

# NUEVA TERMINAL INTERNACIONAL AEROPUERTO PALONEGRO T2

ALVARO ANDRES SOLANO DIAZ



Programa académico de Arquitectura, Facultad de arquitectura

Universidad la Gran Colombia

Ciudad de Bogotá D.C.

2023

**NUEVA TERMINAL INTERNACIONAL AEROPUERTO PALONEGRO T2**

**ALVARO ANDRES SOLANO DIAZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (ARQUITECTO)**

**Director de proyecto Arquitecto**

**Arq. Esp. Mg Edgar Eduardo Roa Castillo**



**UNIVERSIDAD**  
**La Gran Colombia**

Vigilada MINEDUCACIÓN

**Programa académico de Arquitectura, Facultad de Arquitectura**

**Universidad la Gran Colombia**

**Ciudad, Bogotá D.C.**

**2023**

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>20</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>21</b>
<b>ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>22</b>
"READY FOR TAKE-OFF? THE ECONOMIC EFFECTS OF REGIONAL AIRPORT EXPANSIONS IN GERMANY" .....	22
"THE ROLE OF REGIONAL AIRPORTS IN CONNECTIVITY AND REGIONAL DEVELOPMENT" .....	24
"ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL PALONEGRO (BUCARAMANGA)" .....	24
"INFORME MENSUAL DE TURISMO NOVIEMBRE-DICIEMBRE 2022" .....	25
" AIRPORT DEVELOPMENT REFERENCE MANUAL (ADRM). 11TH EDITION" .....	25
MEASUREMENTS MODEL FOR PASSENGER'S EXPECTATIONS OF AIRPORT SERVICE QUALITY. ....	26
GREEN AIRPORT DESIGN EVALUATION (GRADE) -METHODS AND TOOLS IMPROVING INFRASTRUCTURE PLANNING.....	26
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>28</b>
OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE .....	28
MARCO CONCEPTUAL .....	30
PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD, SUSTENTABILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	36
SISTEMA DE RIESGO – AMENAZA - VULNERABILIDAD .....	37
DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	41
ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO .....	56
ANÁLISIS NORMATIVO .....	56
LOCALIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO .....	61
MATRICES MULTICRITERIO .....	65

NUEVA TERMINAL INTERNACIONAL AEROPUERTO PALONEGRO T2	4
ESQUEMA BÁSICO DEL PROYECTO.....	68
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	72
<b>PRESUPUESTO PRELIMINAR.....</b>	<b>83</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

### Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Proyecciones de pasajeros, carga y operaciones, aeropuerto internacional Palonegro	18
<b>Figura 2.</b> Referente Arquitectura simbólica. Anteproyecto Aeropuerto de Cartagena Colombia – Cazarch.....	31
<b>Figura 3.</b> Referente Arquitectura Minimalista. Galería James Simon, Berlin, Alemania – David Chipperfield.....	32
<b>Figura 4.</b> Referente Arquitectura Naturalista-Orgánica. Terminal del aeropuerto Madrid- Barajas, Madrid, España – Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners. ....	33
<b>Figura 5.</b> La Ciudad Aeropuerto, Aeropuerto Internacional de Hamad, Doha, Qatar, OMA.....	34
<b>Figura 6.</b> Del aeropuerto a la ciudad aeropuerto. ....	35
<b>Figura 7.</b> Mapa de amenaza por remoción en masa .....	38
<b>Figura 8.</b> Mapa de amenaza por amenaza sísmica. ....	39
<b>Figura 9.</b> Mapa de amenaza por intensidad sísmica esperada.....	40
<b>Figura 10.</b> Tipo de plan de ordenamiento territorial que rige en el área.....	42
<b>Figura 11.</b> Plano de usos del Municipio de Lebrija .....	43
<b>Figura 12.</b> Mapa de pendientes en el sector del Aeropuerto Palonegro .....	44
<b>Figura 13.</b> Mapa Topográfico en el sector del Aeropuerto Palonegro .....	45
<b>Figura 14.</b> Corte transversal en el sector del Aeropuerto Palonegro.....	46
<b>Figura 15.</b> Plano de llenos y vacíos en el sector del Aeropuerto Palonegro.....	47
<b>Figura 16.</b> Sistema vial Regional .....	48
<b>Figura 17.</b> Sistema vial y accesos al Aeropuerto Palonegro .....	50
<b>Figura 18.</b> Estructura ecológica principal.....	52

<b>Figura 19.</b> Composición de la población ocupada, según ramas de actividad en el Área Metropolitana de Bucaramanga y otras 13 ciudades del departamento.....	53
<b>Figura 20.</b> Tasa de desempleo Nacional, del Área metropolitana de Bucaramanga y de los 13 municipios más importantes del Departamento de Santander (DANE, 2022).....	54
<b>Figura 21.</b> Economía de la calle -Puestos móviles top 10 municipios de Santander y proporción de puestos móviles por municipio (DANE, 2022) .....	55
<b>Figura 22.</b> Esquema de implantación propuesto.....	63
<b>Figura 23.</b> Planteamiento de zona de desarrollo aeroportuario “ciudad aeropuerto”, sistema vial de accesos, y sistema de transporte masivo tipo cable aéreo .....	64
<b>Figura 24.</b> Memoria compositiva inicial y elementos determinantes en el diseño conceptual y volumétrico de la nueva terminal de pasajeros del aeropuerto Palonegro .....	71
<b>Figura 25.</b> Alzado Este Nueva terminal Internacional Aeropuerto Palonegro .....	72
<b>Figura 26.</b> Axonométrica explotada Nueva terminal Internacional Aeropuerto Palonegro .....	73
<b>Figura 27.</b> Fachadas Este y Oeste nueva terminal internacional Aeropuerto Palonegro.....	74
<b>Figura 28.</b> Perspectivas Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	75
<b>Figura 29.</b> Perspectivas al interior de la Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	76
<b>Figura 30.</b> Alzado oeste Nueva terminal T2 Aeropuerto Palonegro.....	77
<b>Figura 31.</b> Planta Segundo piso y Mezanine .....	78
<b>Figura 32.</b> Planta Primer piso y espacio público .....	79
<b>Figura 33.</b> Perspectivas interiores. Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	80

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1.</b> Programa Arquitectónico Basado en el Manual de la IATA, Para el cálculo de áreas y unidades operativas (IATA,2019).....	58
<b>Tabla 2.</b> Datos de entrada utilizados para calcular el programa Arquitectónico de la nueva terminal de pasajeros del Aeropuerto Palonegro, elaboración propia. ....	59
<b>Tabla 3.</b> Programa arquitectónico recomendado para la nueva terminal de pasajeros del Aeropuerto Palonegro. Elaboración propia. ....	60
<b>Tabla 4.</b> Matriz multicriterio de estrategias bioclimáticas para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro. ....	66
<b>Tabla 5.</b> Matriz multicriterio de Sostenibilidad para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro. ....	67
<b>Tabla 6.</b> Matriz multicriterio de Sostenibilidad para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro. ....	68
<b>Tabla 7.</b> Recomendación IATA Vs Resultados reales Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	81
<b>Tabla 8.</b> Tabla de áreas por planta Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	82
<b>Tabla 9.</b> Presupuesto preliminar Terminal T2 Aeropuerto Palonegro .....	84

### Resumen

Un proyecto arquitectónico de expansión del Aeropuerto Internacional Palonegro es presentado en esta investigación con el fin de atender las necesidades de capacidad, potencializar las exportaciones, el turismo, la conexión nororiental de país y al mismo tiempo convertir esta infraestructura en un símbolo de Santander, y un referente en el ámbito de aeropuertos regionales en el mundo. Para la realización de este estudio se identificaron las necesidades físicas de la expansión, utilizando el manual de referencia de la International Air Transport Association (IATA) para la prestación de un servicio eficiente, también se identificaron las características únicas que requiere esta expansión para potencializar los sectores productivos prioritarios de la región y las características arquitectónicas que le permitan convertirse en un símbolo Santandereano en el mundo. Subsecuentemente se usaron matrices multicriterio que integran el cuadro de características identificadas con las alternativas, soluciones e innovaciones que se han empleado en distintos proyectos similares alrededor del mundo para definir un programa arquitectónico final y coherente con la capacidad proyectada para de expansión del aeropuerto en un horizonte de 30 años.

*Palabras clave: Aeropuerto, Infraestructura aeroportuaria, Expansión, Aeropuerto regional, Turismo, Turismo médico, Terminal de pasajero, Matrices multicriterio.*

### **Abstract**

An architectural project for the expansion of the Palonegro International Airport is presented in this research in order to meet capacity needs, boost exports, tourism, the northeast connection of the country and at the same time turn this infrastructure into a symbol of Santander, and a benchmark in the field of regional airports in the world. To carry out this study, the physical needs of the expansion were identified, using the International Air Transport Association (IATA) reference manual for the provision of an efficient service, the unique characteristics that this expansion requires to potentiate the benefits were also identified. Priority productive sectors of the region and the architectural characteristics that will allow it to become one of Santander's symbols in the world. Subsequently, multicriteria matrices were used that integrate the table of characteristics identified with the alternatives, solutions and innovations that have been used in different similar projects around the world to define a final architectural program and consistent with the projected capacity of an airport on the horizon of 30 years.

*Keywords:* Airport, airport infrastructure, expansion, regional airport, tourism, medical tourism, passenger terminal, multicriteria matrices.

## Introducción

El aeropuerto Internacional Palonegro sirve a la ciudad de Bucaramanga, Santander, se encuentra ubicado a 18 kilómetros de distancia de esta ciudad, en jurisdicción del municipio de Lebrija, específicamente al tope del cerro de Palonegro a 1188 m de altitud, parte de la extensa cordillera oriental de Colombia, Y lugar histórico donde se libró la batalla del mismo nombre durante la guerra de los mil días. Fue inaugurado en el año 1974 y consta de 1 pista de asfalto de 2310 metros de largo por 45 metros de ancho, calle de rodaje, una terminal de pasajeros, Zona de Hangares y Torre de control. Su capacidad máxima es de 2.5 millones de pasajeros y en 2022 transporto 2.149.000 pasajeros, restándole un 14% de espacio para crecer sin afectar la calidad del servicio prestado (Consortio PP.MM Nororiente, 2020).

Para Bucaramanga, y en general para toda la región de Santander, incrementar la capacidad, competitividad, eficiencia y visibilidad de su aeropuerto principal es de gran importancia, pues posibilita conectar los servicios y productos de este territorio con el mercado Nacional y mundial, donde existe un enorme potencial de compradores y visitantes por atraer. Tanto para los grandes inversionistas turísticos como para los grandes compradores de productos en el mundo, es de vital importancia contar con una infraestructura óptima que garantice unas condiciones de operatividad de sus cadenas de suministros como de sus estándares de servicio.

Este trabajo de investigación tiene como objeto, identificar las necesidades espaciales del aeropuerto para desarrollar una expansión coherente y simbólica que conviertan este aeropuerto en un referente mundial en el sector de aeropuertos regionales. Para este propósito se identificarán los espacios físicos necesarios a un horizonte de 30 años, utilizando el manual de referencia de la IATA (2019), que rige el sector aeronáutico internacional. También y como parte de un proceso para darle un carácter único en el mundo a este aeródromo, se explorarán los sectores prioritarios de la región y con

mayor potencial de exportar servicios y productos al mundo para insertar espacios físicos funcionales que favorezcan el desarrollo de estos sectores.

Adicionalmente, este trabajo abordara el proceso de composición arquitectónica, el cual aprovechara la visibilidad de infraestructuras de este tipo para realizar un proyecto que refleje la identidad de la región santandereana a través de la forma, la materialidad y la estructura, pero, sin dejar de lado un factor de gran relevancia como la sostenibilidad climática, ya que vivimos en un momento histórico, donde las actividades económicas deben plantearse desde una perspectiva original en su diseño pero al mismo tiempo amigable con el medio ambiente y adaptable a las condiciones del lugar.

El proceso de diseño se abordará a partir de matrices multicriterio que integran tanto las necesidades de capacidad, las características únicas, los aspectos simbólicos, funcionales y de sostenibilidad de la expansión proyectada con las alternativas, soluciones e innovaciones que se han empleado en distintos proyectos similares alrededor del mundo y resumidos en el estado del arte, descrito en un capítulo posterior.

### Justificación

El aeropuerto internacional Palonegro es el más importante del nororiente colombiano, está emplazado en el histórico cerro Palonegro, perteneciente al municipio de Lebrija, Santander. En este mismo lugar se libró la cruenta batalla de Palonegro en 1900, esta batalla fue determinante en el curso de la Guerra de los mil días, que finalmente dio la victoria a los conservadores sobre los liberales. En el año de 1974 durante la presidencia de Misael Pastrana se inauguró como principal aeropuerto para servir a Bucaramanga y sus municipios aledaños, Floridablanca, Girón, Piedecuesta y Lebrija, trasladando allí las operaciones aéreas del antiguo Aeropuerto Gomez Niño, ubicado dentro del perímetro urbano de Bucaramanga y donde existían limitaciones físicas para la adecuada y segura prestación del servicio aeronáutico (León, 2014).

En 2022 el Aeropuerto Palonegro transporto 2.149.425 pasajeros en 28.353 operaciones aéreas; Su crecimiento con respecto al 2021 fue de 59.8% y está conectado con 13 destinos, 11 nacionales y 2 son internacionales, Ciudad de Panamá y Fort Lauderdale (Yepes, 2023). Por las importantes cifras de pasajeros, crecimiento interanual y nuevas rutas, la infraestructura necesita ser actualizada, y en 2020 se presentó un plan maestro, donde se detallan las necesidades físicas y actuaciones proyectadas a tres horizontes, 2029, 2039 y 2049. Sin embargo, a enero de 2023, las cifras reales han superado las proyectadas desde la publicación del plan maestro, y las necesidades espaciales estimadas para 2049 en este plan serán imprescindibles para el óptimo servicio en 2034. De estas cifras actualizadas es posible decir que el aeropuerto necesitara incrementar el espacio para pasajeros al doble en 2034 y que la máxima capacidad de la terminal actual de 2.5 millones de pasajeros se alcanzara antes de 2026 (Consortio PP.MM Nororiente,2020).

Por otro lado, para la gobernación de Santander, la alcaldía de Bucaramanga y la cámara de comercio de Bucaramanga, entre otros entes de la región, las actividades aeronáuticas del aeropuerto Palonegro, son estratégicas para el crecimiento económico de la región porque este aeródromo es el

principal punto de entrada de turistas al departamento, turistas que vienen por diferentes intereses, entretenimiento, salud, negocios, congresos o educación. En este rubro, el turístico, existe un gran potencial para crecer, y se destaca la oferta en salud, con la presencia de dos importantes centros médicos internacionales en el área metropolitana de Bucaramanga los cuales ofrecen servicios médicos a clientes de todo el país, y de países cercanos como las islas del caribe o Estados Unidos, donde estos servicios no se ofrecen o son muy costos (Semana,2020), en 2021 el área metropolitana de Bucaramanga tuvo ingresos de 4.8 millones de dólares en turismo de salud, constituyéndose como el segundo prestador de estos servicios en el país, solo por detrás de Cali el cual ingreso 5 millones de dólares por este rubro (Vanguardia, 2022). También, en la región existe un gran patrimonio arquitectónico Colonial, natural y agrícola, que puede ser explotado e insertado como un circuito turístico importante en la oferta que ya tiene el país hacia el exterior. Entre las zonas de mayor interés, se encuentran el casco antiguo de Barichara, Girón o Zapatoca, los antiguos caminos reales de Lengerke, el turismo de aventura en el área de San Gil, Guadalupe, el canon de Chicamocha, o las fincas donde se siembran destacadas especies de Café, Cacao, Piña y Aguacate (El Espectador, 2023).

También, esta investigación pretende analizar el potencial del aeropuerto de convertirse en un centro de conexiones regional robusto gracias a dinámicas territoriales como su posición geográfica y los lazos históricos de Bucaramanga con regiones como el sur de Bolívar, el Cesar, Norte de Santander, Venezuela, y los llanos Orientales. Estas dinámicas territoriales le han permitido al aeropuerto convertirse en un centro de conexiones en desarrollo para aerolíneas regionales como Easyfly, Satena, entre otras que conectan la Ciudad con ciudades como Arauca, Villavicencio, Saravena o Cúcuta, con hasta 30 vuelos diarios, pero que tiene el potencial de unirlo con muchos otros municipios importantes en sus regiones como Málaga, San Gil, Ocaña, Aguachica, Yopal, Maracaibo (Venezuela), San Cristóbal (Venezuela), entre otros que requieren conexión aérea con el resto de Colombia, y que no poseen la demanda necesaria para operar con aviones con un alcance suficiente para llegar a Ciudades como Cartagena, Medellín, Bogotá o

Cali (Yepes, 2023). En ese sentido, Bucaramanga que posee conexiones con las ciudades más importantes de Colombia e inclusive con Estados Unidos, puede actuar como un centro de conexiones mixto, terrestre y aéreo regional (aviones de baja capacidad) para conectar los productos, servicios y pasajeros de todas estas áreas con el resto del país y el mundo.

Finalmente, Por todas las potencialidades que posee el departamento y las necesidades proyectadas de pasajeros, es necesario realizar una expansión de la terminal de pasajeros del Aeropuerto Palonegro, la cual entregue una capacidad óptima para atender los pasajeros futuros, pero también le permita convertirse en un símbolo del departamento que fortalezca los servicios que ofrece la región, y un referente mundial en el sector de aeropuertos regionales.

**Problema de investigación:**

Al rededor del mundo y principalmente en países desarrollados, se ha construido la idea a través de evidencia de que los aeropuertos regionales son de vital importancia para el crecimiento de la productividad de las zonas donde estos se ubican. A diferencia de los aeropuertos principales de un país, en las que su aparición fue fáctica, pues existía un gran volumen y un mercado inmenso de pasajeros y de productos con necesidades de conectarse con otras latitudes, los aeropuertos regionales fueron creados mayoritariamente por los gobiernos para inducir y crear el mercado a través de políticas públicas e incentivos que buscaban desarrollar las zonas más apartadas de su territorio (Breidenbach,2020). Estas inversiones han traído grandes frutos a las regiones en dos aspectos importantes. Primero, en la cohesión territorial de la nación, que se da a través de la creación y el fortalecimiento de cadenas productivas, así como con la promoción de intercambios regionales de productos y servicios (Breidenbach,2020). El segundo aspecto favorecido por estas inversiones tiene que ver con una función social, pues estos aeropuertos proveen conectividad en las zonas más apartadas o aisladas para atraer a nuevos habitantes, brindar soporte en servicios esenciales, como los de salud, educación o seguridad, entre otros, evitando la despoblación y la masiva inmigración hacia zonas más pobladas y mejor conectadas (Diaz, 2021).

A nivel mundial, se dan casos como el de Alemania, donde hay una gran densidad de aeropuertos regionales, más de 90 (Luftfahrt Bundesamt, 2023), en los que se han encontrado también aspectos problemáticos, como que la mayoría de estos necesitan ingentes cantidades de dinero anualmente para poder operar, y que estas sumas de dinero se canalizan a través de subsidios estatales, al no ser suficiente los ingresos generados por las actividades comerciales de cada aeropuerto. Para 2024, la unión europea ordenó detener estos subsidios por considerarlos no compatibles con las leyes de competencia, por lo cual muchos de estos deberán ser desmontados si no alcanzan un equilibrio económico próximamente (Breidenbach, 2020). Por tal motivo es importante que, durante la planeación de nuevos proyectos de este tipo, estos consideren cifras de tráfico mínimas, así como infraestructura coherente con el tamaño y tipo de mercado, esto con el fin de hacerlos sostenibles financieramente en el corto plazo, caso contrario estos aeropuertos terminarían afrontando problemas económicos que los puede llevar al cierre al poco tiempo de inaugurarse.

En Latinoamérica, por ejemplo, la relevancia de los aeropuertos regionales en el desarrollo de las áreas que circunda es aún mayor, debido a que, a diferencia de regiones como Norte América o la unión europea, la mayor parte de Latinoamérica no goza de otros sistemas de transporte robustos como trenes o autopistas que conecten pasajeros y distribuyan mercancías alrededor del territorio. Además, hay que añadir que la orografía, los grandes bosques tropicales y las regiones insulares dificultan y aíslan grandes porciones de tierra, haciendo de la vía aérea la única alternativa de transporte para dichas regiones (Diaz, 2021). Por otro lado, bastos territorios con densidades de población muy bajas y aeropuertos con pistas muy cortas, imposibilitan el uso de grandes aeronaves, pues su operación no es rentable ni técnicamente viable (Aerocivil, 2021), por lo tanto, las capitales provinciales se constituyen como centros de conexiones que pueden acoger aeronaves de baja densidad y distribuir pasajeros y carga hacia otras ciudades importantes con aeronaves más grandes, asegurando la conectividad de todo el territorio de forma rentable (Breidenbach, 2020). Ejemplos de estas subregiones son el Nordeste brasilero y sus distintas

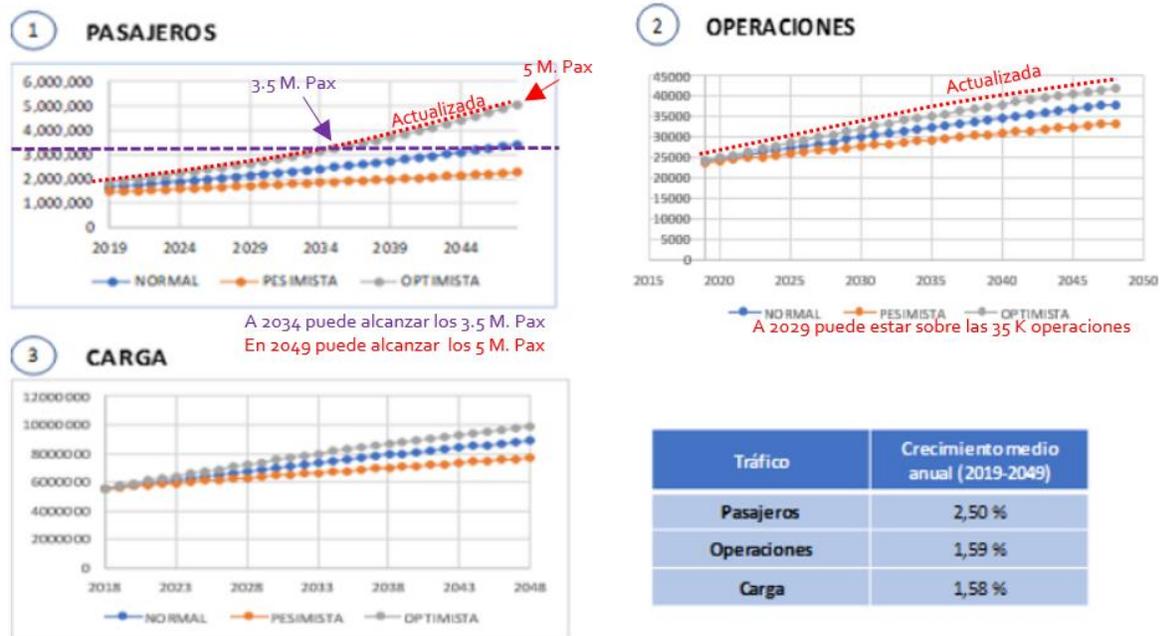
capitales provinciales Natal, Fortaleza o Recife, el pacífico colombiano conectado con el resto del país a través de los centros de conexiones de Medellín y Cali o las localidades más pequeñas de la Patagonia argentina y chilena conectadas con las capitales nacionales a través de los aeropuertos regionales de la zona (Díaz, 2021).

En Colombia, se puede exponer que el país cuenta con aeropuertos distribuidos por todo el territorio nacional, los cuales se clasifican en pequeños, medianos y grandes en términos del volumen anual de pasajeros manejados (Díaz, 2021). Desde la década de los 90, en varias fases, se ha concesionado la administración de algo más del 40% a consorcios privados para su administración, modernización, explotación comercial y operación (Díaz, 2021). El otro 60% por ciento sigue siendo administrado por el gobierno Nacional, ya que su explotación y volumen de pasajeros no es significativo para una inversión privada con rentabilidad (Díaz, 2021). Las inversiones entre privadas y públicas para la modernización de la infraestructura aeroportuaria del país suman más de USD 4000 millones en el periodo 1996-2018 (Díaz, 2021). Dicho periodo de tiempo coincide con la apertura de Colombia al exterior, a través de múltiples tratados de libre comercio, la venta de la marca país como receptor de turistas internacionales y las inversiones en rubros como la construcción, la hostelería, restauración y otras infraestructuras exportadoras y turísticas. Sin embargo, las ampliaciones realizadas en la infraestructura aeroportuaria han sido ampliamente superadas por la demanda de viajeros nacionales e internacionales, así como en la carga exportada, justo después de la reactivación del sector aeronáutico, terminadas las restricciones de viajes de la pandemia del COVID-19, aeropuertos como el de Santa Marta, Cartagena, San Andrés o Medellín han superado ampliamente su capacidad en hasta el 22%, por tanto, múltiples planes de ampliación y de aeropuertos completamente nuevos como el de Bayunca en Cartagena ya se presentan ante la agencia nacional de infraestructura para su puesta en marcha (Semana, 2022). Por otra parte, concesiones de aeropuertos como el de Bogotá o Bucaramanga se encuentran muy cerca de alcanzar su capacidad máxima en los próximos años y también comienzan a plantear planes maestros de expansión, que

incluyen ampliaciones de infraestructura tanto en el lado aire (Pistas, radares, etc.) como en el lado tierra (nuevas terminales y ampliaciones).

El aeropuerto internacional Palonegro de Bucaramanga, administrado por la concesionaria aeropuertos de oriente ha presentado una actualización del plan maestro ante las autoridades nacionales de transporte para dicha terminal aérea a principios del año 2020, en este plan se mostró su estado actual, el estudio de necesidades, las actuaciones proyectadas, así como impactos, conclusiones y presupuesto general. De dicho plan resalta el estudio de necesidades en lado tierra, donde se realizaron proyecciones con escenarios conservador, regular y optimista de los pasajeros, carga y operaciones esperadas para los próximos 30 años, con la finalidad de definir los espacios necesarios basados en la metodología propuesta por la IATA Para mantener un nivel de servicio óptimo durante horas pico (IATA,2019). De estas graficas se obtuvo que el aeropuerto necesitara 851 m2 adicionales en salas de salida, y 1344 m2 en áreas para recogida de equipaje y hall de salidas para 2049, lo que equivaldría a doblar la terminal actual, estimando una capacidad de 3.5 millones de pasajeros con el escenario regular o moderado, sin embargo a Diciembre de 2022 estas estimaciones han sido ampliamente superadas y el aeropuerto ha tenido una demanda de 2.149.425 pasajeros a lo largo de 2022, superando inclusive el escenario más optimista presentado por la concesión, y pronosticando un volumen de 3.5 millones de pasajeros para 2034 en vez de 2049 (Figura 1). Teniendo en cuenta el tiempo que toma las licencias y aprobaciones para realizar obras de esta envergadura, el concesionario debe realizar modificaciones al plan maestro que bajo los nuevos escenarios debe duplicar su área de pasajeros a 2034 y triplicarla a 2050.

**Figura 1.** Proyecciones de pasajeros, carga y operaciones, aeropuerto internacional Palonegro



*Nota:* Según el plan maestro año 2020, y proyección actualizada (línea punteada roja) hacia el año 2034, se alcanzarían los 3.5 millones de pasajeros. Adaptado de “Actualización del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Palonegro (Bucaramanga)” Consorcio PP.MM Nororient, 2020. ([https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/PublishingImages/Pages/default/E13-%20Resumen%20Ejecutivo%20SKBG\\_Final\\_.pdf](https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/PublishingImages/Pages/default/E13-%20Resumen%20Ejecutivo%20SKBG_Final_.pdf).)

Finalmente, y adicional a los escenarios actualizados de pasajeros del aeropuerto Palonegro, el departamento de Santander y la alcaldía de Bucaramanga han trazado metas y trabajan para ampliar y dar a conocer en el mundo la oferta turística del departamento, el potencial exportador de productos de la región y ampliar la oferta de servicios, entre la que se destacan los servicios médicos especializados ofrecidos por los hospitales privados del área metropolitana de Bucaramanga, como el hospital internacional de Colombia HIC o la fundación FOSCAL. Durante el 2022 Colombia recibió más de 4.5 millones de turistas no residentes, de los cuales más del 95% se desplazaron a Bogotá, Cartagena, Medellín

y Cali. Bucaramanga recibió menos del 1% de este tráfico, por lo que existe un gran espacio para crecer y la idea de los entes gubernamentales de la región, es insertar el circuito turístico santandereano en los planes de los turistas extranjeros que llegan cada año al país y que en 2022 crecieron un 49.5% con respecto al 2021 (MINCIT,2022). De tal forma, es posible concluir que una nueva terminal de pasajeros para el aeropuerto Palonegro es necesaria y debe cumplir las expectativas de capacidad proyectadas, así como potenciar las cualidades exportadoras del departamento en su estructura y espacios para visibilizarlo en el ámbito internacional, constituyéndose como un símbolo de la región en el mundo, sin dejar de lado el contexto y las experiencias de otros aeropuertos de este tipo en el mundo y en Latinoamérica.

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar una expansión del aeropuerto internacional Palonegro a través de matrices multicriterio para suplir las necesidades físicas que potencien las exportaciones, el turismo y la conexión nororiental de Colombia.

### Objetivos Específicos

Identificar las necesidades espaciales en el aeropuerto Palonegro basados en el manual de referencia para el desarrollo aeroportuario IATA 11 edición.

Identificar las características espaciales únicas que necesita tener el aeropuerto Palonegro a través de un estudio de las potencialidades del departamento para construir una expansión

Implementar un anteproyecto arquitectónico de expansión para el aeropuerto Palonegro a través de matrices multicriterio que lo conviertan en un referente mundial en el sector de aeropuertos regionales.

### **Hipótesis**

Una expansión del aeropuerto Palonegro potencializara la llegada de nuevos turistas de entretenimiento, salud, negocios, y las conexiones desde y hacia Bucaramanga y el Nororiente de Colombia.

### Estado del Arte

En este documento se realizó un barrido del estado del arte específicamente para el diseño de Infraestructuras aeroportuarias Regionales en ciudades intermedias como Bucaramanga, en donde se justifica su expansión, se identifican los estándares espaciales que deben tener estas intervenciones, se examinan mecanismos para elaborar un diseño eficiente, sostenible y amigable con el usuario y finalmente, se estudian casos reales de proyectos realizados en distintas ciudades alrededor del mundo con las ventajas y desventajas que han traído para las regiones donde se ubican.

El análisis del estado del arte muestra que un aeropuerto eficiente para una ciudad no es aquel que copia y pega un sistema de otra ciudad en su territorio, si no, uno que se planea usando técnicas vanguardistas de diseño, usando como insumo la información real del contexto, las necesidades físicas por capacidad proyectada, y los espacios, innovaciones y sistemas que pueden hacerlo único, para proyectar una imagen diferenciadora en el mundo y una infraestructura que sea sostenible económica, social y ambientalmente.

A continuación, se mostrarán una recopilación de artículos de investigación e informes a nivel nacional e internacional que son fuente de información pertinente para la investigación “Nueva terminal internacional – Aeropuerto Palonegro T2”. En este estado del arte se pretende mostrar la pertinencia de distintos enfoques en la implantación de aeropuertos regionales, extensiones programadas, planeación, potencial, aspectos de sostenibilidad, así como ventajas y desventajas de esta Infraestructura. Los estudios no se presentan en orden cronológico, según su año de publicación, sino teniendo en cuenta un orden coherente en la realización del estudio según convenga.

#### **“Ready for take-off? The economic effects of regional airport expansions in Germany”.**

En esta investigación se muestran hallazgos sobre el impacto de los aeropuertos regionales en contextos europeos, como el de Alemania, la nación más densamente poblada en Europa, donde existe

una gran cantidad de aeropuertos regionales que se han construido a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, y los cuales han traído a las regiones donde estos están ubicados grandes beneficios como cohesión social, a través del fortalecimiento de cadenas productivas e intercambios regionales de mercancías y productos. Por otro lado, la implantación de estas infraestructuras ha realizado una función social importante en las regiones donde se ubican, pues han servido para conectar zonas apartadas, soportar servicios esenciales y mitigar la despoblación e inmigración del campo a las grandes ciudades, traduciéndose en un crecimiento de la productividad en todo el país y un desarrollo profundo en las zonas más apartadas (Breidenbach,2020).

Este estudio además presenta las dificultades que enfrentan algunos de estos aeropuertos regionales, que, al construir infraestructuras sin la planeación necesaria, y con una oferta de capacidad muy superior a la que las regiones pueden hacer sostenibles con los ingresos percibidos, requieren de grandes sumas de dinero por parte del estado para poder operar. Estos factores actualmente hacen que estos aeropuertos estén en peligro de cerrar definitivamente, pues las leyes más actuales de competencia en el espacio económico europeo prohíben las ayudas financieras ilimitadas de los gobiernos a aeropuertos que no sean sostenibles financieramente.

De este estudio se pueden concluir dos cosas, primero, que los aeropuertos regionales son polos importantes de conexión para las regiones que promueven la cohesión territorial de la nación y realizan una función social de gran valor para el país, al proveer servicios esenciales a los territorios más apartados. Por otro lado, presenta factores importantes a tener en cuenta para hacer del proyecto de expansión del aeropuerto Palonegro, una infraestructura coherente con la capacidad proyectada y sostenible financieramente en el tiempo.

**“The Role of Regional Airports in Connectivity and Regional Development”.**

Esta investigación, llevada a cabo, en el contexto colombiano, resalta la contribución de los aeropuertos regionales al desarrollo social y económico del país. Muestra el crecimiento y evolución del sector aeroportuario regional de Colombia, así como las políticas públicas que han contribuido continuamente a realizar proyectos de expansión y modernización de este sector a través de la presentación de análisis e indicadores obtenidos a lo largo de 20 años de inversiones (Díaz, 2021).

De este estudio se puede obtener una radiografía completa de la evolución del sistema de aeropuertos a nivel nacional identificando ventajas y desventajas de los modelos de operación existentes, así como identificar las particularidades de la infraestructura aeronáutica colombiana para planear inversiones futuras eficientes como la planeada en aeropuerto Palonegro (Díaz, 2021).

**“Actualización del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Palonegro (Bucaramanga)”.**

Este informe describe el plan maestro a 30 años del aeropuerto Internacional Palonegro por parte del; consorcio privado que tiene a cargo su administración, en este documento se hace un inventario completo de la infraestructura existente, la estructura ecológica, predios colindantes, morfología del terreno, impactos de la operación, etc. También se detallan los cálculos y proyecciones de pasajeros para los próximos 30 años, usando diferentes escenarios. Finalmente, y basado en la infraestructura existente y las proyecciones de pasajeros se detalla un plan de intervenciones futuras necesarias para mantener un óptimo servicio, detallando los impactos de dichas intervenciones y etapas de actuación (Consortio PP.MM Nororiente, 2020).

Este informe es importantísimo porque es el insumo de información más detallado para realizar una correcta planeación de cualquier intervención que se planea realizar en el aeropuerto Palonegro, sin embargo es un estudio que en sus proyecciones de capacidad al momento de su elaboración estaba limitado por la ocurrencia de la pandemia del Covid-19, y que al presente sus proyecciones han sido

ampliamente superadas, por lo que muchas de las ampliaciones proyectadas serían necesarias antes de lo estipulado. Por otro lado, este estudio solo contempla intervenciones que atiendan la demanda proyectada para el aeropuerto, pero no propone medidas o innovaciones espaciales que le permitan potencializar los productos y servicios de la región para fomentar un mayor crecimiento y atracción de turistas (Consortio PP.MM Nororiente, 2020).

#### **“Informe mensual de turismo Noviembre-diciembre 2022”.**

En este documento, tipo informe se presentan las cifras concretas de turismo para el bimestre noviembre -diciembre de 2022 para Colombia, de él se obtienen los números de turistas extranjeros por ciudad y departamento, y el porcentaje que representan en el total del país. También muestra los valores de crecimiento de este bimestre con respecto al año inmediatamente anterior, y con respecto al bimestre anterior, así como los acumulados de todo el año. Aquí podemos ver el estado actual del departamento de Santander y de la ciudad de Bucaramanga en materia turística y su posición con respecto a otras regiones del país (MINCIT, 2022).

De este informe se puede concluir, que el departamento de Santander recibe menos del 1% de los 4.5 millones de turistas extranjeros del país, y que el 95% de estos turistas visitan Bogotá, Cartagena, Medellín y Cali, Pudiéndose percibir que existe un gran potencial para crecer y lograr que una porción de esos turistas extranjeros visiten la región de Santander. Para lograr atraer más turistas a Santander es importante proveer servicios turísticos similares o mejores a los que ofrecen las regiones que más atraen este tipo de visitantes, entre los que se encuentra un aeropuerto que pueda articularse con los potenciales turísticos de la región (MINCIT, 2022).

#### **” Airport Development Reference Manual (ADRM). 11TH Edition”**

Este manual de referencia es la guía internacional de la IATA (International airport transport authority) para el planeamiento y desarrollo aeroportuario, y aceptado mundialmente por las

autoridades en la materia, incluida Colombia. Este manual, que se actualiza periódicamente incluye los estándares mínimos en distintos aspectos para una operación segura y un servicio óptimo al usuario. Por lo tanto, este documento se convertirá en el manual de referencia para planear la expansión óptima del aeropuerto Palonegro, usando las cifras de capacidad proyectadas, y permitiendo programar un cuadro de áreas coherentes con las necesidades y potencialidades del aeropuerto (IATA,2019).

#### **Measurements model for passenger's expectations of airport service quality.**

Este artículo de investigación identifica los distintos factores que afectan la calidad del servicio en planes de desarrollo aeroportuario. Está investigación fue llevada a cabo usando datos de una gran cantidad de aeropuertos asiáticos, los cuales han crecido en capacidad exponencialmente durante las últimas dos décadas, durante la etapa de mayor crecimiento económico del continente asiático. Las evidencias encontradas durante este estudio permitieron distinguir siete dimensiones que afectan la percepción y satisfacción de los usuarios como lo son: la seguridad, la facturación, la señalización-orientación, el ambiente del aeropuerto, los accesos, los servicios a los viajeros, y las facilidades aeroportuarias (Chonsalasin et al., 2021).

Desde ese punto de vista, este estudio resulta de gran importancia para el diseño de una expansión del aeropuerto Palonegro pues identifica las siete dimensiones más importantes que afectan la percepción y satisfacción de los usuarios hacia una terminal aérea. El reto es adaptar las evidencias encontradas a la percepción de la cultura latinoamericana, que es diferente a la asiática dónde se llevó a cabo este estudio (Chonsalasin et al., 2021).

#### **Green airport design evaluation (GrADE) -Methods and tools improving infrastructure planning.**

Este artículo de investigación presenta la importancia de implementar métodos de planeación sostenible y ecoeficiente para mitigar los impactos de infraestructuras aeroportuarias en el contexto donde estos se ubican. Este estudio aborda la evolución de los aeropuertos del mundo que han pasado

de solo ser una infraestructura para realizar operaciones aéreas a convertirse en nodos de transporte intermodal, centros comerciales, complejos hoteleros o zonas industriales, por lo que estos desarrollos pueden impactar ambiental y socialmente su entorno en diferentes escalas (Ferrulli, 2016).

Las conclusiones de este estudio pueden ser una referencia importante para lograr diseñar una expansión que logre ser sostenible y ecoeficiente para evitar impactos en el entorno que puedan poner en peligro la operación del aeropuerto en un futuro. La mitigación de los impactos en un proyecto de esta envergadura es crucial las instituciones del estado y las concesiones porque provocan que las inversiones realizadas se traduzcan en beneficios para la región y no en un daño para el medio donde se ubican (Ferrulli, 2016).

### **Aspectos Metodológicos**

La Metodología escogida para la realización de este proyecto es el estudio de caso como método de investigación. Se escoge como estudio la zona que comprende el Aeropuerto internacional Palonegro, perteneciente al municipio de Lebrija, y que sirve a la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana (Floridablanca, Piedecuesta y Girón); por medio de este estudio se dará respuesta a las problemáticas del aeropuerto a través de un proyecto Urbano-arquitectónico presentado como tesis de grado. Se elige estudio de caso ya que su metodología permite profundizar en el estado actual de la zona, analizar sus dinámicas sociales, espaciales, e indagar sobre su historia y arquitectura, es decir investigar una situación específica identificando características propias del lugar. Con la información obtenida se puede desarrollar una respuesta para intervención urbano - arquitectónica más acetada y objetiva, incluida en las conclusiones y recomendaciones. La metodología se desarrolla de la siguiente manera: estudio de antecedentes, definición del problema de investigación, justificación del estudio de caso, objetivos, Marco Conceptual, marco metodológico, resultados obtenidos, análisis de resultados. Conclusiones y recomendaciones.

### **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

Los objetivos de desarrollo sostenible son un conjunto de objetivos globales, los cuales fueron definidos por distintos líderes mundiales para avanzar en problemáticas como la pobreza, el medio ambiente y la desigualdad.

La ONU promueve el uso de estos objetivos a toda escala, intentando que gobiernos, organizaciones privadas y la sociedad en general contribuyan a implementar estos objetivos en todos sus proyectos y acciones.

Para la investigación “Nueva terminal internacional T2 Aeropuerto Palonegro” existen cuatro objetivos que son pertinentes a implementar por el contexto e impacto del proyecto.

El objetivo 7 de “Energía asequible y no contaminante” por ejemplo es de gran impacto para el proyecto pues promueve la eficiencia energética y la sostenibilidad, medidas que en el proyecto de la nueva terminal del aeropuerto Palonegro deben verse reflejadas en un diseño que incluya un análisis bioclimático y fuentes renovables de energía renovable para su sostenibilidad energética sin el uso de fuentes contaminantes.

Otro objetivo de gran impacto para el proyecto es el objetivo 8, “Trabajo decente y crecimiento económico”. La nueva terminal tiene por objetivo potencializar los sectores económicos más destacados de la región, por tanto, se alinean con el este objetivo que impulsa el crecimiento económico, la creación de empleos decentes y el mejoramiento de estándares de vida.

El objetivo 9, “Industria, innovación e infraestructuras”, esta también muy alineado con los alcances de este proyecto pues ambos impulsan la industria, la innovación y la infraestructura como medios para generar economías dinámicas y competitivas que generen empleos e ingresos en la región. Este objetivo también impulsa que los gobiernos y organizaciones potencialicen sus capacidades para alcanzar su máxima productividad a través de investigación e innovación, tareas que se pueden facilitar a través de la expansión del aeropuerto principal de la región. Una infraestructura aeroportuaria más eficaz puede impactar en la productividad de los sectores económicos del departamento que al introducirse en el competitivo mercado mundial, podrían experimentar crecimientos importantes e innovaciones destacadas. También las características únicas espaciales de dicha expansión pueden potencializar estos sectores económicos de Santander a través de la innovación en los servicios turísticos y empresariales, atrayendo más y mejores turistas al departamento.

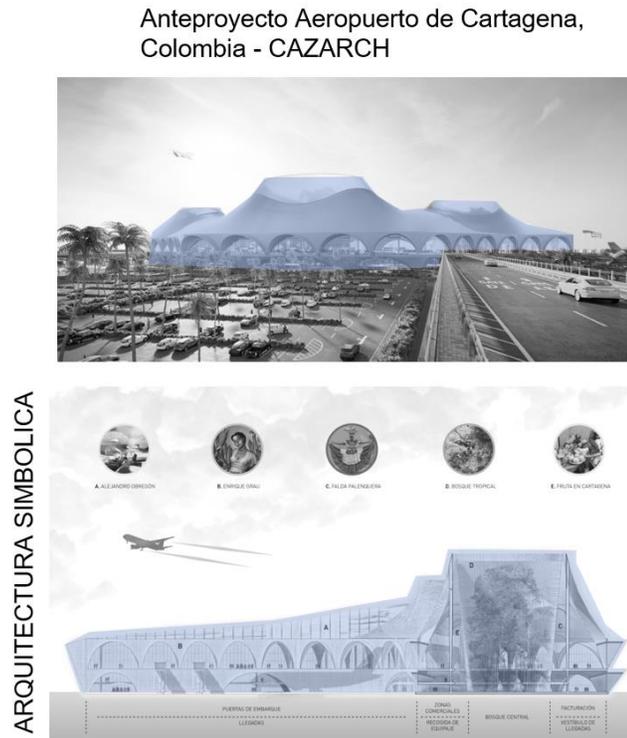
Finalmente, el objetivo 11, “Ciudades y comunidades Sostenibles”, es un referente importante en este proyecto pues promueve la creación de sistemas de transporte seguros, asequibles y accesibles para todos, así como la conectividad y vinculación entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales para fortalecer el desarrollo nacional y regional.

Este objetivo también promueve la construcción de edificios sostenibles y resilientes que utilicen materiales locales, uno de los objetivos principales del proyecto de expansión del Aeropuerto Palonegro, el cual quiere a través de este proyecto arquitectónico convertirse en un símbolo de la región a través de su materialidad e imagen.

### **Marco conceptual**

Se proponen 3 alternativas conceptuales para el diseño de la nueva terminal del aeropuerto Palonegro, en orden de importancia, primero aparece la arquitectura simbólica como eje conductor , pues la idea es crear un espacio de la ciudad que se convierta en un símbolo con una identidad única que refleje la cultura y los rasgos de la región Santandereana en el volumen, imagen, estructura, etc, generando un sentido de pertenencia entre sus ciudadanos, así como un reconocimiento desde el resto del mundo (Meneses, 2016).

**Figura 2.** Referente Arquitectura simbólica. Anteproyecto Aeropuerto de Cartagena Colombia – Cazarch



*Nota:* Adaptado de “Aeropuerto de Cartagena de Indias, Colombia” Cazarch, 2021.

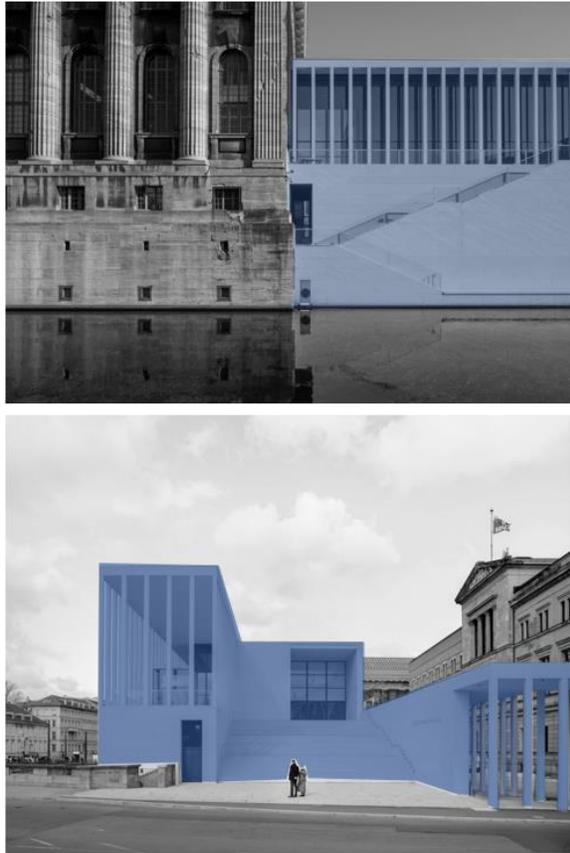
(<https://cazarch.com/es/project/aeropuerto-de-cartagena/>)

Por otro lado, el minimalismo será la tendencia arquitectónica que enmarcará los arquetipos simbólicos de esta nueva terminal, usando geometrías puras, abstracción de los elementos simbólicos y sencillez en la forma, para imprimir un lenguaje contemporáneo y funcional propio de los tiempos actuales.

**Figura 3.** Referente Arquitectura Minimalista. Galería James Simon, Berlín, Alemania – David Chipperfield

Galería James Simon, Berlín,  
Alemania – David Chipperfield

ARQUITECTURA MINIMALISTA

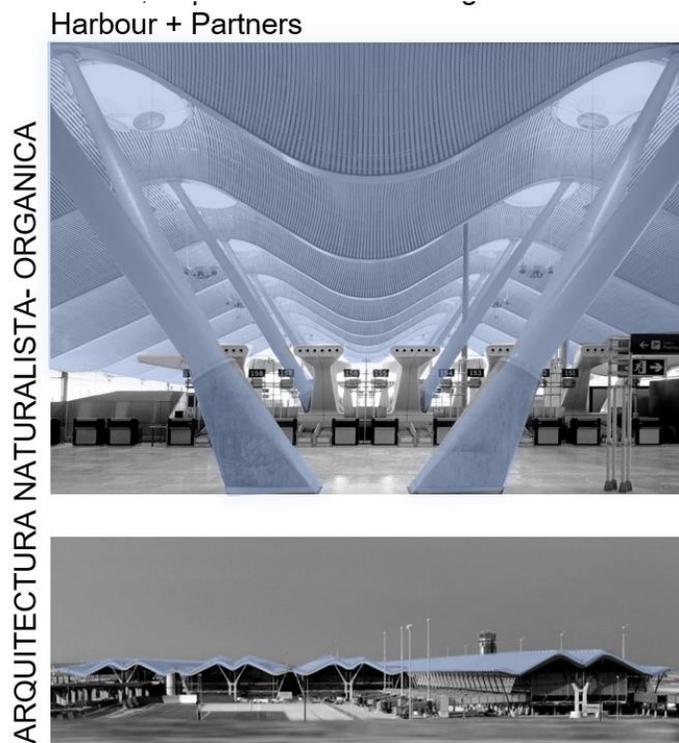


*Nota:* Adaptado de “Se inaugura el nuevo museo de David Chipperfield en Berlín.” Baldwin, 2019.

(<https://www.archdaily.co/co/921336/se-inaugura-el-nuevo-museo-de-david-chipperfield-en-berlin>)

Finalmente, el diseño conceptual usará un lenguaje naturalista-organicista que traiga al volumen cierta naturalidad y adaptación al territorio conjugándolo con el lenguaje simbólico y minimalista que se quiere imprimir en la propuesta.

**Figura 4.** Referente Arquitectura Naturalista-Orgánica. Terminal del aeropuerto Madrid- Barajas, Madrid, España – Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners.



*Nota:* Adaptado de “Terminal del Aeropuerto Madrid-Barajas / Estudio Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners” Villa, 2023. ([https://www.archdaily.co/co/805961/nueva-area-terminal-del-aeropuerto-madrid-barajas-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.co/co/805961/nueva-area-terminal-del-aeropuerto-madrid-barajas-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership?ad_medium=gallery))

Por otro lado, como referente urbano, se estudiaron 2 referentes urbanos que abordan el concepto de “Ciudad Aeropuerto”. Este concepto fue acuñado por primera vez para describir el plan maestro vinculado al Aeropuerto Internacional de Hamad, que sirve a la ciudad de Doha, Qatar, dirigido por la firma internacional de arquitectos OMA. Este plan maestro lo que contemplo fue el desarrollo de una serie de distritos paralelos a la pista occidental del aeropuerto Hamad, intentando convertirse en una zona de servicios y actividades económicas encaminadas a complementar y potenciar las actividades aeronáuticas del Aeropuerto (OMA,2013)..

El diseño conceptual y visual de los distritos está destinado a tener una identidad visual única, en línea con los conceptos problemáticos identificados en la “ciudad genérica” de Rem Koolhaas, quien hace parte de OMA (Koolhaas, 2006).

La ubicación de los cuatro distritos que albergarán hasta 200.000 habitantes en un horizonte de 30 años se constituye también en un intento por construir una zona urbanística intermedia entre el aeropuerto internacional y la ciudad de Doha (Rosenfield, 2013).

**Figura 5.** *La Ciudad Aeropuerto, Aeropuerto Internacional de Hamad, Doha, Qatar, OMA*



*Nota:* Adaptado de “OMA diseña Masterplan para Aeropuerto en Qatar” Rosenfield, 2023.

<https://www.archdaily.co/co/02-245089/oma-disena-masterplan-para-aeropuerto-en-qatar>

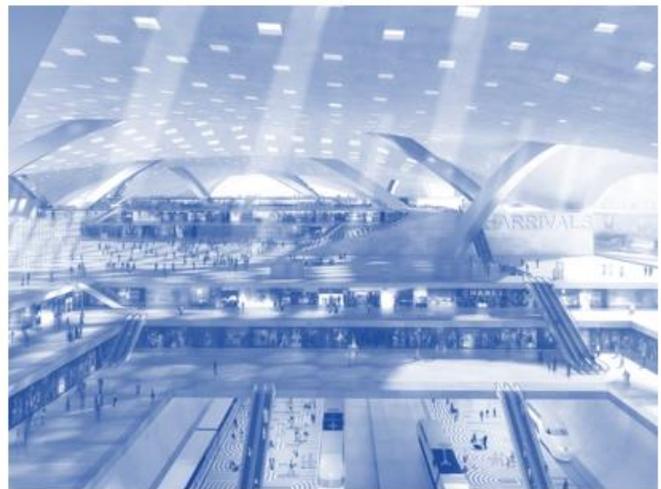
Michael & Mathis Güller también abordaron el tema de La Ciudad Aeropuerto en su libro *Del aeropuerto a la ciudad aeropuerto* en la que argumentan que Los aeropuertos han dejado de cumplir

una mera función de transportar pasajeros y cargas entre distintas regiones, y han pasado a convertirse en elementos transformadores de las áreas metropolitanas de las ciudades a las que sirven. Estos centros neurálgicos se han convertido en nodos regionales y en polos de desarrollo de gran importancia también conocidos como “Ciudad Aeropuerto” (Güller & Güller, 2004).

Los conceptos desarrollados por Michael & Mathis Güller en el libro *Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto* van desde, las nuevas identidades del aeropuerto, los sistemas de transporte que conectan al aeropuerto con la ciudad, los centros urbanos destinados a servir a los aeropuertos, el dominio del aeropuerto en el territorio, el nodo de intercambio en el que se debe convertir el aeropuerto, así como los retos y oportunidades de la planificación de estas ciudades aeroportuaria en el territorio.

**Figura 6.** *Del aeropuerto a la ciudad aeropuerto.*

## Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto, Michael & Mathis Güller



*Nota:* Adaptado de “Del Aeropuerto a la Ciudad-Aeropuerto” Güller & Güller, 2004

### **Parámetros de Sostenibilidad, sustentabilidad y Eficiencia energética**

Para la realización de este proyecto se realizó un análisis e identificación de medidas a implementar para proveer al proyecto de características que le permitan ser sustentable ambiental, social y económicamente, así como eficiente energéticamente con el fin de reducir el impacto y la huella en el medio natural y en el contexto social en el que se inserta.

**Sostenibilidad Ambiental:** Utilización de los recursos naturales, permitiendo satisfacer las necesidades del presente, pero sin comprometer el futuro. Medidas identificadas: Uso de tecnologías como paneles solares, captación de agua lluvia, implementación de sistemas de transporte público no contaminante.

**Sostenibilidad Económica:** Capacidad de hacer uso de los recursos económicos de tal manera que genere rentabilidad en el largo plazo. Medidas identificadas: Realizar una expansión coherente con la demanda de pasajeros proyectada que contemple unas posibles etapas futuras de expansión.

**Sostenibilidad social:** Capacidad que se tiene de dar estabilidad a cualquier proyecto en el contexto social en el que se desarrolla. Medidas identificadas: Implementar espacios únicos que potencien las actividades productivas de las comunidades del departamento.

**Sustentabilidad Ambiental:** Todas las acciones que se pueden llevar a cabo para mantener un equilibrio ambiental. Medidas identificadas: Realizar una expansión que no use o afecte zonas de reserva naturales o hídricas que hacen parte del territorio circundante.

**Sustentabilidad Económica:** Todas las acciones que se pueden llevar a cabo para mantener el equilibrio económico. Medidas identificadas: Implementar una expansión que cubra las necesidades de la región y que genere ingresos económicos sin afectar el medio ambiente natural ni la sociedad.

**Sustentabilidad Social:** Todas las acciones que se pueden llevar a cabo para mantener el equilibrio social. Medidas identificadas: Realizar una implementación que traiga beneficios y no impactos negativos a las comunidades adyacentes.

**Eficiencia energética:** Es el proceso de identificar las formas de realizar cualquier actividad, utilizando la menor cantidad de energía posible, sin afectar el servicio prestado.

**Medidas identificadas:** Se debe implementar desde la fase de diseño conceptual, estrategias que permitan minimizar el uso de energía eléctrica en la expansión del aeropuerto. Por ejemplo, iluminación natural, diseño bioclimático, Materiales favorables para el confort térmico, etc.

**Afectaciones por cambio climático:** La industria aeronáutica, como otras se ve afectada por el cambio climático, un ascenso de las temperaturas en aeropuertos de altitud y pistas cortas, con menor oxígeno que uno al nivel del mar, puede causar menor densidad del aire, reduciendo la capacidad de generar sustentación y limitando el peso máximo de despegue de los aviones.

También la ocurrencia de eventos como tormentas, o climas adversos pueden limitar sobre todo las maniobras de aterrizaje, aumentando los periodos de cierre por mal tiempo o baja visibilidad.

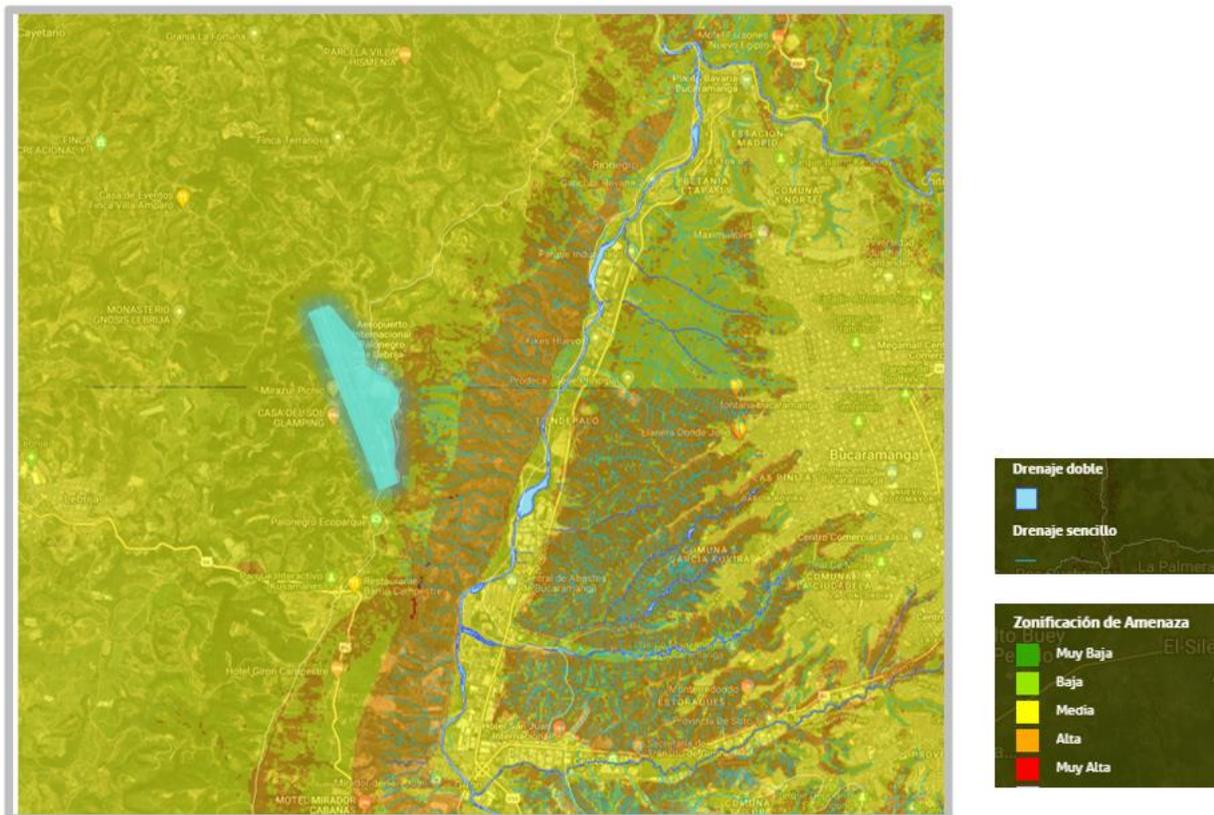
### **Sistema de Riesgo – Amenaza - Vulnerabilidad**

**Sistema de Riesgo:** consiste en analizar el nivel de amenazas presentes en el área, así como las vulnerabilidades que presenta el proyecto y la infraestructura física existente y planeada, pues la multiplicación de estos factores se traducirá en riesgos latentes. Como las amenazas naturales no pueden ser removidas o evitadas en gran medida, la vulnerabilidad a estos eventos debe ser mitigada a través del cumplimiento de las normas en este ámbito, así como en la sensibilización y entrenamiento de las personas y entidades ante las medidas a tomar en caso de materializarse alguna de las amenazas previstas.

**Sistema de Amenazas:** En el sistema de amenazas identificadas en el área del aeropuerto Palonegro se identificó, la amenaza de remoción en masa en nivel medio al encontrarse en zonas de laderas con pendientes elevadas en todas las direcciones. Por otro lado, existe otra amenaza de suma importancia para la zona, y es la amenaza Sísmica la cual es Alta para la mayor parte del departamento, así como

para el área del aeropuerto, Finalmente y relacionada con la amenaza sísmica esta la intensidad sísmica esperada, la cual es catalogada como severa. Estas amenazas naturales cubren toda el área del aeropuerto, así como varios km cuadrados, por lo cual no pueden ser removidas o evitadas usando simples reubicaciones físicas, si no, que debe ser tratada reduciendo su vulnerabilidad.

**Figura 7.** Mapa de amenaza por remoción en masa



*Nota:* Adaptado de “Colombia en Mapas” Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], n.d.

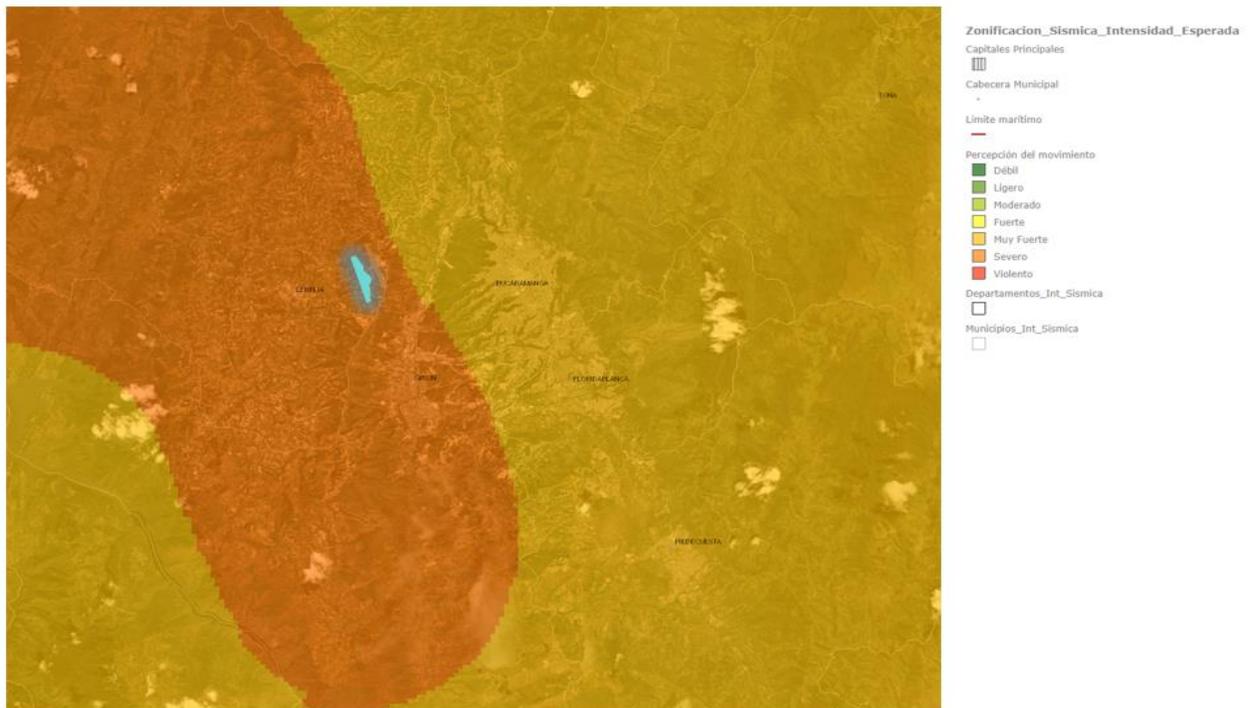
(<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>)

**Figura 8.** Mapa de amenaza por amenaza sísmica.



*Nota:* Adaptado de “Colombia en Mapas” Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], n.d.(

<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>)

**Figura 9.** Mapa de amenaza por intensidad sísmica esperada

*Nota:* Adaptado de “Colombia en Mapas” Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], n.d.

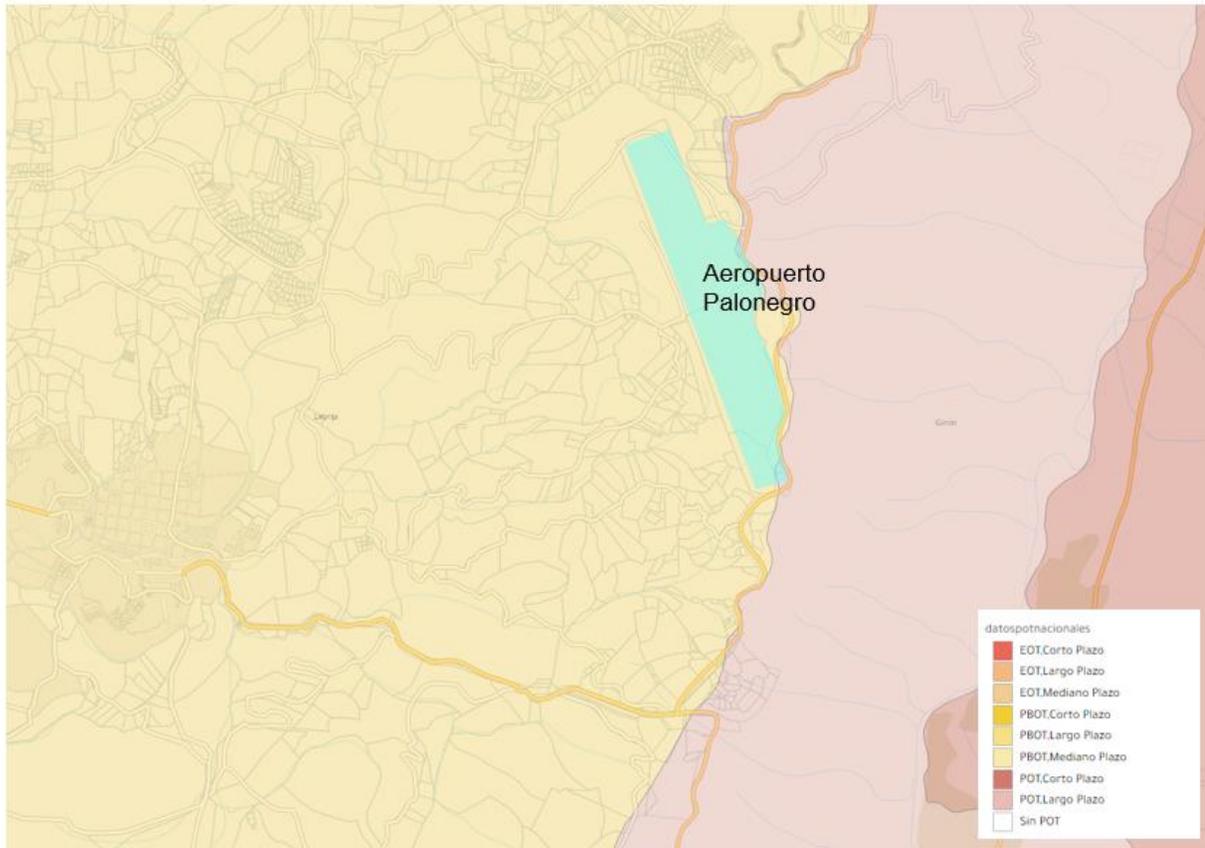
(<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>)

**Sistema de Vulnerabilidad:** Para evitar daños materiales e inmateriales asociados a las amenazas identificadas es necesario, por ejemplo, en el caso de la amenaza y la intensidad sísmicas esperadas, verificar el cumplimiento de la norma sismo resistente vigente, la cual contempla los medios de mitigación de estas amenazas a través de los elementos estructurales, materiales y métodos de construcción mínimos para soportar la intensidad y exposición a los sismos esperados en el área. Para el caso de la amenaza por remoción en masa y como el predio limita con áreas identificadas con riesgo alto, es posible evitar la construcción de infraestructura en estas áreas, así como lograr mantener las áreas boscosas intactas para que actúen como medio de estabilización del suelo para prevenir deslizamientos.

### **Diagnóstico del área de estudio**

El área de estudio de este proyecto se encuentra en jurisdicción del municipio de Lebrija que por su envergadura cuenta con un Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), sin embargo y aunque el aeropuerto existe en esta localidad hace más de 40 años, en el plano de usos, los predios que comprenden el aeropuerto Palonegro aun aparecen como predios rurales destinados a actividades agropecuarias, por lo que es recomendable y en vista de planear un crecimiento de las áreas físicas relacionadas con la actividad aeroportuaria, establecer un plan de ordenamiento acorde con las actividades aeroportuarias, de logística y servicios que allí se llevan a cabo y que se proyectan a operar en los próximos 3 años, tal como se menciona en la literatura que se ha publicado en referencia a las ciudades o distritos aeroportuarios.

**Figura 10.** Tipo de plan de ordenamiento territorial que rige en el área



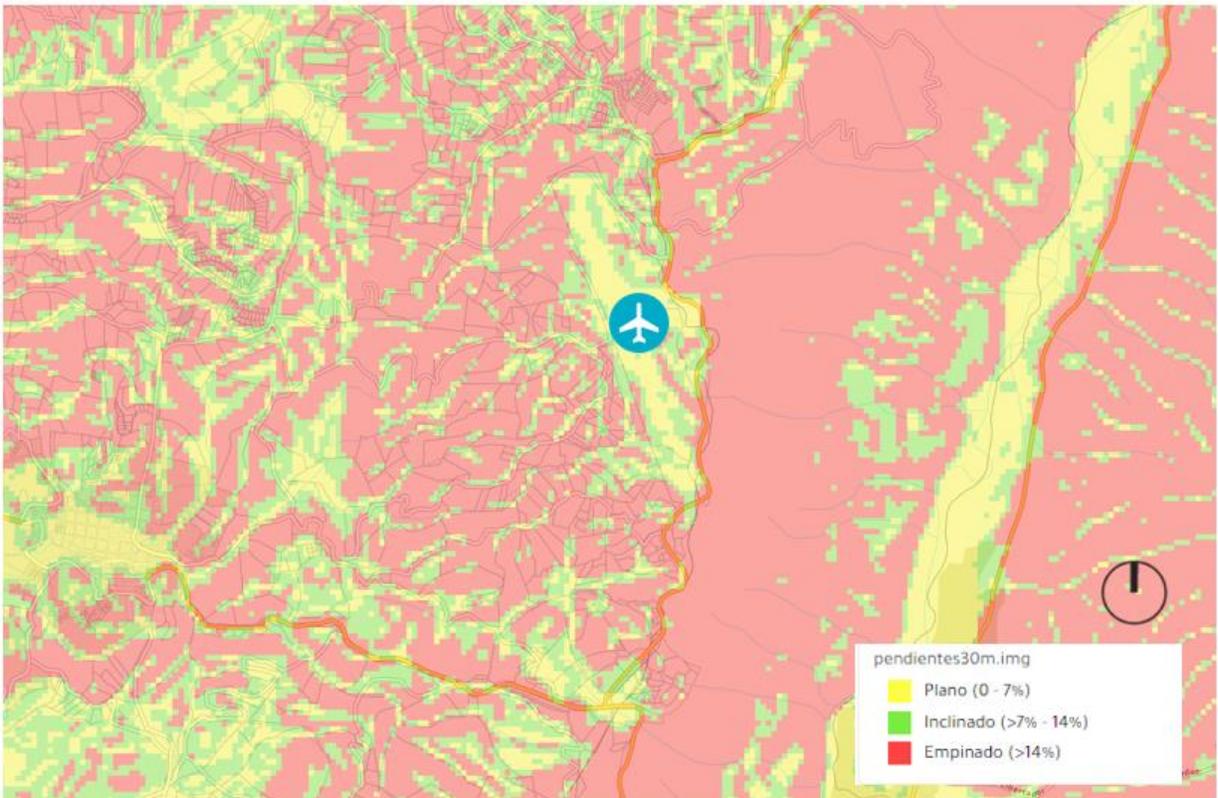
*Nota:* Adaptado de "Colombia en Mapas" Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], n.d.

(<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>)

A continuación, se realiza una descripción completa del área, que incluye las características físicas, como topografía, pendientes, altura de edificaciones, así como un análisis de los sistemas ambiental, vial y socioeconómico del sector. Esta información será un factor determinante para definir las características y potencialidades de la expansión aeroportuaria que se planea ejecutar en este proyecto.



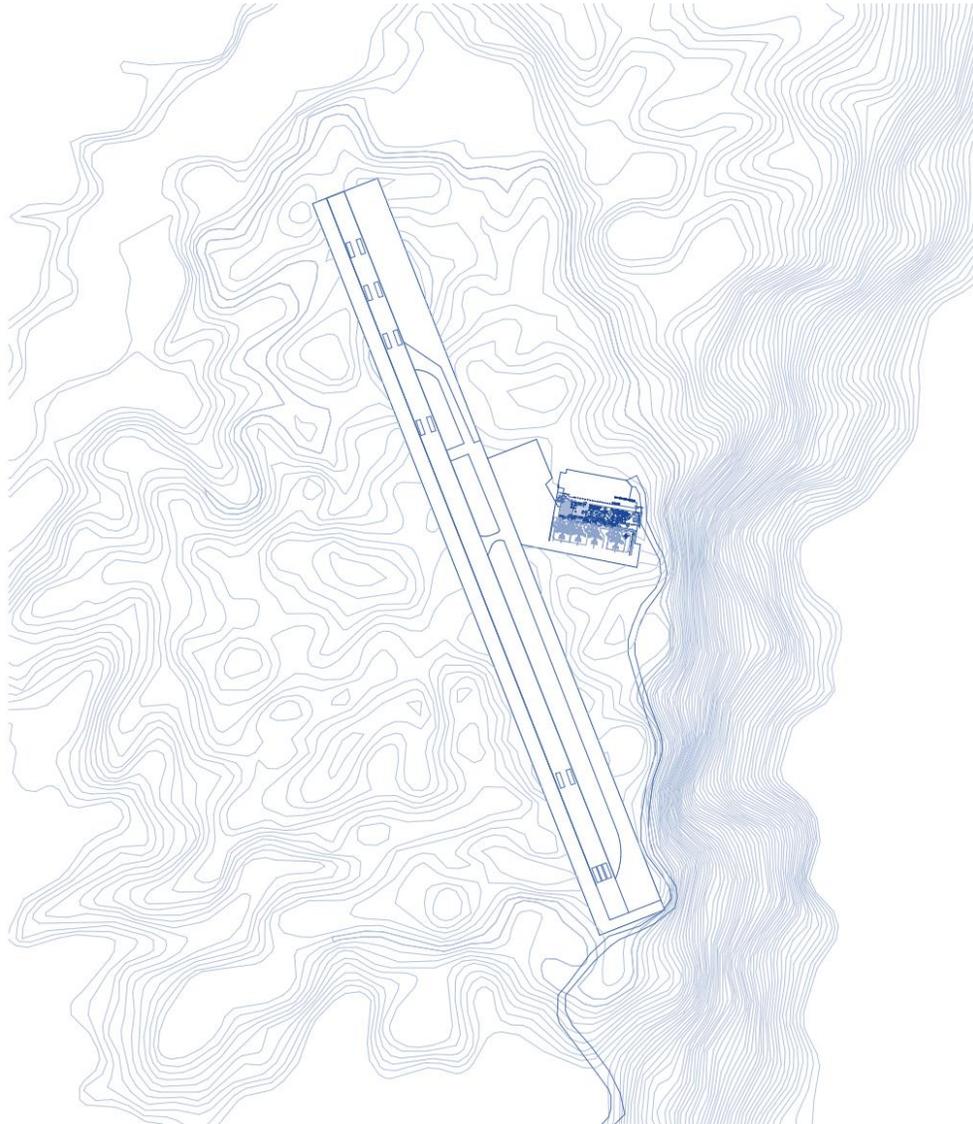
**Figura 12.** Mapa de pendientes en el sector del Aeropuerto Palonegro



*Nota:* Adaptado de “Colombia en Mapas” Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], n.d.

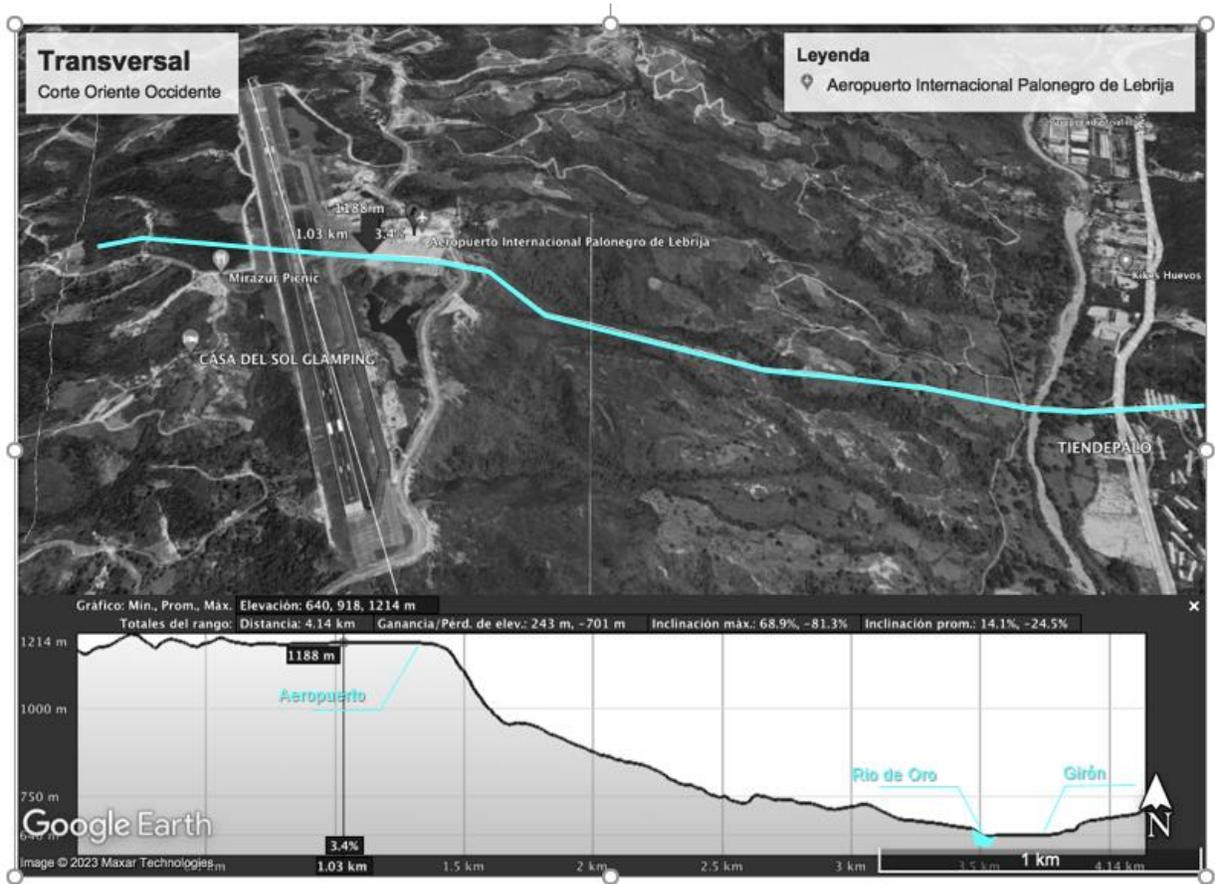
(<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>)

**Figura 13.** Mapa Topográfico en el sector del Aeropuerto Palonegro



*Nota:* "Elaboración propia"

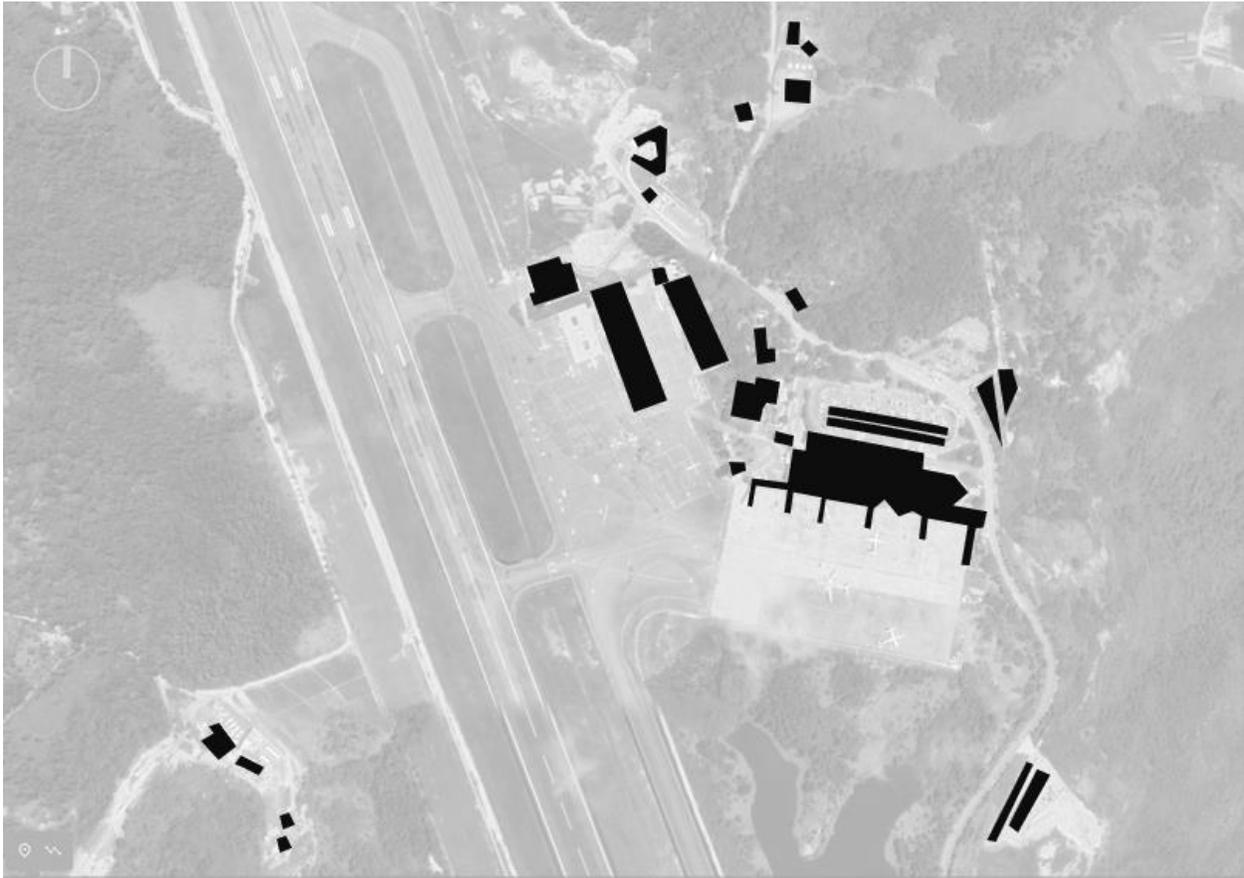
Figura 14. Corte transversal en el sector del Aeropuerto Palonegro



Nota: Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

**Edificaciones:** El sector colindante al Aeropuerto Palonegro hace parte de un área de vocación rural del municipio de Lebrija, el cual se encuentra localizado aproximadamente a unos 3 km en línea recta del casco urbano del municipio, las pocas edificaciones existentes en el sector son predominantemente de tipo vivienda rural o dedicados a actividades de servicios como restaurantes y miradores.

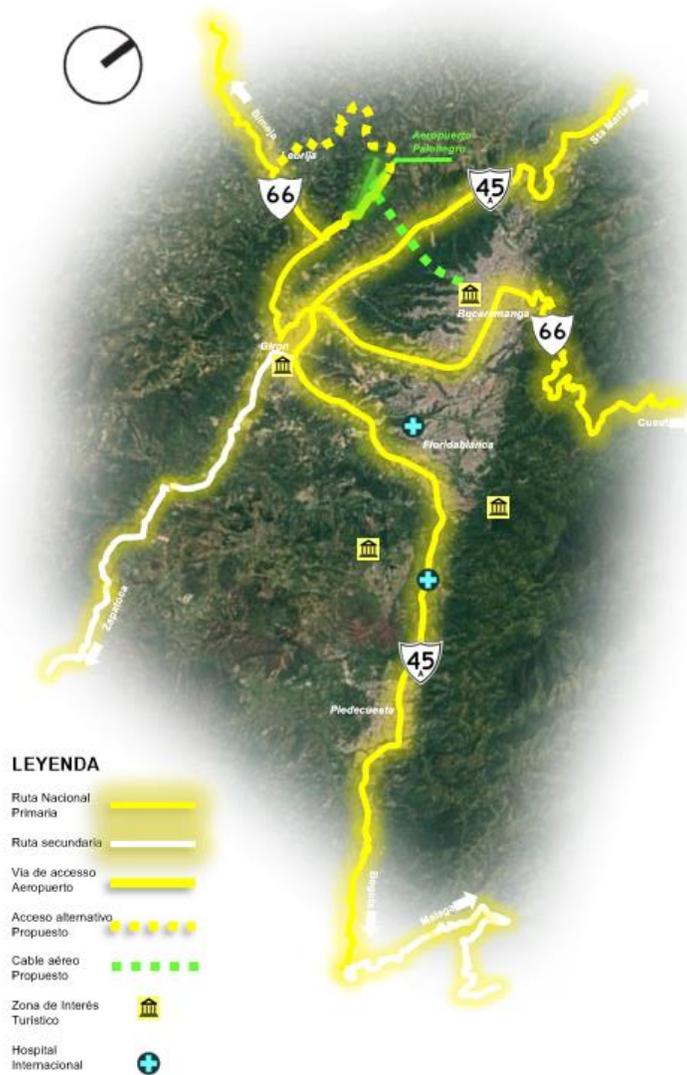
**Figura 15.** Plano de llenos y vacíos en el sector del Aeropuerto Palonegro



*Nota:* Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

**Sistema de Movilidad:** El Aeropuerto está ubicado en un sector estratégico a 4 km de la Ruta Nacional 66, y a 10 Km de la intersección de la ruta nacional 66 con la ruta 45ª. La ruta Nacional 66 es una ruta transversal del sistema nacional de carreteras que discurre entre Barrancabermeja y Arauca, mientras la ruta 45ª es una ruta Troncal que conecta Bogotá con San Alberto, interceptando en esta localidad la Ruta del Sol que Finaliza en Santa Marta. Estas carreteras conectan el aeropuerto con las atracciones turísticas y los centros productivos más importantes del Departamento.

Figura 16. Sistema vial Regional

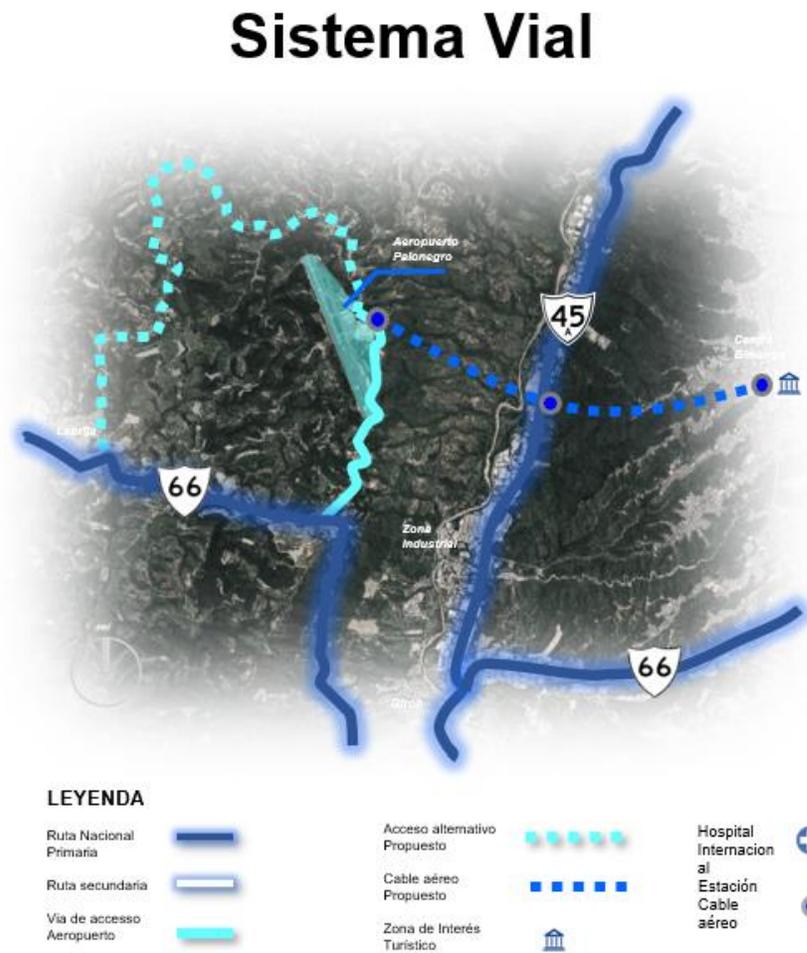


Nota: Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

El acceso principal a al aeropuerto Palonegro es vehicular, a través primero de la Ruta Nacional 66, en doble calzada desde los municipios del área metropolitana de Bucaramanga, y segundo a través de una

vía bidireccional de 4 Km que sirve principalmente al aeropuerto, el recorrido a Bucaramanga es de 20 minutos. Los medios que sirven al aeropuerto son el vehículo Particular, Motocicletas, Ruta de bus intermunicipal, Taxis, aplicaciones de movilidad y vehículos de transporte especial. Existe otra vía veredal que conecta el aeropuerto por el Norte con el municipio de Lebrija y la ruta 66 que puede ser modernizada y pavimentada para servir como vía alterna en caso de emergencias.

Figura 17. Sistema vial y accesos al Aeropuerto Palonegro



Nota: Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

Por otro lado, La gobernación de Santander y la alcaldía de Bucaramanga vienen trabajando en un proyecto para construir un cable aéreo para conectar con un medio de transporte público y eficiente el aeropuerto Palonegro con el centro de Bucaramanga.

**Sistema Ambiental:** El aeropuerto Internacional Palonegro tiene un área de influencia de 15 Km radiales, en dicha área no se encuentran Reservas Naturales nacionales, tampoco existen Parques Nacionales naturales ni Áreas Naturales únicas que impedirían un desarrollo de esta envergadura. El

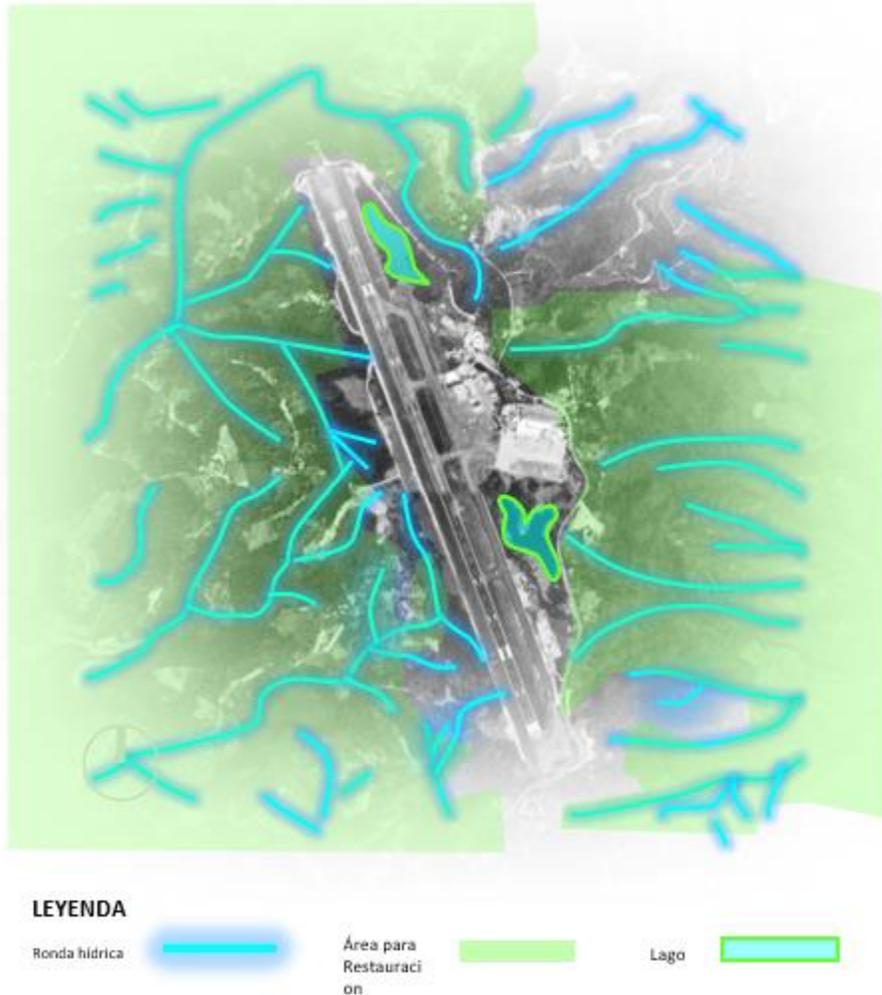
área de estudio sin embargo está contenida dentro de dos zonas de Distritos Regionales de Manejo Integrado, en primer lugar, el Distrito regional de manejo integrado de Bucaramanga, también el aeropuerto está regulado por el distrito regional de manejo Integrado Angula alta humedal el Pantano (Consortio PP.MM Nororiente, 2020).

**Hidrología:** El área de interés ambiental está definida, primero, por la red hídrica de drenajes que circundan el aeropuerto, las cuales cuentan con una respectiva ronda hídrica de 30 metros; En segundo lugar, se consideran de interés ambiental los lagos artificiales que abastecen al aeropuerto Palonegro, los cuales cuentan con una franja de protección de 30 metros. Las rondas hídricas se encuentran reglamentadas por dos documentos, en primer lugar, por la resolución 0957 de 2.018, y, en segundo lugar, por la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.

Por otro lado, hay que mencionar que el área del Aeropuerto Palonegro hace parte de un polígono de aproximadamente 450,72 ha que pertenece al Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA, estas zonas del país conforman el Portafolio Preliminar de Áreas para Restauración. Los bosques árboles o matorrales presentes en las inmediaciones del aeropuerto no hacen parte del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). Se encuentra reglamentado por tanto, por el decreto 1007 de 2018 donde se estipulan los pagos por servicios ambientales en estas áreas.

**Figura 18.** *Estructura ecológica principal*

## Estructura Ecológica Principal

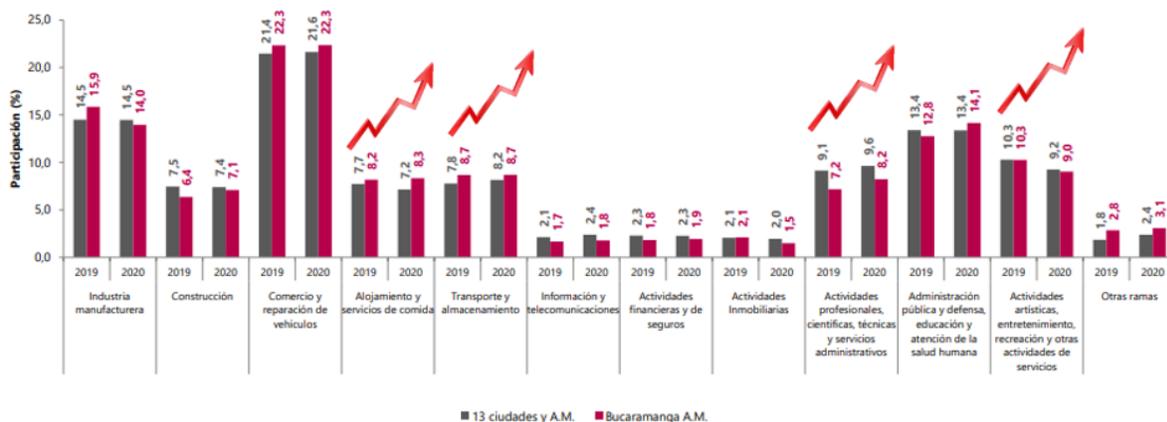


*Nota:* Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

**Diagnostico Socioeconómico:** El aeropuerto Palonegro sirve como principal medio de transporte al área metropolitana de Bucaramanga que comprende además del mismo municipio de Bucaramanga, 4 municipios más, Floridablanca, Piedecuesta, Girón y Lebrija, en orden de importancia y peso económico por el tamaño de sus economías y número de habitantes. En esta área las principales ramas de actividad

económica son el comercio y la industria manufacturera, existiendo una gran oportunidad de crecimiento en otros sectores relacionados con el desarrollo aeroportuario como son el sector hotelero y turístico, de transporte, de actividades profesionales, así como de entretenimiento y actividades artísticas que pueden ser impactados positivamente con la expansión aeroportuaria y la llegada de más turistas, visitantes de negocios así como en el intercambio de bienes y servicios con otras regiones del país y del mundo.

**Figura 19.** Composición de la población ocupada, según ramas de actividad en el Área Metropolitana de Bucaramanga y otras 13 ciudades del departamento



Fuente: DANE – GEIH

El Turismo no aparece entre las ramas mas importantes de la región. Existe gran oportunidad de crecimiento.



Actividades a impactar con la expansión del aeropuerto



*Nota:* Adaptado de “La información del DANE en la toma de decisiones regionales Bucaramanga-Santander. Departamento Administrativo Nacional de Estadística” Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2021. (<https://www.googleearth.com>)

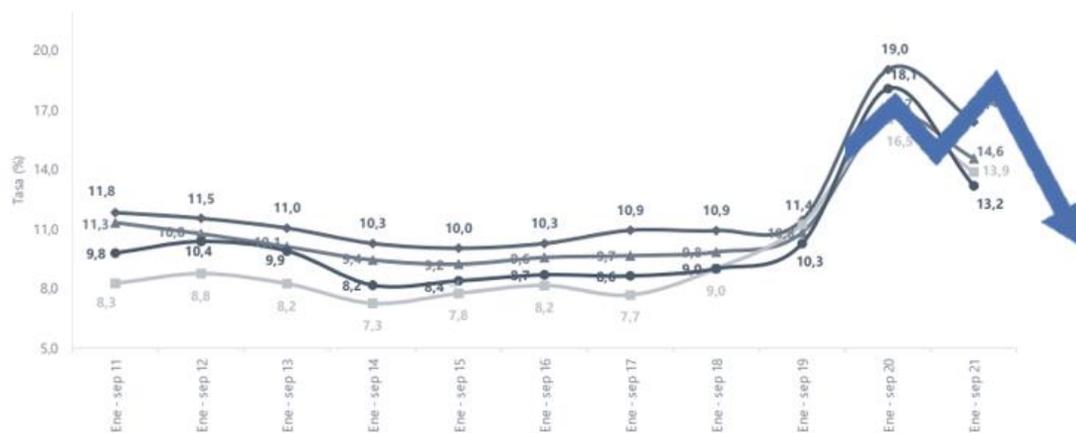
DANE (2021). La información del DANE en la toma de decisiones regionales Bucaramanga-Santander.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/210204-InfoDane-Bucaramanga-Santander.pdf>.

También una expansión del aeropuerto trae un importante incremento de empleos calificados y no calificados para realizar las actividades relacionadas con el funcionamiento y servicio de las actividades tanto del lado tierra como en el lado aire, además de todos los otros sectores encadenados que pueden generar muchos puestos de trabajo empujando el desempleo a la baja, el cual ya es de los más bajos del país, favoreciendo y estimulando aún mas el mejoramiento de la productividad de la región.

**Figura 20.** Tasa de desempleo Nacional, del Área metropolitana de Bucaramanga y de los 13 municipios más importantes del Departamento de Santander (DANE, 2022).



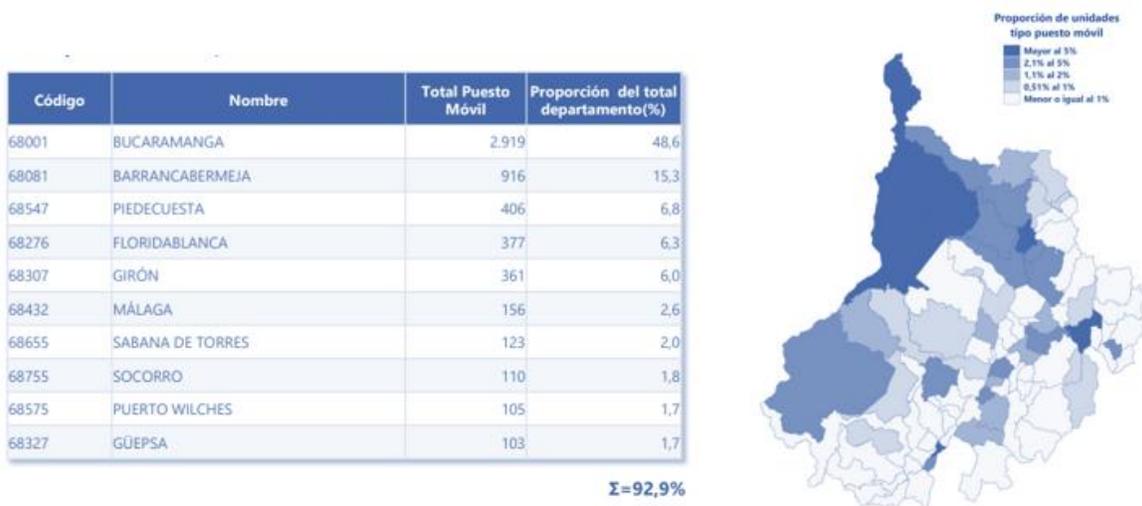
El crecimiento en actividades turísticas y científicas puede jalonar mayor empleo en la región



*Nota:* Adaptado de “La información del DANE en la toma de decisiones regionales Bucaramanga-Santander. Departamento Administrativo Nacional de Estadística” Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2021. (<https://www.googleearth.com>)

Por otro lado, entre las actividades económicas más importantes de la región, como del país, está la económica de la calle, o economía popular, que no es más que todos los trabajos que se dedican a la venta y comercialización de productos típicos en puestos móviles o ambulantes. En ese sentido el Aeropuerto puede actuar como un agrupador de las actividades de la calle en sus zonas comerciales para exhibir y promocionar experiencias únicas a los turistas de una gran cantidad de productos novedosos que se comercializan en Santander, y que pueden ayudar a formalizar y colectivizar una fuerza de trabajo que está en la informalidad, pero que tiene mucho potencial de atraer compradores foráneos ávidos de experiencias diferentes.

**Figura 21.** Economía de la calle -Puestos móviles top 10 municipios de Santander y proporción de puestos móviles por municipio (DANE, 2022)



*Nota:* Adaptado de “La información del DANE en la toma de decisiones regionales Bucaramanga-Santander. Departamento Administrativo Nacional de Estadística” Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2021. (<https://www.googleearth.com>)

### **Análisis Bioclimático**

La caracterización bioclimática se elaboró usando el método Givonni, en el cual se insertaron los datos de latitud, longitud, altitud, temperaturas, humedad y precipitaciones promedio del sector, para obtener las estrategias de diseño bioclimático adecuadas para cada mes del año, que permitan alcanzar un confort térmico con el mínimo de energía extra en el sistema de ventilación.

De esta metodología se obtuvo que el sector del aeropuerto necesita establecer estrategias de deshumidificación durante todos los meses del año para poder alcanzar el confort térmico, puesto que durante todo el año las temperaturas y la humedad promedio reportadas no le permiten alcanzar dicho confort por sí solo.

Las principales estrategias obtenidas a usar en el diseño bioclimático de la nueva terminal del aeropuerto Palonegro son:

Realizar construcciones pasivas usando materiales livianos con porches que generen amplias zonas con sombras, y estructuras levantadas sobre el terreno.

1. Plantear voladizos o parasoles operables que minimicen el contacto de rayos solares con la fachada y los vanos principales de la edificación.
2. Reducir al máximo o inclusive eliminar el uso de fachadas acristaladas orientadas al oriente y occidente para minimizar la ganancia de calor interna.

### **Análisis Normativo**

El análisis normativo incluyó cuatro frentes principales, primero la normatividad aeronáutica, segundo, la normatividad ambiental para la zona de influencia, tercero, en la normatividad urbano-arquitectónica para estos espacios dictada por el plan de ordenamiento territorial del municipio, y

cuarto, la normativa técnico- constructiva que aplica para toda construcción en Colombia basada en la norma NSR-10.

### **Normatividad Aeronáutica**

La normatividad aeronáutica está basada en la revisión de la normatividad arquitectónica que establece la aeronáutica civil de Colombia específicamente para el desarrollo de nuevas terminales de pasajeros, La aeronáutica civil es el ente regulador de las actividades aeronáuticas de Colombia y los documentos principales que regulan las actividades aeronáuticas se les conocen como RAC (Reglamentos aeronáuticos de Colombia).

De los reglamentos aeronáuticos, el RAC 14 es el reglamento más importante para el diseño de nuevas terminales pues Contiene los requisitos arquitectónicos de infraestructura y de logística necesarios para la óptima aplicación de las medidas de protección de la aviación civil internacional contra actos de interferencia ilícita. Los requisitos de facilitación y uso de personas con movilidad reducida. Se integra el diseño y la construcción de nuevas terminales.

Los otros dos RAC mas importante para el diseño de nuevas terminales de pasajeros son el RAC 160 y el RAC 209. El RAC 160 Permite conocer a detalle los esquemas de seguridad que se deberán tener en cuenta para el diseño apropiado desde el momento en que se compran los pasajes hasta el abordaje, pasando por cada uno de los puntos de control para los pasajeros. Así mismo, el control de equipaje que se debe realizar para así proponer un diseño en función a determinado control. El RAC 209 se encarga de regir las normas para garantizar el uso y acceso de personas con movilidad reducida.

Por otro lado, este proyecto uso como norma el Manual de la IATA 11va edición, este documento es la referencia para el desarrollo de aeropuertos a nivel mundial. El manual nos presenta las fórmulas requeridas para garantizar un nivel de servicio óptimo en los espacios de un Aeropuerto. En la **Tabla 1**. Podemos observar las ecuaciones utilizadas para obtener tanto las áreas como las unidades necesarias para prestar un nivel servicio óptimo en una terminal aeroportuaria.

**Tabla 1.** Programa Arquitectónico Basado en el Manual de la IATA, Para el cálculo de áreas y unidades operativas (IATA,2019).

NO.	DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	UNIDAD
1	Longitud Andén de Salida	$L = \frac{aplt}{60n} + 10\%$	ML
2	Área del Hall General	$A = s \cdot \frac{y}{60} \cdot 3 \left[ \frac{d(1+o)+b}{2} \right] = M^2$	M <sup>2</sup>
3	Número de Mostradores Check-In	$N = \frac{(a+b)k}{60} + 10\%$	UN
4	Área Colas Frente a Mostradores	$A = s \cdot \frac{20}{60} \cdot \frac{3(a+b)}{2} - (a+b) = M^2$	M <sup>2</sup>
5	Número de Controles Pasaportes	$N = \frac{(a+b)k2}{60} + 10\%$	UN
6	Zona Estéril Frente a Salas Abordaje	$A = \left( \frac{cul}{60} + \frac{cvk}{60} \right) - c \left( \frac{ul+vk}{30} \right) = M^2$	M <sup>2</sup>
7	Unidades Centralizadas de Rayos X	$N = \frac{(a+b)w}{y} = \frac{a+b}{300}$	UN
8	Unidades Rayos X por Sala de Abordaje	$N = \frac{60mw}{y(g-h)} - 0,2 \frac{m}{g-5}$	UN
9	Área de Salas de Abordaje	$A = ms = M^2$	M <sup>2</sup>
10	Número de Posiciones de Sanidad	$N = \frac{450t}{30}$	UN
11	Número de Posiciones Inmigración	$N = \frac{(d+b)k3}{60} + 10\%$	UN
12	Área de Colas Inmigración	$A = s \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{4(d+b)}{2} - (d+b) = 0,25(d+b)$	M <sup>2</sup>
13	Área Zona de Reclamo Equipajes	$A = \frac{ews}{60} = \frac{e \cdot x \cdot 30 \cdot 1,8}{60} = 0,9em^2 + 10\%$	M <sup>2</sup>
14	Número de Cintas para Equipajes	Wide-Body Aircraft $N = \frac{eqy}{60n} - \frac{eq}{425}$ Narrow-Body Aircraft $N = \frac{erz}{60m} - \frac{er}{300}$	UN
15	Mostradores Control de Aduana	$N = \frac{efta}{60}$	UN
16	Área de Colas Control de Aduana	$A = fs \cdot \frac{20(3e-e)}{60} - 0,25ef$	M <sup>2</sup>
17	Área Espera Visitantes	$A = s \cdot \left( \frac{w(d+b)}{60} + \frac{zdo}{60} \right) - 0,375(d+b+2do)$	M <sup>2</sup>
18	Longitud Andén de Llegada	$L = \frac{dplt}{60n} - 0,095dpm + 10\%$	ML

- 1.- Número de pasajeros originados hora pico a
- 2.- Número de pasajeros no originados hora pico c
- 3.- Número de pasajeros que terminan viaje en hora pico d
- 4.- Número de pasajeros transferidos en hora pico sin Check-In b
- 5.- Número de pasajeros que terminan internacional y domestico hora pico e
- 6.- Proporción de pasajeros que usan taxi:
  - a. Pasajeros que salen p
  - b. Pasajeros que llegan p
- 7.- Proporción de pasajeros que salen en trayecto largo en hora pico i
- 8.- Proporción de pasajeros que salen en trayecto corto en hora pico k
- 9.- Proporción de pasajeros que llega en hora pico en avión de cabina ensanchada q
- 10.- Proporción de pasajeros que llegan en hora pico en avión de cabina angosta r
- 11.- Tiempo de llegada del primer pasajero a la sala de embarque antes de que salga el avión g
- 12.- Número de visitantes por:
  - a. Pasajeros que salen o
  - b. Pasajeros que llegan o
- 13.- Número máximo de sillas que será tratado en la sala de embarque m
- 14.- Número máximo de sillas del avión más grande que opera en este aeropuerto s
- 15.- Tiempo promedio de ocupación de las salas de embarque por:
  - a. Pasajeros de vuelos largos u (minutos)
  - b. Pasajeros vuelos cortos v (minutos)
- 16.- Tiempo promedio del procesamiento para pasajeros:
  - a. Mostradores chequeo salida t (minutos)
  - b. Mostradores control emigración t (minutos)
  - c. Mostradores control inmigración t (minutos)

Nota: Tomado de “Airport Development Reference Manual (ADRM)” IATA, 2019.

Los datos de entrada principales para calcular dichas áreas y elementos comprenden principalmente el número de pasajeros esperados en las horas pico proyectados en un horizonte de 20 años, que el periodo de tiempo mínimo que se usa para evaluar la viabilidad de proyectos de infraestructura y se presentan en la **Tabla 2**. En la **Tabla 3**. Se puede observar las áreas y unidades recomendadas y computadas a través de las fórmulas dadas por el manual.

**Tabla 2.** Datos de entrada utilizados para calcular el programa Arquitectónico de la nueva terminal de pasajeros del Aeropuerto Palonegro, elaboración propia.

Datos de entrada	Variable	valor
Numero de pasajeros originados (llegados) en hora pico	a	636
Numero de pasajeros no originados (salidos) en hora pico	c	624
Numero de pasajeros que terminan viaje en hora pico	d	636
Numero de pasajeros transferidos hora pico sin check-in	b	0
Numero de pasajeros que terminan internacional y domestico (Hora Pico)	e	636
Proporcion de pasajeros que usan taxi		
a- pasajeros que salen	p	0.75
b- pasajeros que llegan	p	0.75
Proporcion de pasajeros que salen en trayecto largo en hora pico	i	0.15
Proporcion de pasajeros que salen en trayecto corto en hora pico	k	0.85
Proporcion de pasajeros que llegan en hora pico en avion de cabina ancha	q	0
Proporcion de pasajeros que llegan en hora pico en avion de cabina angosta	r	1
Tiempo de llegada del primer pasajero a la sala antes de de que salga el avion	g	60
Numero de visitantes por		
a- Pasajeros que salen	o	2
b- pasajeros que llegan	o	2
Numero de sillas que sera tratado en sala de embarque internacional	m	189
Numero de sillas en sala de embarque Nacional	m	756
Numero de sillas avion mas grande que opera el aeropuerto	s	189
Tiempo promedio de ocupacion de salas de embarque por:		
a- Pasajeros vuelos largos	u	120
b- Pasajeros vuelos cortos	v	60
Tiempo promedio de procesamiento para pasajeros:		
a- Mostradores chequeo de salida	t	3
b- Mostradores control de emigracion	t	3
c- Mostradores control de inmigracion	t	3

Nota: "Elaboración propia"

**Tabla 3.** Programa arquitectónico recomendado para la nueva terminal de pasajeros del Aeropuerto Palonegro. Elaboración propia.

Áreas y unidades requeridas para brindar servicio óptimo	Resultado	Unidades
Longitud del andén de salida	100	m
Área del hall general	1431	m <sup>2</sup>
Número de mostradores	35	und
Área colas frente a mostradores	350	m <sup>2</sup>
Número de controles de pasaportes	5	und
Unidades centralizadas de rayos x	2	Und
Zona esteril frente a salas de abordaje	789	m <sup>2</sup>
Unidades de rayos x por cada sala de abordaje	1	und
Área de salas de abordaje nacional	869	m <sup>2</sup>
Área de salas de abordaje internacional	217	m <sup>2</sup>
Número de posiciones de sanidad	3	Und
Número de posiciones de inmigración	6	Und
Área colas Inmigración	175	m <sup>2</sup>
Área Zona de reclamo de equipajes	630	m <sup>2</sup>
Número de cintas de equipaje	2	Und
Mostradores control de aduanas	5	Und
Área Colas de aduana	44	m <sup>2</sup>
Área espera visitantes	1312	m <sup>2</sup>
Longitud andén de llegada	67	ml

*Nota:* “Elaboración propia”

### **Normatividad Ambiental**

El área del Aeropuerto hace parte del Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA, estas zonas del país conforman el Portafolio Preliminar de Áreas para Restauración. Y están regulados por el decreto 1007 de 2018. Por otro lado, la resolución 0957 de 2018 reglamenta las rondas hídricas de Colombia, y determina que para los lagos y drenajes en inmediaciones del aeropuerto se debe dejar libre una franja de 30 metros alrededor de estos cuerpos de agua. El Área del aeropuerto, además, está regulada por el Distrito regional de manejo integrado de Bucaramanga, también por el distrito regional de manejo Integrado Angula alta humedal el Pantano. En términos de manejo de residuos tanto reciclables como no reciclables, esta área está regida por el plan de gestión integral de residuos sólidos del Municipio de Lebrija, PGIRS.

### **Normatividad Urbano-Arquitectónica**

Las intervenciones en el área del Aeropuerto Palonegro están administradas y regidas por el Plan básico de ordenamiento territorial del Municipio de Lebrija, el cual clasifica esta área como suelo rural con fines agropecuarios y el cual debe ser actualizado para convertirlo en una zona de desarrollo aeroportuario.

### **Normatividad Técnico- Constructiva**

El reglamento colombiano de construcción sismo resistentes es el reglamento aplicable a edificaciones de tipo público en este caso, un equipamiento de transporte para la ciudad de Bucaramanga. Este documento definirá las dimensiones, sistemas de evacuación, protección contra incendios, protección al usuario y medio accesible.

### **Localización e implantación del Proyecto**

Basado en el diagnóstico del área del proyecto, la cual arroja que el territorio circundante al aeropuerto presenta pendientes elevadas, así como zonas de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA que hacen parte del Plan Nacional de Restauración, rondas hídricas afectadas por los lagos artificiales que abastecen el aeropuerto y drenajes pluviales de gran densidad, es claro que las posibles áreas de intervención son bastante limitadas, por lo tanto se debe realizar una implantación eficiente de todos los espacios, edificaciones y vías de acceso necesarias para el funcionamiento del aeropuerto, según la normativa y con la menor afectación del entorno natural.

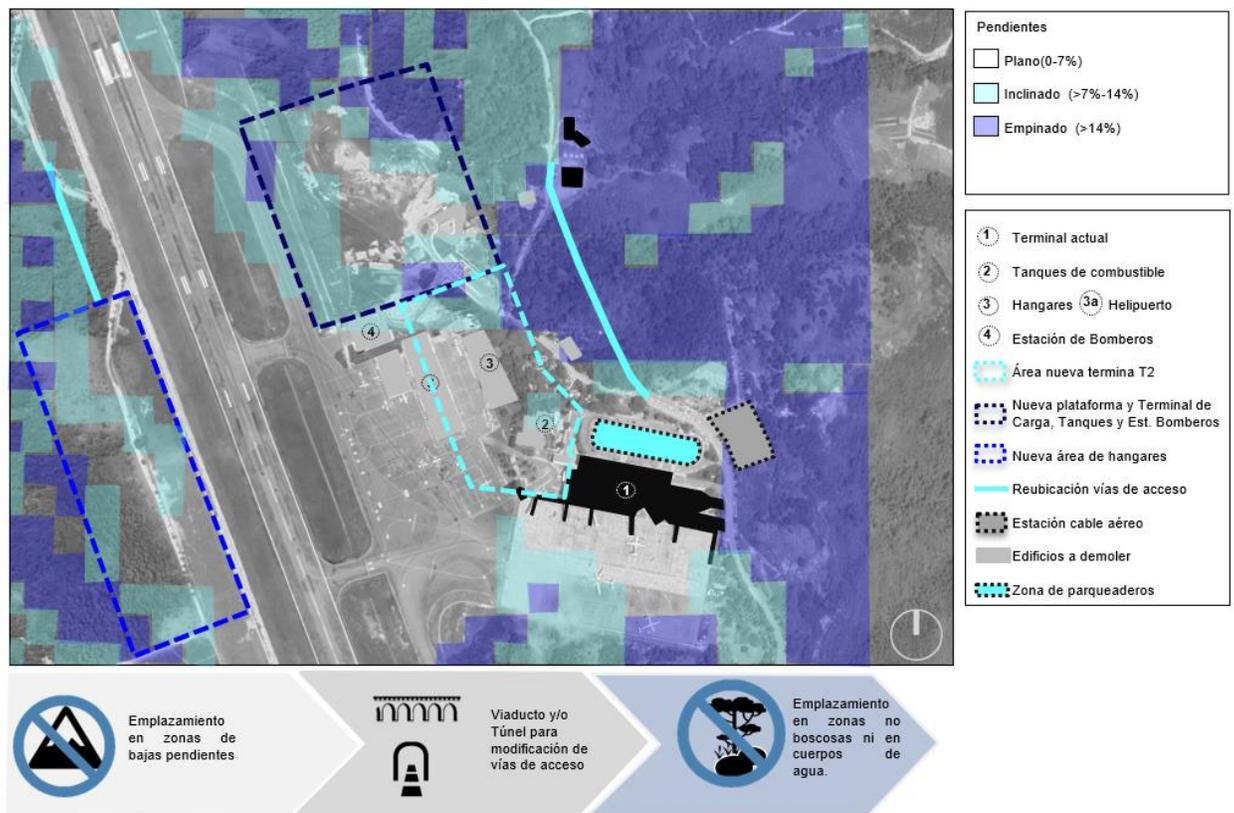
Por tal motivo se decidió implantar tanto la nueva terminal de pasajeros como la futura terminal de carga al costado norte del terminal actual, para permitir la conexión entre las 2 terminales de pasajeros prioritariamente, así como usar los accesos a la plataforma de aeronaves con mayor extensión de área para las maniobras de las aeronaves que se esperan parquear frente a la nueva terminal de pasajeros y de carga. Esta implantación hará necesario la remoción de algunos relieves presentes en esta dirección, los de menor pendiente en el sector, así como la reubicación de los hangares,

parqueaderos privados de aeronaves y el edificio de servicio contra incendios. La implantación de las nuevas terminales de pasajeros y carga, requerirán de zonas de parqueos frente a estas en el costado oriental, por lo que la vía de acceso requería moverse en esa misma dirección unos 180 m, utilizando un viaducto para no afectar los drenajes pluviales que se encuentran en este sector.

Con esta implantación, la zona de hangares, parqueadero de aeronaves privadas y el edificio de servicio contra incendios necesitarán reubicarse al costado sur occidental de la pista de aterrizaje, utilizando un área rural con baja pendiente y baja afectación ambiental que se ubica en ese sector y que tendría acceso a la pista de aterrizaje. El acceso vial a esta nueva zona se hará usando la vía rural que discurre al costado occidental de la pista ya que estas infraestructuras no requieren vinculación física directa con las terminales de pasajeros y carga. También es importante mencionar que estas edificaciones no pueden ser ubicadas al norte de la terminal de carga puesto que en esta zona la afectación ambiental es severa por la presencia del lago artificial de abastecimiento secundario del aeropuerto.

En la propuesta de implantación también se contempló el espacio para la ubicación de la estación de sistema de transporte masivo, tipo cable aéreo que plantea conectar el casco de Bucaramanga con el aeropuerto de forma directa. Esta edificación se plantea ubicar en el costado nor-oriental del parqueadero existente, en un predio donde actualmente se ubica un restaurante-piqueteadero, por lo que representa un impacto predial medio.

Figura 22. Esquema de implantación propuesto

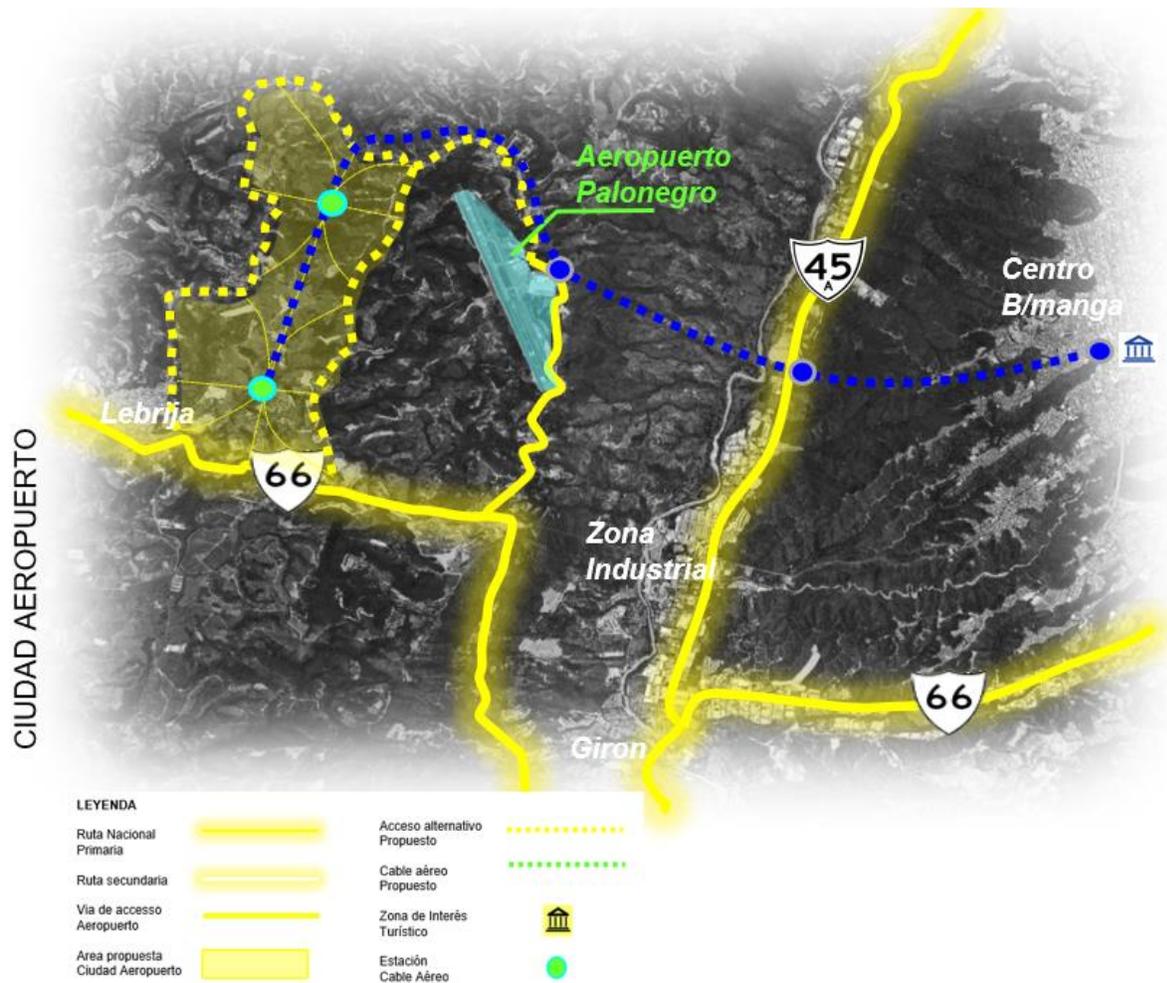


Nota: Esquema de implantación propuesto para las nuevas terminales de pasajeros, carga, hangares, parqueaderos de aeronaves, Servicios contra incendios, parqueaderos y sistema de transporte masivo tipo cable aéreo. Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

En el contexto urbano y usando los conceptos de ciudad aeropuerto , se plantea una modificación en el plan básico de ordenamiento territorial de Lebrija que incluya una zona de desarrollo aeroportuario en una zona rural comprendida entre el costado occidental de la pista y el casco urbano del aeropuerto, la cual pueda albergar edificaciones de servicios aeroportuarios, como bodegas de almacenamiento, edificaciones hoteleras, servicios turísticos, así como viviendas y espacios públicos, dotacionales y comerciales orientados a atender la demanda del personal empleado en los servicios tanto del aeropuerto como de las áreas anexas al aeropuerto. Esta zona de servicios plantea también la

extensión del servicio del cable aéreo con una estación específica para esta zona y una más en el casco urbano del municipio de Lebrija, también se plantean accesos viales independientes que comuniquen esta nueva zona de desarrollo con el aeropuerto y la vía regional 66, sin afectar las vías existentes en el municipio de Lebrija.

**Figura 23.** Planteamiento de zona de desarrollo aeroportuario “ciudad aeropuerto”, sistema vial de accesos, y sistema de transporte masivo tipo cable aéreo



*Nota:* Adaptado de “Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija” Maxar technologies, Google Earth, 2023. (<https://www.googleearth.com>)

### **Matrices Multicriterio**

Como parte del desarrollo conceptual del proyecto se realizaron matrices multicriterio que integran el cuadro de características identificadas con las alternativas, soluciones e innovaciones que se han empleado en distintos proyectos similares alrededor del mundo para definir un programa arquitectónico final y coherente con la capacidad proyectada para de expansión del aeropuerto en un horizonte de 30 años, así como, acorde con las características climáticas, físicas y sociales del lugar de implantación del proyecto, el Cerro Palonegro en el municipio de Lebrija

Para este análisis se elaboraron 3 matrices complementarias que abordan sistemas complejos de una infraestructura dotacional como una terminal área. La primera es una matriz de estrategias bioclimáticas, la segunda una matriz de sostenibilidad y la tercera una matriz de innovación tecnológica. En las tres matrices se identifican diferentes estrategias vanguardistas para abordar problemáticas propias de edificaciones con funciones similares.

**Tabla 4.** *Matriz multicriterio de estrategias bioclimáticas para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro.*

ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS		
ESTRATEGIA	CONDICION DEL PROYECTO	APLICA
PANELES SOLARES	Excelentes condiciones	X
TURBINAS EOLICAS	Baja velocidad de viento	
POZOS CANDIENSES	Aplica	X
ELEMENTOS ARQUITECTONICOS DE PROTECCION SOLAR	Aplica	X
ILUMINACION CENTRAL INDIRECTA	Aplica	X
ARBORIZACION	Área con especies nativas de gran altura	X
PLANTA DE CONTRAPISO ALIGERADA	Aplica	X
ORIENTACION DE FACHADAS	Área en orientación optima insuficiente	
VENTILACION DIRECTA DE FACHADA	Altas temperatura en cierta horas y meses del año	
PORSHE AMPLIOS	Lote limitado por altas pendientes colindantes	
COLOR REFLECTIVO (BLANCO)	Aplica	X

*Nota: "Elaboración propia"*

**Tabla 5.** *Matriz multicriterio de Sostenibilidad para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro.*

SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL - SOCIAL - ECONOMICA		
ESTRATEGIA	CONDICION DEL PROYECTO	APLICA
RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS	Buena pluviosidad	X
PLANTA DE SEPARACION DE BASURAS	Alta generación de residuos esperada	X
MODELO DE OPERACION PUBLICO	Alta carga Fiscal	
MODELO DE OPERACION POR CONSESION	Mejor alternativa por alto volumen de pasajeros esperado	X
VITRINA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS DE SANTANDER	Aplica en modalidad arriendo	X

*Nota: "Elaboración propia"*

**Tabla 6.** *Matriz multicriterio de Sostenibilidad para el diseño de la nueva terminal internacional del Aeropuerto Palonegro.*

INOVACIONES TECNOLOGICAS		
ESTRATEGIA	CONDICION DEL PROYECTO	APLICA
SITEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS ILS CAT III	Continuas condiciones de nubosidad	X
SISITEMA DE CONTROL DE AVES	Alta presencia de aves	X
HUB DE AUTOBUSES	Localización Geográfica favorable	X
CENTRO MEDICO	Potencial de crecimiento en Santander	X
CENTRO DE SERVICIOS TURISTICOS	Potencial del departamento	X
SISTEMA AUTOMATIZADO DE EQUIPAJES	Aplica - Mayor productividad	X
MIGRACION AUTOMATICA	Aplica	X
AUTO CHECK IN	Aplica	X
CINTAS DE EQUIPAJES	Aplica	X
HOTEL INTERNO 5 ESTRELLAS	Lote limitado	
SISTEMA DE TRANSPORTE FERREO	Ubicación montañosa no favorable	
SISTEMA DE TRANSPORTE CABLE AEREO	Aplica	X
SISTEMA PEOPLE MOVER	Distancia entre terminales menor a 800 m, numero de pasajeros insuficiente	
TIPO DE TERMINAL EN ESPIGON	Lote limitado en área	
TIPO DE TERMINAL LINEAL	Aplica	X
PUENTES DE ABORDAJE	Aplica	X
NUEVA PISTA DE ATERRIZAJE	Lote limitado - pasajeros esperados insuficientes	

*Nota:* “Elaboración propia”

### Esquema básico del proyecto

El diseño conceptual de la nueva terminal de pasajeros del aeropuerto Palonegro busca convertirse en la puerta de entrada de Santandereanos y visitantes, por tanto, tiene la gran responsabilidad de convertirse en una primera impresión positiva y adecuada de la identidad santandereana, en ese sentido este proyecto busca convertirse en un símbolo y una imagen de los Santandereanos en el mundo. Estos planteamientos llevaron a escoger la arquitectura simbólica como el principal referente para el planteamiento del diseño formal y la escogencia de la piel o la materialidad de la nueva edificación. Este tipo de arquitectura busca que los volúmenes de las edificaciones no rompan con el entorno natural o urbano de su contexto, si no que por el contrario empleen geometrías, colores y materiales que se

mimetecen con las características culturales y naturales únicas de la región donde se implanta, encajando armónicamente en el paisaje del sector.

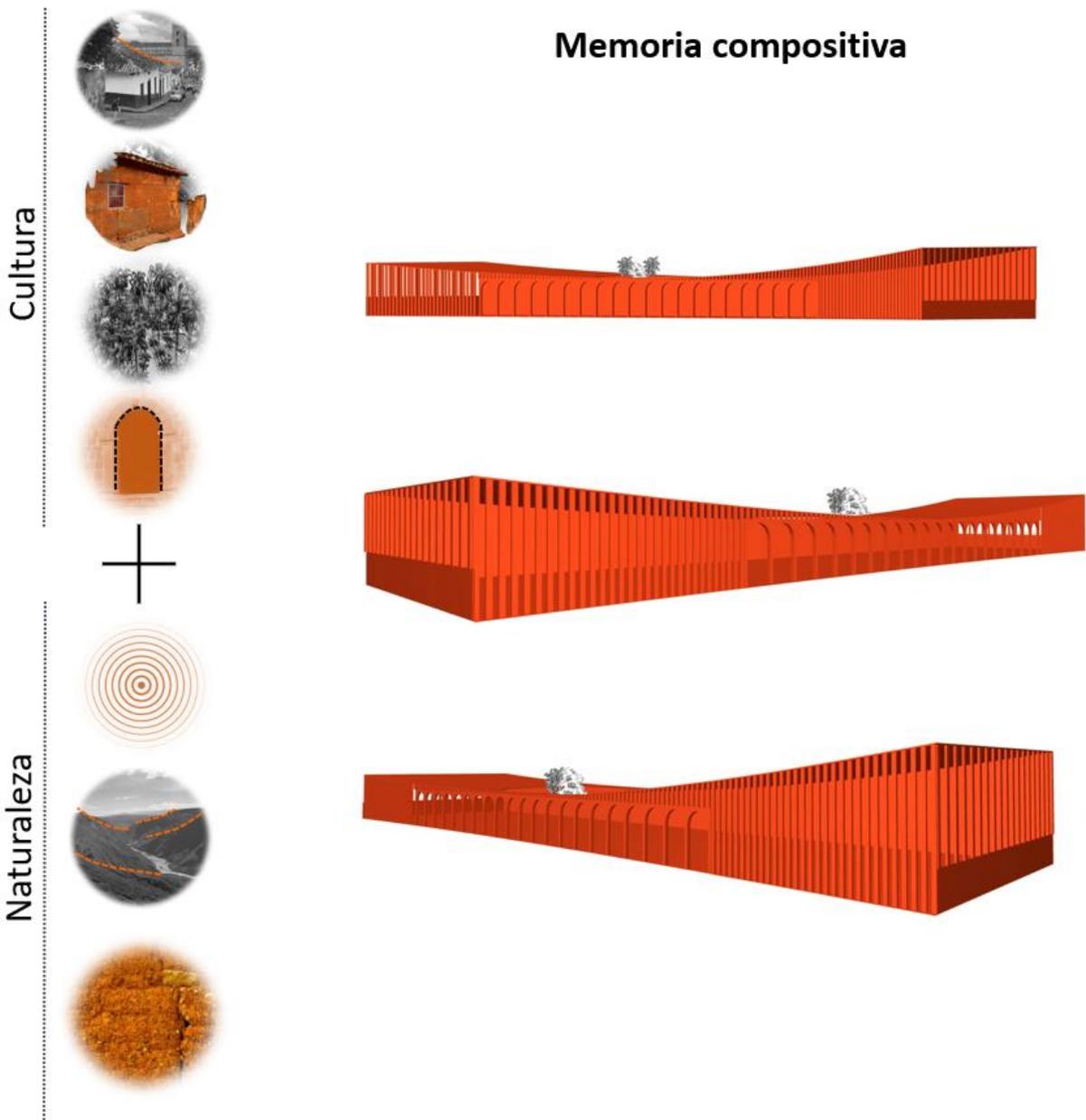
Los elementos culturales identificados en el contexto santandereano que fueron usados para el diseño conceptual de la nueva terminal de pasajeros fueron:

1. las formas de los paisajes urbanos de Barichara, pueblo icono de Santander con calles serpenteantes que producen paisajes ondulados y edificaciones escalonadas que se adaptan a la accidentada geografía de la región.
2. En el color y la materialidad, se utilizó el Pantone Orange 021P, que es una especie de naranja oscuro, típico de las fachadas y muros de los pueblos de Santander donde se llevan a cabo procesos artesanales de construcción en tapia pisada y que se diferencian de otros procesos similares por su color único y característico proveniente de sus particulares arcillas, extraídas del suelo de la región.
3. Bucaramanga es reconocida como “la ciudad de los parques”, pues tiene más de 200 parques y espacios recreativos, por lo que en esta terminal se quiere reflejar esa característica única por la que se conoce a la región con una gran plaza que actúe como eje central de todos los espacios y donde confluyan todos los recorridos y actividades de esparcimiento y estancia del aeropuerto.
4. Otra característica sobresaliente de la arquitectura de Santander está en los rasgos típicos de la arquitectura republicana que aparece en todos los cascos antiguos de los pueblos santandereanos, en ella los portales y arcos de piedra son elementos que marcan las entradas a las antiguas casonas y que están asociados al ingreso principal por su jerarquía y protagonismo.
5. También se incluyó un arquetipo simbólico de la arquitectura colonial de Santander, los arcos de medio punto, presentes en los portales más representativos de iglesias, casonas y edificios institucionales del departamento. Este elemento jerárquico constituyó el ingreso de edificios de gran importancia para la sociedad colonial, como lo es hoy el aeropuerto principal de Santander.

Los elementos Naturales identificados en el contexto santandereano que fueron usados para el diseño conceptual de la nueva terminal de pasajeros fueron:

1. Las onduladas y accidentadas formas y geometrías que producen en el paisaje las montañas de Santander, entre las que resaltan el majestuoso canon del Chicamocha y el canon del río Sogamoso.
2. Los sismos son otra característica muy conocida de Santander en el contexto nacional, pues en esta región ocurren sismos de distinta intensidad todos los días, por eso se quiere usar las formas de las ondas sísmicas como referente en las geometrías de la nueva terminal de pasajeros, para sensibilizar y erradicar la connotación negativa que estos eventos naturales producen en las personas, sobre todo en los visitantes.
3. Las texturas y colores de la tierra y las rocas predominantes en Santander serán usadas para dar color también a algunos elementos de la nueva terminal, mimetizando el volumen con el paisaje natural, pero eso sí, usando un lenguaje contemporáneo y minimalista.

**Figura 24.** Memoria compositiva inicial y elementos determinantes en el diseño conceptual y volumétrico de la nueva terminal de pasajeros del aeropuerto Palonegro



Nota: "Elaboración propia"

### Análisis y Discusión de Resultados

Este proyecto ha permitido identificar los elementos determinantes para desarrollar un diseño conceptual para la nueva terminal del Aeropuerto Palonegro. El diseño final cumple de manera satisfactoria con todas las necesidades espaciales, los requisitos normativos aeronáuticos y las características únicas que requiere el aeropuerto Palonegro, a través de un estudio de las potencialidades del departamento.

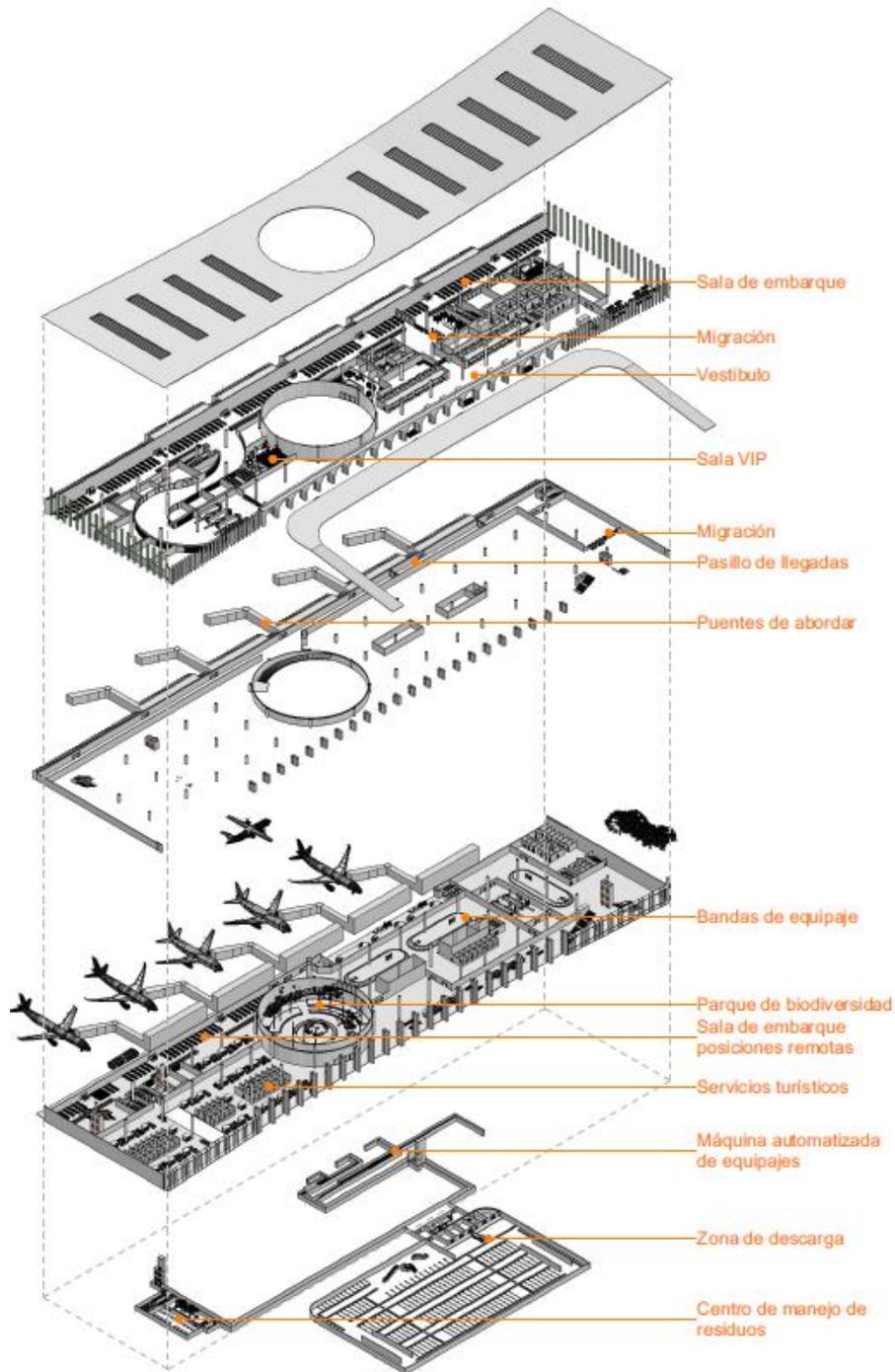
**Figura 25.** *Alzado Este Nueva terminal Internacional Aeropuerto Palonegro*



*Nota:* “Elaboración propia”

El proyecto se compone de un volumen alargado que se sitúa de manera paralela a la terminal antigua y se encuentra en terrenos con una menor inclinación identificados en la zona. La disposición del terminal de pasajeros es lineal, en parte debido a las limitaciones del territorio, que se ve restringido por las pronunciadas pendientes que rodean el cerro Palonegro.

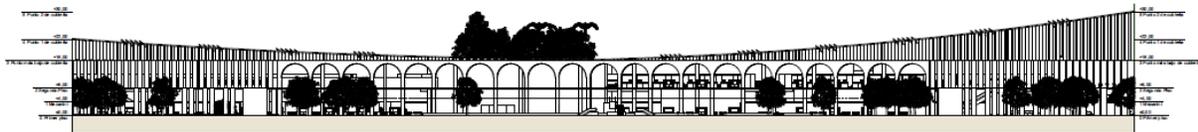
**Figura 26.** Axonométrica explotada Nueva terminal Internacional Aeropuerto Palonegro



Nota: "Elaboración propia"

La fachada y sus elementos principales se han diseñado teniendo en cuenta estrategias bioclimáticas y la necesidad de proporcionar sombra en el interior para evitar la exposición directa a los rayos del sol, dado que el aeropuerto se ubica en una zona de altas temperaturas y alta humedad. Por lo tanto, tanto la fachada este como la oeste, que reciben un mayor impacto solar, han sido cuidadosamente diseñadas con sistemas de protección solar que cubren hasta un 70% de la superficie, sobre todo en las partes altas de la fachada, y en menor medida en la parte baja, donde el puente vehicular de acceso en la fachada este y los puentes de abordaje en la fachada oeste proporcionan sombra en la planta baja.

**Figura 27.** *Fachadas Este y Oeste nueva terminal internacional Aeropuerto Palonegro*



PL-005

Fachada este

1:600



PL-005

Fachada oeste

1:600

*Nota: "Elaboración propia"*

En términos de su forma, los elementos jerárquicos que componen la fachada incluyen los extremos Norte y Sur, que son más altos y evocan las elevaciones montañosas de la cordillera oriental que atraviesa el departamento de Santander. Otro elemento jerárquico del diseño es una abertura central de forma circular que se encuentra en el valle formado por la silueta en forma de U de las fachadas este y oeste. Esta forma circular simboliza tanto los frecuentes sismos que ocurren en el departamento como los cuerpos de agua, lagos y ríos que fluyen entre las montañas de la región.

**Figura 28.** *Perspectivas Terminal T2 Aeropuerto Palonegro*



*Nota:* "Elaboración propia"

En el interior de la terminal, se ha creado un amplio parque que exhibe especies arbóreas nativas de Santander, como guayacanes, búcaros, jacarandas y cámbulos. Este parque no solo agrega valor estético, sino que también proporciona un espacio de esparcimiento, reflejando una característica distintiva de Bucaramanga, conocida como la "Ciudad de los Parques" debido a sus más de 200 espacios de este tipo. Además, los parques son un elemento central en los pueblos coloniales del departamento.

**Figura 29.** *Perspectivas al interior de la Terminal T2 Aeropuerto Palonegro*



*Nota: "Elaboración propia"*

El proyecto consta de cinco plantas con un área total de 71,004 m<sup>2</sup>, divididas en la Planta 2, el Mezanine, la Planta 1, Planta de Sótano 1 y Planta de Sótano 2, cada una con funciones específicas. Se han tomado como referencia grandes aeropuertos como el Aeropuerto Barajas de Madrid o el Aeropuerto El Dorado de Bogotá en el diseño funcional.

En la Planta 2, que abarca 19,723 m<sup>2</sup>, se ubican principalmente las actividades de salida de viajeros, como el andén de salidas, el vestíbulo principal, las oficinas de aerolíneas y migración, las zonas comerciales, restaurantes y salas de abordaje tanto nacionales como internacionales. De estas 5 salas, 4 son exclusivamente para viajeros nacionales y 1 es flexible para uso nacional e internacional, con posibilidad de expansión a 7 salas.

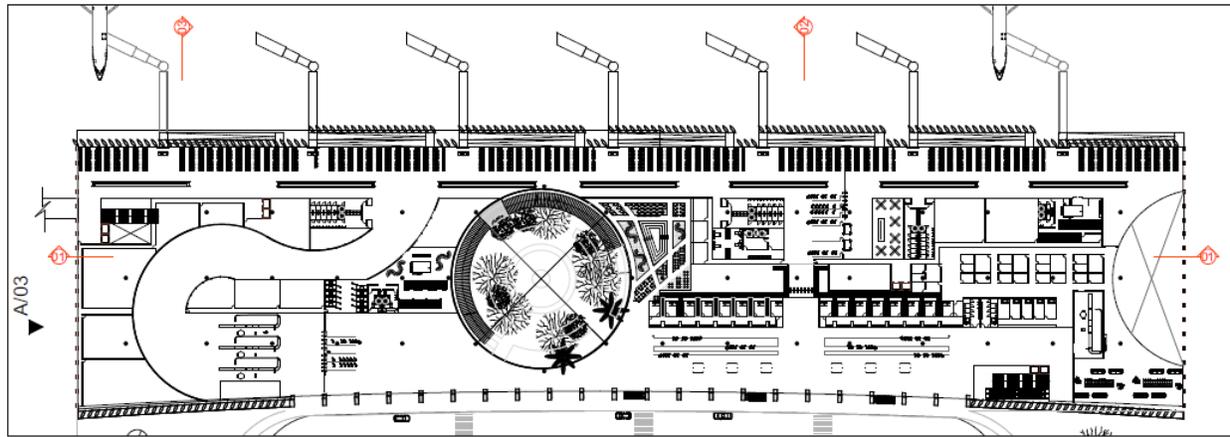
El Mezanine, con 3,309 m<sup>2</sup>, es la planta donde se realizan las circulaciones de llegada de pasajeros nacionales e internacionales hacia la zona de recogida de maletas, así como hacia migración.

**Figura 30.** Alzado oeste Nueva terminal T2 Aeropuerto Palonegro

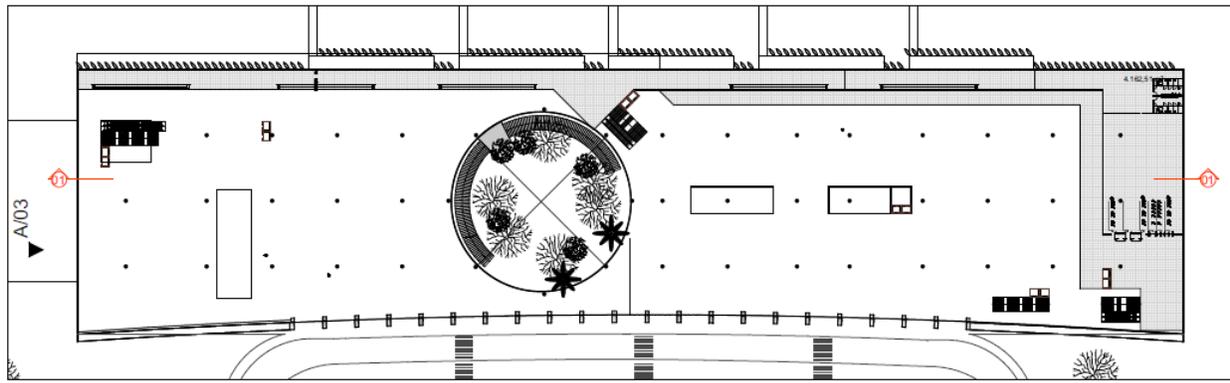


*Nota:* "Elaboración propia"

Figura 31. Planta Segundo piso y Mezanine



2. Segundo Piso 1:600

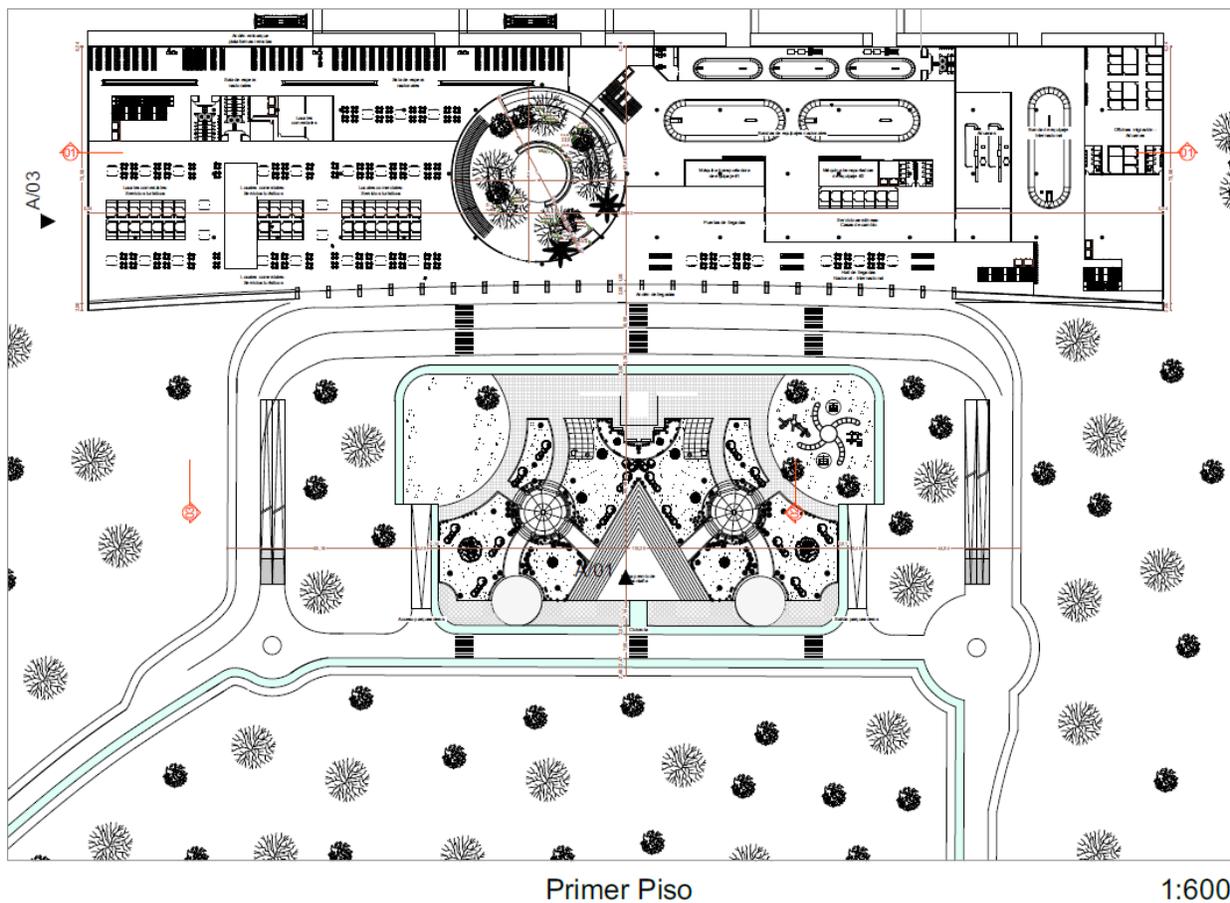


2.1 Mezzanine 1:600

Nota: "Elaboración propia"

La Planta 1, la más extensa con un área de 22,420 m<sup>2</sup>, alberga la mayoría de las áreas de servicio para pasajeros en llegada, incluyendo bandas de reclamo de equipaje, aduanas, policía, servicios migratorios, vestíbulo y andén de llegadas, servicios turísticos, y una pequeña parte de las salas de abordaje para aviones en posición remota. En la parte noroeste de esta planta se ubican las bandas repartidoras que conectan el sistema automatizado de equipaje con los carros Dolly que transportan las maletas directamente de los aviones. Además, esta planta facilita la conexión hacia la zona de estacionamiento, el parque, la terminal de autobuses y la estación del cable aéreo.

**Figura 32.** *Planta Primer piso y espacio público*



*Nota: "Elaboración propia"*

La Planta de Sótano 1, abarca 14,388 m<sup>2</sup>, comprende las circulaciones de acceso para bienes y productos en venta, así como las provisiones necesarias para el funcionamiento eficiente de la terminal. También se gestiona la salida de residuos, con la ubicación de un centro de separación y disposición de materiales reciclables y basura. Esta planta alberga una parte significativa de las bandas que componen el sistema automatizado de distribución de equipajes y los estacionamientos.

**Figura 33.** *Perspectivas interiores. Terminal T2 Aeropuerto Palonegro*



*Nota:* “Elaboración propia”

Por último, La Planta de Sótano 2, solo alberga Estacionamientos de vehículos.

El proyecto se ha modelado, planificado y renderizado utilizando diversas aplicaciones de diseño computarizado para reflejar las ideas, texturas, volúmenes y formas que componen el diseño de la nueva terminal aérea del Aeropuerto Palonegro.

El programa arquitectónico final, el cual cumple con las recomendaciones del manual de referencia de la IATA en cuanto a nivel de servicio óptimo se resume en la Tabla 7, allí se pueden ver las longitudes, áreas y elementos mínimos que debe tener la nueva terminal T2 del aeropuerto Palonegro, así como las características reales obtenidas en el proyecto.

**Tabla 7.** Recomendación IATA Vs Resultados reales Terminal T2 Aeropuerto Palonegro

Áreas y unidades requeridas para brindar servicio óptimo	Area recomendada IATA	Area proyecto	Diferencia	Unidades
Longitud del andén de salida	100	190	90	m
Area del hall general	1431	1722	291	m <sup>2</sup>
Numero de mostradores	35	42	7	und
Área colas frente a mostradores	350	853	503	m <sup>2</sup>
Numero de controles de pasaportes	5	10	5	und
Unidades centralizadas de rayos x	2	3	1	und
Zona esteril frente a salas de abordaje	789	5645	4856	m <sup>2</sup>
Unidades de rayos x por cada sala de abordaje	1	3	2	und
Area de salas de abordaje nacional	869	4299	3430	m <sup>2</sup>
Area de salas de abordaje internacional	217	1346	1129	m <sup>2</sup>
Numero de posiciones de sanidad	3	4	1	und
Numero de posiciones de inmigracion	6	10	4	und
Area colas Inmigracion	175	760	585	m <sup>2</sup>
Area zona de reclamo de equipajes	630	3132	2502	m <sup>2</sup>
Numero de cintas de equipaje	2	3	1	und
Mostradores control de aduanas	5	5	0	und
Area Colas de aduana	44	270	226	und
Area espera visitantes	1312	2070	758	m <sup>2</sup>
Longitud anden de llegada	67	190	123	ml

Nota: "Elaboración propia"

Por otra parte, en la Tabla 8, se pueden observar las áreas totales por planta, así como, el área total del proyecto Terminal T2 Aeropuerto Palonegro.

**Tabla 8.** *Tabla de áreas por planta Terminal T2 Aeropuerto Palonegro*

Plantas	Area	Unidades
Area total Sotano 2	11164	m <sup>2</sup>
Area total Sotano 1	14388	m <sup>2</sup>
Area total 1er piso	22420	m <sup>2</sup>
Area total Mezzanine	3309	m <sup>2</sup>
Area total 2do piso	19723	m <sup>2</sup>
<b>Area total proyecto</b>	<b>71004</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

*Nota:* "Elaboración propia"

### **Presupuesto preliminar**

Se ha realizado un presupuesto preliminar de algunas de las actividades principales a desarrollar en la terminal T2 del Aeropuerto Palonegro, en esta se incluyen, capítulos cantidades, valores unitarios, así como valor total por actividad y valor global.

Tabla 9. Presupuesto preliminar Terminal T2 Aeropuerto Palonegro

CAPITULO	UND	CANTIDAD	PRESUPUESTO FFIE		TOTAL
			VR UNITARIO	\$	
<b>1 PRELIMINARES</b>					
ROSERIA Y LIMPIEZA DEL LOTE	M2	40,000.0	\$	1,038.27	41,530,800.0
DESCAPOTE E=0.25M PARA REALIZAR AFIRMADO PROVISIONAL DE ZONA DE TRABAJO	M2	40,000.0	\$	9,216.00	368,640,000.0
DEMOLICIÓN ANDENES INCLUYE DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL SOBRENTE A SITIO OFICIAL	M3		\$	262,927.40	-
<b>2 MOV. DE TIERRAS, EXCAVACIONES Y RELLENOS</b>					\$ 15,223,200,000.00
EXCAVACION MECANICA A CIELO ABIERTO: INCLUYE CORTE, CARGUE Y DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL A SITIO OFICIAL	M3	400,000.0	\$	38,058.00	15,223,200,000.00
EXCAVACION MANUAL DE 0 A 2M DISPOSICIÓN FINAL DEL MATERIAL A SITIO OFICIAL	M3		\$	42,705.00	-
LLENO EN MATERIAL TIPO RAJÓN PARA MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN TODOS LOS PISOS DUROS (SEGÚN RECOMENDACIONES DE ESTUDIO DE SUELOS) E=30CM COMPACTADO	M3		\$	121,648.18	-
LLENO CON MATERIAL B-200 COMPACTADO, PARA NIVELACIÓN DE SUBRASANTE EDIFICIOS, PARA MURO DE CONTENCIÓN, FILTRO, BRECHAS TUBERIAS Y OTROS	M3		\$	81,432.00	-
LLENO PARA BASE CON MATERIAL B-600 COMPACTADO E=15 CM PARA LA ZONA DE LOS EDIFICIOS EN LOSA DE CONTRAPISO	M3		\$	100,161.00	-
<b>3 CIMENTACIONES Y CONTENCIÓNES</b>					\$ 2,653,357,703.06
PREHUECOS PILOTOS CON H=30CM	UN	73.0	\$	22,262.00	1,625,126.0
PILOTOS PRE EXCAVADOS Ø=0,50M A 0,70M PROFUNDIDAD VARIABLE 35 M CON INSTALACION ACERO Y FUNDIDOS EN SITIO CONCRETO TREMIE DE 3000 PSI (21MPA)	M	73.0	\$	222,777.22	16,262,737.1
CONCRETO DE LIMPIEZA O SOLADO 1500 PSI (10.5MPA) ESPESOR 5CM	M3		\$	451,698.00	-
CONCRETO PARA DADOS DE 4000 PSI (28MPA) DIFERENTES DIMENSIONES	M3	73.0	\$	680,580.00	49,682,340.0
CONCRETO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN 4000 PSI (28MPA) DIFERENTES DIMENSIONES	M3	1,000.0	\$	714,859.00	714,859,000.0
CONCRETO PARA MUROS DE CONTENCIÓN 4000 PSI (28 MPa) A LA VISTA	M3		\$	845,000.00	-
PLACA CONTRAPISO DE 12 CM - CONCRETO 4000 PSI (28MPA). INCLUYE CORTE PARA DILATACION Y SELLO DEL MISMO Y MICROFIBRA	M2	22,420.0	\$	83,275.00	1,867,025,500.0
ACERO DE REFUERZO 60000 PSI (SUMINISTRO Y MANEJO EN OBRA)	KG		\$	3,484.00	-
MALLA ELECTROSOLDADA	KG	1,000.0	\$	3,903.00	3,903,000.0
<b>4 ESTRUCTURA</b>					\$ 15,865,380,685.00
COLUMNAS EN CONCRETO A LA VISTA DE 4000 PSI (28MPA). DIFERENTES DIMENSIONES.	M3	1,825.0	\$	771,497.00	1,407,982,025.0
VIGAS AÉREAS EN CONCRETO A LA VISTA DE 4000 PSI (28MPA) (0.50 X 0.60)	M	2,500.0	\$	241,260.00	603,150,000.0
LOSA ALIGERADA DE ENTREPISO H=0,60M, CON TORTA INFERIOR A LA VISTA, CASETÓN NO RECUPERABLE - CONCRETO 4000 PSI (28MPA)	M2	52,584.0	\$	258,940.00	13,616,100,960.0
RAMPA - LOSA MACIZA CONCRETO 3000 PSI (21MPA) - E=7 CM	M2	800.0	\$	62,580.00	50,064,000.0
CONCRETO PARA ESCALERAS 4000 PSI (28MPA)	M3	180.0	\$	842,590.00	151,666,200.0
ACERO DE REFUERZO 60000 PSI (SUMINISTRO Y MANEJO EN OBRA , LA COLOCACION ESTA INCLUIDA EN LAS ACTIVIDADES ANTERIORES)	KG	1,000.0	\$	3,484.00	3,484,000.0
GRAFIL DE 4,0 MM A 8,5 MM	KG	1,000.0	\$	3,903.00	3,903,000.0
MALLA ELECTROSOLDADA	KG	1,000.0	\$	3,903.00	3,903,000.0
ESTRUCTURA METÁLICA PARA CUBIERTAS INCLUYE VIGAS CORREA, PERNOS, LÁMINAS, ANCLAJES, ACABADOS Y TODO LO NECESARIO SEGÚN PLANOS ESTRUCTURALES Y ARQUITECTÓNICOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	KG	2,500.0	\$	10,051.00	25,127,500.0
<b>5 MAMPOSTERIA-DIVISIONES</b>					\$ 889,001,632.34
MURO EN LADRILLO o BLOQUE INSTALACIÓN TRADICIONAL, DIMENSIONES 24X12X6 REVITADO AMBAS CARAS	M2	10,000.0	\$	84,712.00	847,120,000.0
ANCLAJE PARA REFORZAMIENTO EN CONCRETO Y EPOXICO PARA Ø 5/8" . DE PROFUNDIDAD ESTÁNDAR (PERFORACION - LIMPIEZA - EPOXICO) SE PAGA POR CENTIMETRO	CM		\$	615.00	-
GROUTING CONCRETO FLUIDO (DOVELAS)	M	800.0	\$	6,126.00	4,900,800.0
DINTEL EN CONCRETO 0.1X0.15M L<1.50M	M	800.0	\$	46,226.04	36,980,832.3
<b>6 IMPERMEABILIZACIONES</b>					\$ 2,081,619,572.00
IMPERMEABILIZACIÓN CUBIERTA CON DOBLE CAPA DE MANTO ASFALTICO: UNA CAPA DE MANTO ASFALTICO NEGRO DE 3,5 KG/M2 CON REFUERZO POLIÉSTER 130GR/M2 CON ASFALTO MODIFICADO CON A.P.P. MÁS UNA SEGUNDA CAPA DE MANTO DE 3MM ESPESOR GRANILLADO COLOR POR DEFINIR	M2	24,000.0	\$	86,295.69	2,071,096,572.0
IMPERMEABILIZACIÓN TANQUES DE AGUA CON MEMBRANA PVC TIPO SIKAPLAN O SIMILAR	M2	100.0	\$	105,230.00	10,523,000.0
<b>8 PAÑETES (REVOQUES)</b>					\$ 163,020,000.00
PAÑETE SOBRE MUROS INTERIORES, INCLUYE FILOS Y DILATACIONES	M2	10,000.0	\$	16,302.00	163,020,000.0
<b>9 PISOS</b>					\$ 8,644,250,000.00
MORTERO DE NIVELACIÓN DE PISOS E=0.06M	M2	71,000.0	\$	32,250.00	2,289,750,000.0
CERÁMICA PARA PISOS Y PAREDES TIPO CORONA O SIMILAR, INCLUYE SUMINISTRO E INSTALACIÓN	M2	71,000.0	\$	89,500.00	6,354,500,000.0
<b>10 CUBIERTAS</b>					\$ 3,382,488,000.00
CUBIERTA EN TEJA METALICA TIPO STANDING SEAM EN SANDUCHADA 2" CON ESPUMA DE POLIETILENO INYECTADO, SELLADO Y PRENSADO.	M2	24,000.0	\$	140,937.00	3,382,488,000.0
<b>11 CARPINTERIA DE METÁLICA Y ; MADERA OTROS</b>					\$ 268,000,000.00
SUB CONTRATO CARPINTERIA	GL	4,000.0	\$	67,000.00	268,000,000.0
<b>12 PINTURA</b>					\$ 380,000,000.00
PINTURA PINTUCO O SIMILAR A TRES MANOS	GL	10,000.0	\$	38,000.00	380,000,000.0

Nota: "Elaboración propia"

### **Conclusiones y Recomendaciones**

-Se han identificado las necesidades espaciales del Aeropuerto Internacional Palonegro siguiendo el manual de referencia para el desarrollo aeroportuario IATA 11ª edición, lo que proporciona una base sólida para una futura expansión óptima.

-Mediante un estudio de las potencialidades del departamento, se han identificado las características espaciales únicas que se requieren para la expansión del Aeropuerto Palonegro. Esto permitirá la construcción de una expansión que se adapte a las necesidades específicas de la región.

-Se ha elaborado un anteproyecto arquitectónico de expansión para el Aeropuerto Palonegro utilizando matrices multicriterio. Este enfoque garantiza que el aeropuerto se convierta en un referente mundial en el sector de aeropuertos regionales, potenciando así las exportaciones, el turismo y la conexión nororiental de Colombia.

### Lista de Referencia o Bibliografía

- Alcaldía de Lebrija Santander, (2023). *Esquema de ordenamiento territorial*. <https://www.lebrija-santander.gov.co/Transparencia/Paginas/Esquema-de-ordenamiento-territorial.aspx>
- Aerocivil, (2021). RAC 135, Requisitos de operaciones domesticas e internacionales regulares y no regulares, Enmienda 3.
- Baldwin, E. (2019, 17 de julio). Se inaugura el nuevo museo de David Chipperfield en Berlín. *ArchDaily Colombia*. <https://www.archdaily.co/co/921336/se-inaugura-el-nuevo-museo-de-david-chipperfield-en-berlin>
- Breidenbach, P. (2020). Ready for take-off? The economic effects of regional airport expansions in Germany. *Regional Studies*, 54:8, 1084-1097, DOI: 10.1080/00343404.2019.1659948.
- Cartagena Airport. (2021, September 14). Caza. <https://cazarch.com/es/project/aeropuerto-de-cartagena/>
- Chonsalasin D., Jomnonkwao, S., & Ratanavaraha V. (2021). Measurement model of passengers' expectations of airport service quality. *International Journal of Transportation Science and Technology*. Volume 10. Issue 4. 342-352. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2020.11.001>
- Consorcio PP.MM Nororiente. (2020). *Actualización del Plan Maestro del Aeropuerto Internacional Palonegro (Bucaramanga)*. Aeronáutica Civil [https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/PublishingImages/Pages/default/E13-%20Resumen%20Ejecutivo%20SKBG\\_Final\\_.pdf](https://www.aerocivil.gov.co/aeropuertos/PublishingImages/Pages/default/E13-%20Resumen%20Ejecutivo%20SKBG_Final_.pdf).
- DANE (2021). *La información del DANE en la toma de decisiones regionales Bucaramanga-Santander*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-departamentos-ciudades/210204-InfoDane-Bucaramanga-Santander.pdf>.

Díaz, O. (2021). The Role of Regional Airports in Connectivity and Regional Development. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 49(4), pp. 394–406.

<https://doi.org/10.3311/PPtr.16557>

El Espectador (2023, 2 de febrero). Turismo en Santander, motor de desarrollo socioeconómico y cuidado del ecosistema. *El espectador*. <https://www.elespectador.com/contenido-patrocinado/turismo-en-santander-motor-de-desarrollo-socioeconomico-y-cuidado-del-ecosistema/>

Ferrulli P. (2016). Green Airport Design Evaluation (GrADE) – Methods and Tools Improving Infrastructure Planning. *Transportation Research Procedia*.

Volumen 14. 3781-3790.

Gámez, M. J. (2015, 17 de septiembre). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. *Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

HIA Airport City. (s/f). OMA. Recuperado el 19 de marzo de 2023, de

<https://www.oma.com/projects/hia-airport-city>

IATA (2019). Airport Development Reference Manual (ADRM). 11TH Edition.

Leon D. (2014, 27 de marzo). Cambio histórico en el aeropuerto Palonegro. *Vanguardia*.

<https://www.vanguardia.com/economia/local/cambio-historico-en-el-aeropuerto-palonegro-BEvl252883>.

Igac, I. G. a. C.-. (n.d.). *Colombia en Mapas*. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Koolhaas, R. (2006). *La Ciudad Generica*. Editorial Gustavo Gili.

Luftfahrt Bundesamt - homepage. (s/f). Lba.de. Recuperado el 1 de agosto de 2023, de

[https://www.lba.de/EN/Home/home\\_node.html](https://www.lba.de/EN/Home/home_node.html)

Maxar Technologies. (2020). Aeropuerto Internacional Palonegro de Lebrija, Colombia. [Imagen satelital]. Google Earth. <https://www.googleearth.com>

Meneses, E. S. (2016). *En busca de sentido simbólico en el diseño arquitectónico. Reapropiación de la investigación cualitativa con una perspectiva abductiva.*

<https://www.redalyc.org/journal/4779/477951060007/html/#:~:text=Una%20arquitectura%20simb%C3%B3lica%20entendida%20como,m%C3%A1s%20que%20funcionales%20o%20est%C3%A9ticos>

MINCIT (2022) *Informe mensual de turismo Noviembre-Diciembre 2022.* <https://www.mincit.gov.co/getattachment/estudios-economicos/estadisticas-e-informes/informes-de-turismo/2022/noviembre/oe-yv-turismo-noviembre-31-01-2023.pdf.aspx>.

Rosenfield, K. (2013, 19 de marzo). OMA diseña Masterplan para Aeropuerto en Qatar. *ArchDaily Colombia.* <https://www.archdaily.co/co/02-245089/oma-disena-masterplan-para-aeropuerto-en-qatar>

Semana (2020, junio 6). *Bucaramanga ha perdido el turismo médico que la ha hecho celebre.* *Semana.* <https://www.semana.com/economia/articulo/turismo-coronavirus-bucaramanga-uno-de-los-grandes-afectados--coronavirus/680111/>

Semana. (2022, 16 de diciembre). Estos son los cambios que tendrá el aeropuerto José María Córdova, de Rionegro. *Revista Semana.* <https://www.semana.com/nacion/medellin/articulo/estos-son-los-cambios-que-tendra-el-aeropuerto-jose-maria-cordova-de-rionegro/202235/>

Vanguardia, D. /. (2022, 3 de julio). Santander, asumiendo el liderazgo del turismo en salud. *www.vanguardia.com.* <https://www.vanguardia.com/entretenimiento/salud/santander-asumiendo-el-liderazgo-del-turismo-en-salud-MM5385970>

Villa, V. (2017, 2 de marzo). Terminal del Aeropuerto Madrid-Barajas / Estudio Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners. *ArchDaily Colombia.* <https://www.archdaily.co/co/805961/nueva-area->

terminal-del-aeropuerto-madrid-barajas-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership?ad\_medium=gallery

Yepes, C. (2023, 1 de febrero). En 2022 aeropuerto Palonegro logro un crecimiento de más de 59 % en pasajeros movilizados y del 18 % en operaciones. *Aerorienté*. <https://bga.aeroorienté.com.co/en-2022-aeropuerto-palonegro-logro-un-crecimiento-de-mas-del-59-en-pasajeros-movilizados-y-del-18-en-operaciones/>

**Anexos**

- AN-001.** Sistema de movilidad regional
- AN-002.** Estructura de población regional
- AN-003.** Análisis regional
- AN-004.** Estructura ecológica
- AN-005.** Usos del suelo
- AN-006.** RAPE (análisis de la región administrativa de planeación especial)
- AMIC-007.** Topografía
- AMIC-008.** Linderos y mojones
- AMIC-009.** Sistema de riesgo-vulnerabilidad-amenaza
- AMIC-010.** Afectación por cambio climático
- AMIC-011.** Usos del suelo - específico
- AMIC-012.** Llenos y vacíos
- AMIC-013.** Alturas
- AMIC-014.** Sistema vial
- AMIC-015.** Sistema de movilidad
- AMIC-016.** Sistema de espacio público
- AMIC-017.** Sistema ambiental
- AMIC-018.** Norma sectorizada
- AMIC-019.** Implantación
- AMIC-020.** Localización general
- AMIC-021.** Estudio de manzanas - proyecto
- AMIC-022.** Análisis de usos propuestos
- AMIC-023.** Análisis estado área de intervención
- AMIC-024.** Análisis estado de conservación predios a intervenir
- ARQ-025.** Análisis forma arquitectónica - volumen
- ARQ-026.** Análisis estilos arquitectónicos o talleres de arquitectura o arquitectos
- ARQ-027.** Programa arquitectónico
- ARQ-028.** Análisis del proyecto arquitectónico

- ARQ-030.** Infraestructura vial y transporte
- ARQ-031.** Infraestructura de servicios públicos
- ARQ-032.** Diseño geométrico
- ARQ-033.** Diseño bioclimático
- ARQ-034.** Tecnológico
- ARQ-035.** Diseño espacio público
- ARQ-036.** Sistema ambiental (zonas verdes)
- ARQ-038.** Salida de vuelos
- ARQ-039.** Plano primer piso
- ARQ-040.** Plantas
- ARQ-041.** Plano de fachadas
- ARQ-042.** Cortes
- ARQ-043.** Plantas de cubierta
- ARQ-044.** Planta estructura y detalles estructurales
- ARQ-045.** Plano sótano y cuarto técnico
- ARQ-046.** Plano red hidráulica
- ARQ-047.** Plano red sanitaria
- ARQ-048.** Plano red eléctrica y de iluminación
- ARQ-049.** Plano red de gas
- ARQ-050.** Plano red de incendio
- ARQ-051.** Plano detalles arquitectónico
- ARQ-052.** Planta de parqueos
- ARQ-053.** Corte fachada
- ARQ-054.** Axonometría
- ARQ-055.** Normativa arquitectónica

