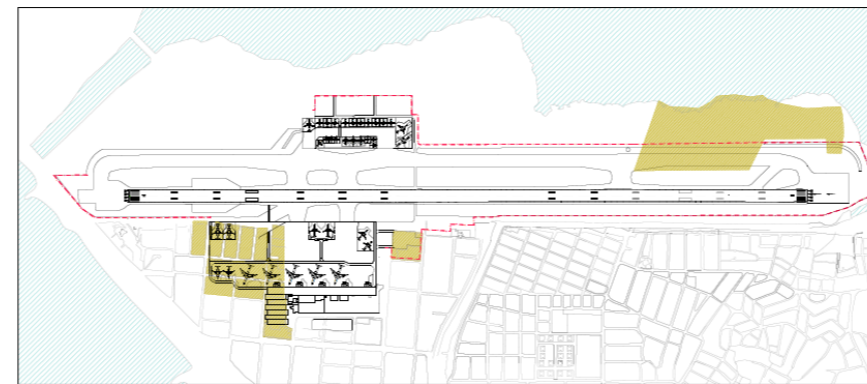
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Necesidades de terrenos del Desarrollo Propuesto en el Plan Maestro Horizonte III (9,5 MPax)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8 Necesidades de terrenos del Desarrollo Propuesto en el Plan Maestro Horizonte IV (11,5 MPax)



Fuente: Elaboración propia

## 2. SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS

### 2.1. Generalidades

En los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 14, se recoge en su Capítulo 14.3.4 la definición de las superficies limitadoras de obstáculos, que marcan los límites en los que no pueden existir obstáculos sin comprometer la seguridad aérea.

La finalidad de estas superficies es definir el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aviones previstas y evitar que los aeródromos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores.

En general, la existencia de obstáculos que penetren las superficies no impide la operación en el aeropuerto, pero sí puede obligar a la modificación de la altura o altitud de franqueamiento de dichos obstáculos y a su notificación en las cartas de navegación.

Los requisitos relativos a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista de la pista (despegue o aterrizaje y tipo de aproximación: visual, instrumental de no precisión o instrumental de precisión), y se han de aplicar cuando la pista se utilice de ese modo. En el caso de que se realicen operaciones en ambos sentidos de la pista, cabe la posibilidad de que ciertas superficies queden anuladas debido a los requisitos más rigurosos impuestos por otras superficies más bajas.

En este anexo se definen las superficies limitadoras de obstáculos para el Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de acuerdo con el RAC 14 y a partir de los datos generales de dicho aeropuerto que aparecen en el AIP, así como con el Desarrollo Propuesto establecido en el Plan Maestro.

Se ha calculado la intersección de las superficies limitadoras de obstáculos de manera que en cada punto se representa la superficie más limitante (la más próxima al terreno). Los límites de dichas superficies o bien sus intersecciones quedan acotadas en metros.

De esta manera, la información disponible en los planos define la máxima altitud permitida para un nuevo obstáculo que quiera instalarse en el espacio limitado por el contorno de todas las superficies limitadoras de obstáculos y su proyección ortogonal hasta el terreno.

La representación gráfica de las superficies se incluye en los planos de "Superficies limitadoras de obstáculos" del Plan Maestro, tanto para el estado actual como para el Desarrollo Propuesto.

## 2.2. Datos Generales del AEROPUERTO

A continuación se recopilan los datos del aeródromo necesarios para definir las superficies limitadoras de obstáculos de la situación actual del aeropuerto.

- Indicador de lugar - nombre del aeródromo.  
SKCG – Aeropuerto Internacional de Cartagena de Indias Rafael Núñez
- Ubicación geográfica del aeropuerto, Punto de Referencia (ARP).  
Coordenadas indicadas en la Tabla 1

Tabla 1.- Coordenadas del Punto de Referencia en el Aeropuerto de Cartagena de Indias

	Latitud (N)	Longitud (W)	Elevación (m)
PR	10° 26' 31.35"	075° 30' 46.00"	2

Fuente: AIP-Aeropuerto Internacional de Cartagena de Indias

- Pista de vuelo.

El campo de vuelos del Aeropuerto de Cartagena de Indias dispone de una pista de vuelo, la 01-19, que tiene unas dimensiones de 2.540 x 45 metros. No dispone de Zonas Libres de Obstáculos (CWY) y carece de Zonas de Parada (SWY).

Las coordenadas geográficas y cotas de los umbrales y extremos de pista se especifican a continuación (se ha de tener en cuenta que para el cálculo de las superficies las altitudes se han aproximado al metro).

Tabla 2.- Pista de vuelo del Aeropuerto de Cartagena de Indias

	Coordenadas		Elevación (m)
	Latitud (N)	Longitud (W)	
UMBRAL 01	10° 25' 50.20"	075° 30' 48.10"	2
UMBRAL 19	10° 27' 12.80"	075° 30' 44.80"	2
EXTREMO 01	10° 27' 12.80"	075° 30' 44.80"	2
EXTREMO 19	10° 25' 50.20"	075° 30' 48.10"	2

Fuente: AIP-Aeropuerto Internacional de Cartagena de Indias

- Calificación del Aeropuerto.

Según la clasificación de clave de referencia de aeródromo definida en el punto 14.3.1.6.2 de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 14, se establece que al Aeropuerto de Cartagena de Indias le corresponde un número de clave «4», de acuerdo con las características físicas de su pista de vuelo (longitud de campo de referencia del avión superior a 1.800 metros de longitud), lo que define las características geométricas de las superficies limitadoras de obstáculos.

- Franjas

Para el cálculo de las superficies limitadoras de obstáculos se ha supuesto que la pista de vuelo esté comprendida en una franja cuyo eje coincide con el de la pista. Esta franja tiene un ancho de 300 metros y se extiende en sentido longitudinal, según el eje de la pista, desde 60 metros antes de los umbrales.

- Tipo de aproximación

El aeropuerto dispone de radio-ayudas tipo VOR/DME para las aproximaciones tanto por la cabecera 01 como por la cabecera 19, por lo que ambas pistas son instrumentales de no precisión.

## 2.3. Superficies Limitadoras de Obstáculos. Estado Actual

La finalidad general de las superficies limitadoras de obstáculos es la definición del espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de las aeronaves.

Según los capítulos 14.3.4.2.8 y 14.3.4.2.22 del RAC 14, se establecen las siguientes superficies limitadoras de obstáculos para las pistas con aproximaciones instrumentales de no precisión:

- Superficie Horizontal Interna,
- Superficie Cónica,
- Superficies de Aproximación,
- Superficies de Transición, y
- Superficies de Ascenso en el Despegue

En las dos tablas siguientes se muestran las características de las superficies limitadoras de obstáculos para aterrizajes y para despegues, correspondientes a la pista 01-19.

Tabla 3.- Superficies Limitadoras de Obstáculos. Pistas de aterrizaje

Superficies y Dimensiones <sup>(a)</sup>	Aproximac. Inst. de No Precisión Número de clave 4	
CÓNICA	Pendiente	5%
	Altura	100 m
HORIZONTAL INTERNA	Altura	45 m
	Radio	4.000 m
	Longitud del borde interior	300 m
APROXIMACIÓN	Distancia desde el umbral	60 m
	Divergencia (a cada lado)	15 %
	Primera sección	
	Longitud	3.000 m
	Pendiente	2%
	Segunda sección	

	Longitud	3.600 m
	Pendiente	2,5 %
	Sección horizontal	
	Longitud	8.400 m
	Longitud total	15.000 m
DE TRANSICIÓN	Pendiente	14,3 %

<sup>(a)</sup> Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente.

Fuente: Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 14

Tabla 4.- Superficies Limitadoras de Obstáculos. Pistas destinadas al despegue

Superficies y Dimensiones <sup>(a)</sup>	Aproximac. Inst. de No Precisión Número de clave 4
Longitud del borde interior	180 m
Distancia desde el extremo de la pista <sup>(b)</sup>	60 m
Divergencia (a cada lado)	12.5 %
Anchura final	1.200 m <sup>(c)</sup>
Longitud	15,000 m
Pendiente	2%

<sup>(a)</sup> Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente.

<sup>(b)</sup> Superficie de ascenso en despegue comienza en el extremo de la zona libre de obstáculos si la longitud de esta excede de la distancia especificada.

<sup>(c)</sup> 1.800m cuando la derrota prevista incluya cambios de rumbo mayores de 15 ° en las operaciones realizadas en IMC, o en VMC durante la noche.

Fuente: Reglamentos Aeronáuticos de Colombia, RAC 14

A continuación se describen de forma individual cada una de las superficies.

### Superficie Horizontal Interna

Se establece una superficie horizontal interna, que está contenida en un plano horizontal situado a 45 metros sobre la elevación del punto de referencia de aeródromo. El límite exterior está definido por circunferencias de radio 4.000 metros centradas en las verticales de los puntos medios de los extremos de la pista del aeropuerto y por las tangentes exteriores a dichas circunferencias, conformando así una configuración tipo hipódromo.

### Superficie Cónica

La superficie cónica es una superficie de pendiente ascendente al 5% y hacia fuera, que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna y cuyo borde superior se sitúa a una altura de 100 metros sobre esta.

### Superficies de Aproximación

Las superficies de aproximación es una combinación de tres planos anteriores al umbral, para la aproximación por cada pista.

Esta superficie comienza 60 m antes del umbral de pista. Su borde inferior es horizontal, perpendicular y centrado con el eje de pista, con un ancho de 300 metros y se extiende



Plan Maestro Aeropuerto Internacional Rafael Núñez de Cartagena de Indias | Octubre 2016

hasta una distancia de 15.000 metros. La divergencia de cada borde lateral con respecto a la prolongación del eje de pista del 15%.

La pendiente de la primera sección es del 2% (hasta los 3.000 primeros metros), del 2,5% en la segunda sección (los 3.600 metros siguientes), y es horizontal la tercera y última sección, hasta alcanzar los 15.000 metros de longitud total. En este caso, la altura de la tercera sección se determina por el corte de la sección a 2,5 % con un plano horizontal a 150 metros por encima de la elevación del umbral, ya que no se localiza ningún obstáculo a mayor altitud en el área de dicha sección.

### Superficies de Transición

La superficie de transición la conforman los planos que unen los bordes laterales de las superficies de aproximación y de la franja, con la superficie horizontal interna. La pendiente es del 14,3%, medida en el plano vertical perpendicular al eje de la pista.

### Superficies de Ascenso en el Despegue

Esta superficie se extiende a partir de 60 metros más allá del extremo de la pista, ya que no se dispone de Zona Libre de Obstáculos, y a lo largo de la trayectoria de salida hasta una distancia de 15,000 metros. El borde interior tiene una anchura de 180 metros, medido perpendicularmente al eje de pista, y la superficie se ensancha con una divergencia a cada lado del 12,5%. Para el despegue por la pista 01 diverge hasta alcanzar una anchura de 1.200 metros, mientras que para el despegue por pista 19 se considera una anchura final de 1.800 metros, debido a que en las Cartas de Salida Normalizada (SID) del AIP se establecen derrotas de salida con cambio de rumbo mayor de 15°. Las respectivas anchuras se mantienen hasta el final, con una pendiente del 2%.

### Restricción de Obstáculos

Respecto a los requisitos de la limitación de obstáculos de las distintas superficies descritas anteriormente, en el RAC 14, apartado 14.3.4.2, se especifican las restricciones y recomendaciones distintas según la fase (aproximación o despegue) y la categoría del vuelo (visual o instrumental precisión/no precisión).

En este sentido, se han ubicado los obstáculos descritos en el AIP del Aeropuerto de Cartagena, en concreto en el apartado de Información Suplementaria (AD2-SKCG5) y en Plano de Obstáculos de Aeródromo Tipo B-OACI (AD2-SKCG –AOC 2), correspondientes a edificios, antenas y puntos elevados del terreno. De igual manera, se ha comparado la intersección de las superficies limitadoras de obstáculos con el terreno sobre el que se sitúan.

Las superficies limitadoras de obstáculos se encuentran vulneradas por el terreno y alguno de los elementos anteriormente citados en ciertas zonas.

- La superficie de aproximación correspondiente a la pista 01 se encuentra vulnerada por un edificio en su primera sección, en la zona más cercana a la pista.

- La superficie de despegue correspondiente a la pista 19 se encuentra vulnerada por este mismo edificio.
- La superficie de transición 01-19 se encuentra vulnerada por dos edificios (edificio Mistral y edificio Brisas del Mar) en la zona norte, cerca de la cabecera 19.
- La superficie cónica se encuentra vulnerada por un edificio situado en el cuadrante suroeste.
- La superficie horizontal interna se encuentra vulnerada por varios obstáculos situados principalmente en el cuadrante suroeste y en la zona noreste. Además, esta es la única superficie vulnerada por el terreno, en la zona correspondiente al Cerro de La Popa.

Todas estas vulneraciones se encuentran representadas gráficamente en los planos correspondientes a las superficies limitadoras de obstáculos.

En el RAC 14, en la Parte 6 del Documento 9137 Manual de Servicios de Aeropuertos, y en el Documento 8168-OPS/611, Operación de Aeronaves, todos ellos editados por la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, se resumen las normas y recomendaciones internacionales en materia de restricción de obstáculos.

### 2.4. Superficies Limitadoras de Obstáculos. Desarrollo Propuesto

Dentro del Desarrollo Propuesto del Plan Maestro, está prevista la construcción de Áreas de Seguridad de Extremo de Pista (RESAs) en ambas cabeceras de pista, cuyo objeto es dotar de RESAs de 90x90 m a la actual franja de pista.

En la cabecera 01, la implantación de la RESA se llevará a cabo mediante una ampliación del campo de vuelos, por lo que se mantiene la ubicación actual del umbral 01 y del extremo 19. Sin embargo, en la cabecera 19 la definición de la RESA obliga a un desplazamiento de 116,26 m hacia el interior de la pista del umbral 19 y el extremo 01. En el Desarrollo Propuesto no se prevé la definición zonas libres de obstáculos (CWY) ni zonas de parada (SWY).

Las coordenadas geográficas y cotas de los umbrales y extremos de pista considerados en el cálculo de las superficies limitadoras de obstáculos del Desarrollo Propuesto se muestran en la siguiente tabla (para el cálculo de las superficies las altitudes se han aproximado al metro).

Tabla 5.- Pista de vuelo, Desarrollo Propuesto

	Coordenadas		Elevación (m)
	LATITUD (N)	LONGITUD (W)	
UMBRAL 01	10° 25' 50.20"	075° 30' 48.10"	2
UMBRAL 19	10° 27' 9.08"	075° 30' 44.94"	2
EXTREMO 01	10° 27' 9.08"	075° 30' 44.94"	2
EXTREMO 19	10° 25' 50.20"	075° 30' 48.10"	2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las características físicas descritas de la pista de vuelo, el aeropuerto mantendrá un número de clave 4 en el Desarrollo Propuesto. Por otro lado, no está prevista la modificación de las ayudas instrumentales a la navegación, por lo que ambas pistas seguirán considerándose como instrumentales de no precisión.

Por tanto, las características generales de las superficies limitadoras de obstáculos a establecer serán similares a las descritas para el estado actual.

### Restricción de Obstáculos

Al igual que en el estado actual, se han ubicado los obstáculos descritos en el AIP del Aeropuerto de Cartagena, y se ha comparado la intersección de las superficies limitadoras de obstáculos con el terreno sobre el que se sitúan.

Las superficies limitadoras de obstáculos se encuentran vulneradas por el terreno y alguno de los obstáculos mencionados anteriormente, en las mismas zonas que en la situación actual del aeropuerto, ya que el desplazamiento del umbral 19 y el extremo 01 es mínimo en comparación con el área que abarcan las superficies limitadoras establecidas.

Dichas vulneraciones se encuentran representadas gráficamente en los planos correspondientes a las superficies limitadoras de obstáculos.