



Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

**“Plan Maestro del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua ubicado en Punta Huete,
Managua”**

Trabajo Monográfico para optar al título de Arquitecto

Elaborado por:

Br: Javier Alejandro Roque Gutierrez
Carnet: 2013-44231

Br: Carlos Daniel Alemán Rodas
Carnet: 2013-44362

Tutor:

Msc. Arq. Alvaro Solís Leytón

Octubre 2024

Managua, Nicaragua

Managua, 26 de septiembre del 2023

Br. Javier Alejandro Roque Gutiérrez
Br. Carlos Daniel Alemán
Sus manos.

Estimado (s) Bachiller (es), reciban (n) cordiales saludos

Por medio de la presente se les comunica que el tema de Trabajo Monográfico: **“Plan Maestro del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua ubicado en Punta Huete, Managua”**, ha sido aprobado y se le asigno como tutor al Arq. **Álvaro Leonel Solís Leytón**, para dar seguimiento a la conformación del documento.

La ejecución, entrega y defensa del Trabajo Monográfico tendrá una duración máxima de 12 meses, a partir de la fecha de aprobación del Decano, conforme al Arto. 15 de la Normativa Formas de Culminación de Estudios de la carrera de Arquitectura de la Universidad Nacional de Ingeniería. Siendo el periodo establecido del **26 de septiembre del año 2023 al 26 de septiembre del año 2024**.

Por lo tanto, ud (s) deberá (n) cumplir en el periodo mencionado con los siguiente:

- Desarrollar el cronograma de Ejecución y realizar las actividades en correspondencia con el mismo, en el cual se tienen que programar los periodos por encuentro con el tutor pre defensa y defensa
- Presentar al tutor sistemáticamente los avances obtenidos en el proceso de ejecución conforme al cronograma.
- Realizar al menos una pre defensa del Trabajo Monográfico en versión borrador, cuando a criterio del tutor, considere que el contenido del documento está concluido, con el objetivo de garantizar en todos los aspectos el éxito de la defensa.

Sin más a que hacer referencia y deseándoles éxito en su Trabajo Monográfico para optar al título de Arquitecto, se despide.

Atentamente;



Arq. Marcela Carolina Gálvez
Decana

Cc. Arq. Álvaro Leonel Solís Leytón - Tutor
Archivo

☎ Teléfono (505) 22781467 Facultad de Arquitectura
☎ Teléfono (505) 2267-0275 / 77 Sede Central - UNI
☎ Telefax (505) 2267-3709, (505) 2277-2728

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB, Sede Central - UNI
📍 Edificio Facultad de Arquitectura, Decanatura
Avenida Universitaria. Managua, Nicaragua.
Apdo. 5595
🌐 www.uni.edu.ni
📧 www.farq.uni.edu.ni

Managua, 03 de septiembre de 2024

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Director Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines
Universidad Nacional de Ingeniería

Estimado Ing. Chavarría:

Saludos cordiales y deseos de éxito en sus funciones.

En mi calidad de tutor del trabajo monográfico titulado **“Plan Maestro del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua ubicado en Punta Huete, Managua”**, y elaborado por los bachilleres Javier Alejandro Roque Gutiérrez y Carlos Daniel Alemán, le informo que ha llegado a su culminación.

Sobre el resultado de la propuesta destaco lo siguiente:

- Se cumplen a cabalidad las metas planteadas en el estudio, quedando demostradas con un abordaje integral en el anteproyecto arquitectónico y una propuesta gráfica adecuada, lo que evidencia la adquisición de los conocimientos a lo largo de la carrera de Arquitectura.
- El grado de especificidad del anteproyecto evidencia una amplia indagación, dominio y apropiación del tema, mismo que no es para nada común en las propuestas de monografías que se hacen en la institución.
- La propuesta del anteproyecto arquitectónico da respuesta a un problema real y poco usual, con factibilidad de ser llevado a cabo y puede servir como documento de estudio para casos similares, dentro y fuera de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- El compromiso adquirido por los bachilleres deja ver su profesionalismo y responsabilidad por obtener su grado académico de arquitecto.

De lo anterior concluyo que el trabajo monográfico reúne los méritos suficientes para ser expuesto y evaluado por el personal que usted designe. A la orden de cualquier aclaración le saluda,

Atentamente,


Master Arq. Alvaro L. Solís Leytón
Tutor de trabajo monográfico

Cc.: - Br. Javier Alejandro Roque Gutiérrez
- Br. Carlos Daniel Alemán
- Archivo

🌐 www.uni.edu.ni

📍 Recinto Universitario Simón Bolívar
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua.
Apdo: 5595



Área de Conocimiento de
Ingeniería y Afines

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA Y AFINES** hace constar que:

ROQUE GUTIERREZ JAVIER ALEJANDRO

Carné: **2013-44231** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **ARQUITECTURA**, en el año 2018 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los diez días del mes de septiembre del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,



Msc. Augusto César Palacios Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

Teléfono: (505) 2251 8276

Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.

luis.chavarria@fti.uni.edu.ni
www.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 10-sep-2024



Área de Conocimiento de
Ingeniería y Afines

SECRETARIA DE ÁREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del **ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA Y AFINES** hace constar que:

ALEMAN RODAS CARLOS DANIEL

Carné: **2013-44362** Turno: **Diurno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **ARQUITECTURA**, en el año 2017 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los diez días del mes de septiembre del año dos mil veinte y cuatro.

Atentamente,



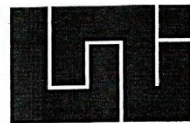
Msc. Augusto César Palacios Rodríguez
SECRETARIO DE ÁREA ACADÉMICA

Teléfono: (505) 2251 8276

Recinto Universitario Pedro Aráuz Palacios
Costado Sur de Villa Progreso.
Managua, Nicaragua.

luis.chavarria@fti.uni.edu.ni
www.uni.edu.ni

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 10-sep-2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA Y AFINES
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2024

No. Recibo 44054		No. Inscripción 820				
NOMBRES Y APELLIDOS: JAVIER ALEJANDRO ROQUE GUTIERREZ						
CARRERA: ARQUITECTURA		CARNET: 2013-44231		TURNO:		
PLAN DE ESTUDIO: 2015		SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE 2024		FECHA: 10/09/2024		
No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

CGHERNANDEZ

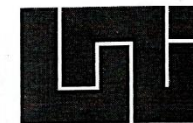
GRABADOR

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 10-sep.-2024

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE INGENIERÍA Y AFINES
SECRETARIA ACADEMICA

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADEMICO 2024

No. Recibo 44055		No. Inscripción 819				
NOMBRES Y APELLIDOS: CARLOS DANIEL ALEMAN RODAS						
CARRERA: ARQUITECTURA		CARNET: 2013-44362		TURNO:		
PLAN DE ESTUDIO: 2015		SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE 2024		FECHA: 10/09/2024		
No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F:Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R: Retiro de Asignatura.

CGHERNANDEZ

GRABADOR

cc:ORIGINAL:ESTUDIANTE - COPIA:EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADEMICO EL 10-sep.-2024

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo monográfico a las fuerzas que han dado forma a mi ser y guiado mi camino.

A Dios, principio ontológico de toda existencia, le otorgo mi gratitud. Por ser el fundamento de mi ser y la razón última de cada logro, en su infinitud se encuentra el sustento de lo que soy y aspiro a ser.

Mi familia ha sido un pilar fundamental en mi vida. A mi madre, no solo le agradezco por su sacrificio, sino también por su entrega y fortaleza, que encarnan el "ethos" del cuidado. Su ejemplo es la representación más clara del amor y la dedicación incondicional.

Mi hermano, cuya crítica ha funcionado como espejo de mis ideas, ha desafiado mi pensamiento y me ha llevado a reflexionar más allá de lo inmediato. Su constante cuestionamiento ha sido el catalizador de mi automejora y el motor que ha permitido que mis proyectos crezcan y evolucionen.

A mí Mamá Coco, no encuentro palabras para agradecer lo que fuiste en mi vida. En tu humildad, mostraste la fuerza del eterno retorno: una vida plena en lo simple, reflejada en cada gesto y cada momento compartido. Tu ausencia no es un final, sino parte del ciclo inevitable que da sentido a la vida. Lo que fuiste sigue presente, no como nostalgia, sino como una fuerza que me impulsa a seguir, a crear y a ser más, siempre fiel a lo que soy.

Finalmente, reconozco a todos aquellos compañeros y personas importantes en mi vida que han compartido su tiempo, apoyo y conocimiento. Cada enseñanza que me han brindado ha sido una pieza clave en mi desarrollo, y cada gesto de apoyo me recuerda que el conocimiento se construye en comunidad. Su influencia ha enriquecido mi trayectoria y me ha motivado a seguir creciendo.

JAVIER ALEJANDRO ROQUE GUTIERREZ

Primeramente, agradezco a Dios por haberme permitido lograr mis metas, por su misericordia cada día, dándome la vida, salud y las fuerzas para culminar mis estudios profesionales.

Agradezco a mi familia, principalmente a mis padres por el gran esfuerzo y la lucha que hicieron cada día, para poder lograr mis estudios, obteniendo todos los recursos necesarios y poder concluir mis metas.

Gracias a mí esposa, quien me ha apoyado en este proceso de mi vida, siendo parte de mis logros y metas.

Así también quiero expresar mi agradecimiento a mis compañeros, quienes me brindaron su apoyo y me permitieron ser parte de sus vidas durante todo el tiempo de estudio. Juntos compartimos cada día en el aula, aprendiendo y creciendo hasta alcanzar nuestro objetivo.

También agradezco a todos los docentes que dedicaron su tiempo y esfuerzo para compartir sus valiosos conocimientos. Su compromiso nos ha llevado al éxito, y espero que sean reconocidos por su labor. Su influencia es fundamental para formar grandes profesionales y contribuir a un mundo mejor.

CARLOS DANIEL ALEMÁN RODAS

INDICE

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES..... 1

1.	INTRODUCCIÓN	2
1.1.	ANTECEDENTES: LA EVOLUCIÓN DE LA AVIACIÓN Y LOS AEROPUERTOS	4
1.1.1.	PRIMERA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1930-1940)	4
1.1.2.	SEGUNDA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1950-1960)	5
1.1.3.	TERCERA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1970-1980)	6
1.1.4.	DESARROLLO NACIONAL	6
1.2.	CONDICIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE AÉREO	9
1.3.	CONDICIÓN AEROPORTUARIA DE NICARAGUA	10
1.4.	AEROPUERTO INTERNACIONALAGUSTO C. SANDINO.	11
1.5.	LIMITANTES DEL AEROPUERTO	12
1.6.	FLOTA DE AERONAVES	13
1.7.	CONCLUSIONES PARCIALES	14
1.8.	JUSTIFICACIÓN	15
1.9.	OBJETIVOS	16
1.9.1.	Objetivo General	16
1.9.2.	Objetivos Específicos	16

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL 17

2.	NUEVAS TEORÍAS SOBRE MODELOS DE CIUDAD EN EL SIGLO XXI RELACIONADA CON EL ROL DEL AEROPUERTO	18
2.1.	IDENTIDAD ACTUAL DEL CONCEPTO	19
2.1.1.	AEROTRÓPOLIS, AEROPÓLIS, CITY-AIRPORT, CORREDOR	19
2.2.	CIUDAD AEROPUERTO	20
2.2.1.	CIUDAD AEROPORTUARIA Y SERVICIOS CONEXOS	21
2.2.2.	ESTRUCTURA DE CIUDAD AEROPUERTO	22
2.3.	CORREDOR AEROPORTUARIO	23

2.4.	REGIÓN AEROPORTUARIA	24
2.5.	AEROTROPOLIS	25
2.6.	AIREA	26
2.7.	AEROSCAPE	27
2.8.	CONCLUSIONES PARCIALES	27
2.9.	MARCO NORMATIVO	28
2.10.	NORMATIVAS Y REGULACIONES	29
2.11.	CONCEPTOS Y REGULACIONES AEROPORTUARIAS	30
2.11.1.	Distancias declaradas	32
2.11.2.	Clave de referencia:	32
2.11.3.	Número y orientación de las pistas	32
2.12.	CONFIGURACIÓN DE PISTAS	33
2.12.1.	Pista de aterrizaje	34
2.12.2.	Distancia mínima entre pistas paralelas	34
2.12.3.	Pendientes de las pistas	35
2.12.4.	Márgenes de las pistas	36
2.12.5.	Franjas de pista	36
2.12.6.	Áreas de seguridad de extremo de pista	36
2.12.7.	Zonas libres de obstáculos	36
2.13.	CALLES DE RODAJE	37
2.13.1.	Curvas de las calles de rodaje	37
2.13.2.	Anchura de calles de rodaje	38
2.13.3.	Componentes de calles de rodaje	38
2.14.	Calles de Salida Rápida	39
2.15.	Calles de Rodaje en Plataforma	39
2.16.	PLATAFORMA DE VIRAJE EN LA PISTA	40
2.17.	PLATAFORMAS	41
2.18.	RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS	42
2.19.	AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN	44

2.20.	AREA DE PRUEBA DE MOTORES	45
2.21.	HANGARES	45
2.22.	TORRE DE CONTROL.....	46
2.23.	ORIENTACIÓN DE LA CABINA DE CONTROL.....	47
2.24.	ATENUACIÓN DEL RUIDO.....	48
2.25.	TERMINAL	49
2.25.1.	Espacio.....	50
2.25.2.	Estructura	51
2.25.3.	Luz	52
2.25.4.	Objeto.....	52
2.26.	FLUJO ASISTIDO DE PASAJEROS.....	53
2.27.	Puentes de Carga de Pasajeros.....	53
2.28.	FLEXIBILIDAD Y DISEÑO DE TERMINAL	55
2.29.	TIPOS DE CONCEPTO DE TERMINAL	56
2.30.	CONFIGURACIONES BÁSICAS DE TERMINALES.....	57
2.30.1.	Concepto Lineal.....	57
2.30.2.	Concepto de Espigón o Muelle.....	58
2.30.3.	Concepto de satélite	59
2.30.4.	Concepto de transportador.....	60
2.30.5.	Diseños más complejos	61
2.30.6.	Elementos de Terminal Independientes	62
2.30.7.	PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL.....	64
2.30.8.	DEMANDA EN AEROPUERTOS.....	64
2.30.9.	Análisis de la demanda en horas punta	64

CAPÍTULO 3. MODELO ANÁLOGOS..... 65

3.	ELECCIÓN DE MODELOS ANÁLOGOS.....	66
3.1.	AEROPUERTO INTERNACIONAL DE BEIJIN	67
3.2.	AEROPUERTO INTERNACIONAL DE BARAJAS.....	70

3.3.	REFERENCIAS PARA LA CIUDAD AEROPORTUARIA	73
3.3.1.	AEROPUERTO INTERNACIONAL DE DALLAS FORT WORTH (USA).....	74
3.3.2.	AEROPUERTO INTERNACIONAL DE PORTLAND (USA)	75
3.4.	CONCLUSIÓN	76

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE SITIO..... 77

4.	GENERALIDADES DEL SITIO	78
4.1.	Características medio Natural.....	79
4.2.	RUEDA DE VIENTOS POR MES	80
4.3.	UBICACIÓN DE PENDIENTES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS PARA NAIN	81
4.4.	TEMPERATURA	84
4.5.	TIPO DE SUELO DEL SITIO	85
4.6.	FLORA	86
4.7.	FAUNA	86
4.8.	CARACTERÍSTICAS DE MEDIO CONSTRUIDO	87

CAPÍTULO 5. PLAN MAESTRO.....88

5.	PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE NICARAGUA.....	89
5.1.	LADO AIRE DESARROLLO	90
5.2.	PROGRAMA TERMINAL DE PASAJEROS.....	91
5.2.1.	Tipos de Pasajeros y Diagramas de Flujo	91
5.3.	REQUERIMIENTOS DE TERMINAL.....	93
5.3.1.	SALÓN DE REGISTRO DE EMBARQUE.....	94
5.3.2.	EMIGRACIÓN.....	96
5.3.3.	SEGURIDAD	96
5.3.4.	SALAS DE ESPERA	97
5.3.5.	PUENTES DE ABORDAJE	97
5.3.6.	INMIGRACIÓN	97
5.3.7.	RECLAMO DE EQUIPAJE	98
5.3.8.	ADUANAS	99

5.3.9. SALONES DE ARRIBO100

5.3.10. CONCESIONES COMERCIALES101

5.3.11. SERVICIOS SANITARIOS101

5.3.12. SISTEMA DE MANEJO DE EQUIPAJE (BHS)102

5.3.13. ÁREAS PARA FUNCIONES SECUNDARIAS.....103

5.3.14. ÁREAS DE SERVICIO104

5.3.15. ESTACIONAMIENTOS105

5.4. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS BASE PARA PLANEACIÓN DE LA CIUDAD AEROPORTUARIA ..105

5.4.1. COMERCIO Y SERVICIOS.107

5.4.2. INDUSTRIA.107

5.4.3. OFICINAS108

5.4.4. RESIDENCIAL.....108

5.4.5. HOTELERÍA.....109

5.4.6. ÁREAS TOTALES CIUDAD AEROPORTUARIA.109

5.5. ETAPAS DEL PROYECTO:.....110

5.5.1. PRIMERA FASE111

5.5.2. SEGUNDA FASE.....113

5.5.3. LA TERCERA FASE115

5.6. PROPUESTA CONCEPTUAL.....118

5.7. ESQUEMA FUNCIONAL DE PLANTAS.....120

5.7.1. PLANTA FUNCIONAL DE RECEPCIÓN DE EQUIPAJE – NIVEL 1.....121

5.7.2. PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS - NIVEL 1123

5.7.3. PLANTA FUNCIONAL DE SALIDAS - NIVEL 2.....125

5.7.4. PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS - NIVEL 3127

5.8. TORRE DE CONTROL.....129

5.9. ESTRUCTURA130

5.10. SECCIONES132

5.11. ENVOLVENTE.....134

5.12. ESPACIOS INTERNOS136

5.13. ENFOQUE..... 140

5.14. DISEÑO DE CIUDAD AEROPUERTO 143

5.15. DISEÑO 146

CAPÍTULO 6. ASPECTOS FINALES..... 152

6. CONCLUSIÓN..... 153

6.1. RECOMENDACIONES 154

6.2. REFERENCIAS:..... 155

6.3. BIBLIOGRAFIA 156

6.4 ANEXOS.....157

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Aeródromo de Königsberg. Fuente: Wikimedia Commons. 4

Ilustración 2: Campo de Aviación Xolotlán. Fuente: La aviación en Nicaragua: Reseña Histórica 1922 – 1979. 7

Ilustración 3: Aeropuerto las Mercedes. Fuente: La aviación en Nicaragua: Reseña Histórica 1922 – 1979. 7

Ilustración 4:Aeropuertos con recepción internacional. Fuente: Elaborado por autores. 9

Ilustración 5:Ubicación de aeropuerto en Nicaragua. Fuente: Elaborado por autores. 10

Ilustración 6: Terminal Aeropuerto Augusto C. Sandino. Fuente: La Prensa. 11

Ilustración 7: Proyección de pasajeros Anuales Aeropuerto Augusto C. Sandino. Fuente: JICA. 12

Ilustración 8: Flota de Aeronaves de AIACS. Fuente: Elaborado por los autores..... 13

Ilustración 9: Funcionamiento de Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborado por Autores. 20

Ilustración 10: Aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol. Fuente: Google maps. 20

Ilustración 11: Estructura de Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborado por autores. 22

Ilustración 12: Funcionamiento de Corredor Aeroportuario. Fuente: Elaborado por Autores. 23

Ilustración 13: Aeropuerto de Zurich Kloten – Zurich. Fuente: Google Maps..... 23

Ilustración 14: Funcionamiento de Región Aeroportuaria. Fuente: Elaborado por autores..... 24

Ilustración 15: Aeropuerto Internacional de Dubai. Fuente: Archdaily. 24

Ilustración 16: Funcionamiento de Aerotropolis. Fuente: Elaborado por autores. 25

Ilustración 17: Aeropuerto Internacional de Dallas-Fort Worth. Fuente: Google Maps..... 25

Ilustración 18; Funcionamiento de AIREA. Fuente: Elaborado Por Autores. 26

Ilustración 19: Aeropuerto de DENVER. Fuente: Google Maps.	26
Ilustración 20: Funcionamiento Aeroscape. Fuente: Elaborado por los autores.....	27
Ilustración 21: Aproximación en pistas paralelas. Fuente: OACI Anexo 14.	35
Ilustración 22: Curva de calle de rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.....	38
Ilustración 23: Angulo de calle de Rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.....	39
Ilustración 24: Plataforma de viraje en la pista. Fuente: OACI Anexo 14.	40
Ilustración 25: Superficie limitadora de Obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.	43
Ilustración 26: Detalle de superficie limitado de obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.....	43
Ilustración 28: Bosque de insonorización. Fuente: OACI Anexo 14.	48
Ilustración 29: Diagrama de flujo de arribos. Fuente: Elaborado por autores.	50
Ilustración 30: Diagrama de flujo de partidas. Fuente: Elaborado por autores.....	51
Ilustración 31: Flujo de pasajeros de equipajes. Fuente. Elaborado por autores.....	52
Ilustración 32:Pasarela de abordaje. Fuente: OACI Anexo 14.....	54
Ilustración 33: Concepto lineal de terminal. Fuente: Elaborado por autores.....	57
Ilustración 34: Concepto Espigón de terminal. Fuente: Elaborado por autores.....	58
Ilustración 35: Concepto de Satélite de terminal. Fuente: Elaborado por autores.	59
Ilustración 36: Concepto de Transportador de terminal. Fuente: Elaborado por autores.	60
Ilustración 37: Concepto de terminal con doble nivel de bordillo. Fuente: Elaborado por autores.	61
Ilustración 38: Sistema APM Movilización múltiple. Fuente: Elaborado por autores.	62
Ilustración 39: Sistema APM Movilización a través de columna. Fuente: Elaborado por autores.	62
Ilustración 40: Sistema APM De una o dos vías. Fuente: Elaborado por autores.....	63
Ilustración 41: Aeropuerto Internacional de Beijin. Fuente: Archdaily.....	67
Ilustración 42: Plan maestro Aeropuerto internacional de Beijin. Fuente: Archdaily.	67
Ilustración 43: Análisis compositivo Aeropuerto Beijín. Fuente: Elaborado por autores.	68
Ilustración 44. Secciones arquitectónicas Aeropuerto de Beijín. Fuente: Archdaily.	69
Ilustración 45: Detalle de estructura tridimensional. Fuente: Archdaily.	69
Ilustración 46: Aeropuerto internacional de Barajas. Fuente: Archdaily.....	70
Ilustración 47: Plan maestro Aeropuerto internacional de Barajas. Fuente: Archdaily.....	70
Ilustración 48: Análisis compositivo Aeropuerto de Barajas. Fuente: Elaborado por autores.	71
Ilustración 49: Axonometrico estructural Aeropuerto de Barajas. Fuente: Archdaily.....	72
Ilustración 50: Analisis de uso de suelo de Aeropuerto de Dallas. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).....	74
Ilustración 51: : Análisis de uso de suelo de Aeropuerto de Portland. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).....	75
Ilustración 52: Localización. Fuente: Elaboración propia.	78
Ilustración 53: Rosa de vientos. Fuente: Elaboración propia.....	79
Ilustración 54: Análisis temporal de vientos. Fuente: Climate Consult.....	80

Ilustración 55: Pendientes limitadoras de obstáculos. Fuente: Elaborado por autores.	81
Ilustración 56: Superficie de aproximación de precisión. Fuente: Elaborado por autores.	82
Ilustración 57: Proyección ortogonal superficie de aproximación de precisión. Fuente: Elaborado por autores.	83
Ilustración 58. Análisis de radiación en superficie geográfica. Fuente: Elaborado por autores.	84
Ilustración 59: Rango de temperaturas. Fuente: Climate Consultant.	84
Ilustración 60: Rango de humedades relativas. Fuente: Climate Consultant.....	84
Ilustración 61: Aeropuerto de Punta Huete. Fuente: La prensa.....	85
Ilustración 62: Flora de San Francisco Libre. Fuente: Marena.....	86
Ilustración 63: Fauna de San Francisco Libre. Fuente: Marena.....	86
Ilustración 64: Flujo de pasajeros. Fuente: Elaborado por autores.....	92
Ilustración 65: Componentes Ciudad Aeropuerto NAIN.	106
Ilustración 66:Primera Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.....	111
Ilustración 67: Primera Etapa NAIN 2033. Fuente: Elaborado por autores.....	112
Ilustración 68: Segunda Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.....	113
Ilustración 69: Segundo Etapa NAIN 2043. Fuente: Elaborado por autores.	114
Ilustración 70: Tercera Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.	115
Ilustración 71: Tercera Etapa NAIN 2053. Fuente: Elaborado por autores.	116
Ilustración 72: Perspectiva Axonometrica plan maestro NAIN 2053. Fuente: Elaborado por autores....	117
Ilustración 73: Proceso conceptual NAIN. Fuente: Elaborado por autores.....	118
Ilustración 74: Definición morfológica conceptual NAIN. Fuente: Elaborado por autores.....	119
Ilustración 75: Esquema funcional de plantas. Fuente: Elaborado por autores.	120
Ilustración 76: Planta de Recepción de Equipaje nivel 1. Fuente. Elaborado por autores.....	122
Ilustración 77: Planta Funcional de Llegadas. Fuente: Elaborado por autores.	123
Ilustración 78: Planta de Llegadas Nivel 1. Fuente: Elaborado por autores.....	124
Ilustración 79: Planta funcional de Salida. Fuente: Elaborado por autor.....	125
Ilustración 80: Planta de Salidas Nivel 2. Fuente: Elaborado por autores.....	126
Ilustración 81: Planta de Llegadas Nivel 3. Fuente: Elaborado por autores.....	128
Ilustración 82: Plantas y sección de Torre de Control. Fuente: Elaborado por autores.....	129
Ilustración 83: Axonometrico Estructural. Fuente: Elaborado por autores.	130
Ilustración 84: Despiece estructural sistema Tridimensional y paneles perforados. Fuente: Elaborado por autores.	130
Ilustración 85: Axonometrico Estructural. Fuente: Elaborado por autores	131
Ilustración 86: Sección transversal NAIN. Fuente: Elaborado por autores.	132
Ilustración 87; Sección longitudinal NAIN. Fuente. Elaborado por autores.	132
Ilustración 88: Perspectiva parcial de estructura Expuesta. Fuente: Elaborado por autores.	133
Ilustración 89: Axonometrico Envolvente, y posición de Aeronaves. Fuente: Elaborado por autores....	134

Ilustración 90. Axonometrico envolvente y posición aeronave Clave F. Fuente: Elaborado por autores.135

Ilustración 91: Perspectiva Patio Interno NAIN. Fuente: Elaborado por Autores.....137

Ilustración 92: Perspectiva de Llegadas. Fuente: Elaborado por Autores.138

Ilustración 93: Perspectiva Llegadas: Fuente: Elaborado por Autores.139

Ilustración 94: Perspectiva de Salidas. Fuente: Elaborada por Autores.141

Ilustración 95: Perspectiva Salón de Salidas: Fuente: Elaborada por Autores.....142

Ilustración 96. Perspectiva General Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborada por Autores.144

Ilustración 97: Perspectiva Terminal Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.145

Ilustración 98: Concepto Lineal Ampliado. Fuente: Elaborado por Autores.....146

Ilustración 99: Perspectiva General de Plataforma de Aeronaves-Terminal. Fuente: Elaborada por Autores.147

Ilustración 100: Perspectiva Ciudad Aeropuerto-Plataforma. Fuente: Elaborada por Autores.148

Ilustración 101: Perspectiva Lateral de Terminal Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.149

Ilustración 102: Perspectiva de Acceso Ciudad Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.150

Ilustración 103. Perspectiva de Torre de Control NAIN. Fuente: Elaborada por Autores.151

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Aeropuertos en Nicaragua. Fuente: JICA.....9

Tabla 2: Clave de referencia de Aeródromos. Fuente. OACI Anexo 14.....32

Tabla 3: Letra de referencia Clave. Fuente. OACI Anexo 14.....34

Tabla 4: Distancias libre en calles de rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.....37

Tabla 5: Anchura de Calle de rodaje. Fuente: OACI anexo 14.....38

Tabla 6: Plataforma de viraje. Fuente: OACI Anexo 14.40

Tabla 7: Distancias mínimas entre el eje de la pista y un apartadero de espera. Fuente: OACI Anexo 14.41

Tabla 8: Margenes de estacionamiento. Fuente: OACI Anexo 14.....41

Tabla 9: Superficies limitadora de obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.42

Tabla 10: Pista para aproximaciones. Fuente: OACI Anexo 1444

Tabla 11: Dimensiones de área de prueba de motores. Fuente: IATA.45

Tabla 12: Análisis de uso de suelo para desarrollo de ciudad aeroportuaria Dallas.. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).....74

Tabla 13: Análisis de uso de suelo para desarrollo de ciudad aeroportuaria Portland.. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).....75

Tabla 14: Valores promedio para ciudad aeroportuaria. Fuente: Elaborado por autores..... 76

Tabla 15: Área total Lado Aire. Fuente: Elaborada por autores. 90

Tabla 16: Definición de área de terminal por fases de desarrollo. Fuente: Elaborado por autores. 93

Tabla 17: Salón de Registro de Embarque Internacional. Fuente: Elaborado por autores. 95

Tabla 18: Salón de Registro de Embarque Domestico. Fuente: Elaborado por autores. 95

Tabla 19: Emigración. Fuente: Elaborado por autores. 96

Tabla 20: Seguridad Internacional. Fuente: Elaborado por autores..... 96

Tabla 21: Seguridad Doméstica. Fuente: Elaborado por autores. 96

Tabla 22: Sala de Espera Internacional. Fuente: Elaborado por autores. 97

Tabla 23: Salas de Espera Domestico. Fuente: Elaborado por autores. 97

Tabla 24: Puentes de abordaje Internacional. Fuente: Elaborado por autores. 97

Tabla 25: Inmigración. Fuente: Elaborado por autores. 97

Tabla 26: Reclamo de Equipaje Internacional. Fuente: Elaborado por autores. 98

Tabla 27: Reclamo de Equipaje. Domestico. Fuente: Elaborado por autores. 98

Tabla 28: Aduanas. Fuente: Elaborado por autores. 99

Tabla 29: Salones de Arribo. Fuente: Elaborado por autores..... 100

Tabla 30: Concesiones Comerciales. Fuente: Elaborado por autores. 101

Tabla 31: Servicios Sanitarios. Fuente: Elaborado por autores. 101

Tabla 32: Sistema de Manejo de Equipaje. Fuente: Elaborado por los autores..... 102

Tabla 33: Áreas para funciones secundarias Internacional. Fuente: Elaborado por autores. 103

Tabla 34: Áreas para funciones secundarias Domestico. Fuente: Elaborado por autores..... 104

Tabla 35: Áreas de Servicio. Fuente: Elaborado por autores. 104

Tabla 36: Estacionamientos y sistema Multimodal. Fuente: Elaborada por autores. 105

Tabla 37. Comercio y Servicios. Fuente: Elaborado por autores..... 107

Tabla 38: Industria. Fuente: Elaborado por autores..... 107

Tabla 39: Oficinas. Fuente: Elaborado por autores. 108

Tabla 40: Residencial. Fuentes: Elaborado por autores. 108

Tabla 41: Hotelería. Fuente: Elaborado por autores. 109

Tabla 42.Áreas totales de ciudad aeroportuaria NAIN. Fuente: Elaborado por autores. 109

Tabla 43: Área total NAIN Fase 1. Fuente: Elaborado por autores..... 111

Tabla 44. Área total NAIN Fase 2. Fuente: Elaborado por autores..... 113

Tabla 45: Área total NAIN Fase 3. Fuente: Elaborado por autores..... 115

Tabla 46: Altura de Torre de Control. Elaborado por Autores. 129

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

1. INTRODUCCIÓN

Se vive en una época en la que el mundo en el que nos desenvolvemos, está inmerso en procesos de intercambio y conectividad que evolucionan y son elementales para el desarrollo de las regiones en diferentes ámbitos.

La globalización y las dinámicas del mundo acelerado han generado que las ciudades sean re configuradas. De modo que los aeropuertos y el transporte aéreo en su conjunto juegan un papel importante para esto, desarrollándose como nodos de intercambio multimodal, que amplifican las actividades económicas, funcionando como nuevos puntos de desarrollo en la región, que suscitan la posibilidad de trascender sobre su marco local, al ser integrados dentro de un marco global.

Los aeropuertos ocupan una función esencial para materializar la interconectividad inherente de la globalización contemporánea; conectar con el resto del mundo de manera directa, para generar recortes de espacio y reducción de los tiempos y costos de desplazamiento de grandes masas de pasajeros y mercadería. Es así que nace una infraestructura que permite dotar a las regiones donde se emplazan de jerarquía, funcionalidad e internacionalización.

En Nicaragua el AIACS inició operaciones en el año de 1977 y a lo largo de éste tiempo se ha mantenido en operación gracias a las mejoras y remodelaciones periódicas que se le han realizado, sin embargo; está llegando a un punto de difracción, dado que éste aeropuerto fue diseñado y construido para solventar las necesidades de las aeronaves que operaban en esa época, y no se reflexionó sobre el crecimiento futuro que iban a tener, tanto los flujos de pasajeros como el tamaño de las aeronaves que hoy en día operan.

Debido a esto el presente proyecto se elaboró con el propósito generar un cambio en las áreas mencionadas, y lograr una mayor competitividad en la infraestructura aeroportuaria, y la solución a los problemas urbanos y de transporte aéreo en el país.

La estructura de metodológica a utilizar se compone de 7 divisiones:

La delimitación física, como elemento de análisis exploratorio.

El contexto historio, para dotar a la propuesta de elementos de vanguardia.

La delimitación teórica, a modo de obtener una perspectiva que ajuste a la realidad de Nicaragua dentro del paradigma aeroportuario.

La reglamentación, como marco base para un proyecto que pueda responder a las nuevas demandas aeroportuarias.

Los estudios de modelos análogos, como forma de extrapolar información entre modelos de una misma tipología.

Las variables como condicionantes de flujo de trabajo para un diseño optimizado.



C-GTOI

Air
transat

LAFISE
El líder financiero regional

1.1. ANTECEDENTES: LA EVOLUCIÓN DE LA AVIACIÓN Y LOS AEROPUERTOS

En 1903 en una isla arenosa de la costa de Carolina del Norte, en Estados Unidos, los hermanos Wright remontaron el primer vuelo de la historia en un aeroplano. Aquella explanada, sin embargo, se parecía más a un campo sin arar que a uno de nuestros aeropuertos.

Hasta el comienzo de la Primera Guerra Mundial (1914), el desarrollo de la aviación estuvo en manos de técnicos y deportistas, ya que el único intento de explotación comercial del aire fue el de los dirigibles del conde Zeppelin en Alemania, entre 1910 y 1914. Durante la Primera Guerra Mundial se desarrolló la aviación militar, de tal modo que, de los escasos centenares de aviones deportivos que existían en el mundo en 1910, se pasó a varias decenas de miles de aparatos militares al final de la contienda en 1918. En Estados Unidos, antes de la guerra existían 33 pilotos militares, mientras que al final de la contienda eran ya 12.000. El desarrollo tecnológico de aquellos años, junto con la gran disponibilidad de aviones y de pilotos, hicieron posible el tímido nacimiento de la aviación comercial.

El primer aeródromo específicamente creado para el servicio de viajeros permanente, en 1922, fue el de Königsberg, ciudad alemana que había quedado aislada en territorio polaco a raíz de la derrota de Alemania. Curiosamente, la prohibición explícita en el Tratado de Versalles al establecimiento de una aviación militar impulsó en Alemania el desarrollo de la aviación civil en todos los ámbitos: aviones, aeródromos y servicios.

Nos interesa destacar aquí el concepto de “campo de aviación”, que describe muy adecuadamente el diseño de esas primeras infraestructuras. Puesto que los aviones eran muy ligeros y debían aterrizar y despegar siempre en contra del viento, el campo de aviación era, efectivamente, un campo de césped o un terreno natural, entre trapezoidal y circular, con unas dimensiones de entre 400 y 900 m. Disponía de hangares donde proteger los frágiles aviones de las inclemencias del tiempo, especialmente en invierno cuando apenas se volaba (Taylor, 1994).



Ilustración 1: Aeródromo de Königsberg. Fuente: Wikimedia Commons.

1.1.1. PRIMERA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1930-1940)

En 1933 aparecieron los que pueden ser considerados como primeros aviones de línea modernos: el Boeing B-247 y el Douglas DC-1, bimotores monoplanos de aluminio; si bien la estrella indiscutible de esta generación fue el DC-3 (1935), del que llegaron a construirse 13.000 unidades, más otras 10.000 en sus diferentes versiones militares (C-47, C-53, etc.). Con un peso máximo en despegue de 11,4 toneladas, transportaba entre 21 y 32 pasajeros a una velocidad de crucero de 274 km/h, con un techo de vuelo de 7.300 m y una autonomía de 1.650 km. Permitió el establecimiento de vuelos transcontinentales de costa a costa en Estados Unidos, en 17 horas y con tres escalas de repostaje.

En 1936, el aeropuerto con mayor tráfico del mundo era el de Berlín-Tempelhof, con 200.000 viajeros, 25.000 vuelos en un año y puntas de 10 aterrizajes/hora. Ese mismo año, el aeropuerto de Bromma, en Estocolmo, fue el primero de Europa en disponer de un completo sistema de pistas de hormigón.

Estos avances tecnológicos y comerciales en el mundo de la aviación dieron lugar a una nueva generación de infraestructuras que fueron adoptando ya la actual denominación de “aeropuerto” (airport, aéroport, flughafen). Idealmente, el aeropuerto de este período disponía de un conjunto de unas seis pistas, dispuestas radialmente con el objeto de cubrir todas las direcciones de los vientos y garantizar la máxima operatividad. Se precisaban también más zonas de estacionamiento y embarque, lo que dio lugar a terminales más grandes y a potenciar formas con mayor longitud de frente. En 1936, en el Gatwick de Londres apareció una terminal circular, como una isla en medio de la zona de estacionamiento de aviones, de la que surgían como radios seis pasillos telescópicos deslizantes sobre raíles que permitían el acceso protegido de los viajeros hasta el pie de los aviones. A la isla se llegaba por medio de un túnel, con acceso directo a la primera estación de ferrocarril con la que contó un aeropuerto. Ciertamente, se trató de un notable diseño, precursor de un modelo de terminal que tendría su desarrollo algunos decenios más tarde.

En resumen, los aeropuertos de este período disponen ya de un sistema de pistas pavimentadas de 800 m de longitud y 150 m de anchura, que se cruzan entre sí en forma de estrella con el objeto de cubrir todas las direcciones de los vientos, o al menos las dominantes, y de una o varias terminales diseñadas con el fin de ofrecer suficiente longitud de frente en el “lado aire” donde estacionar los aviones. Los pasajeros acceden a pie a las escalerillas de los aviones desde las puertas (gates) de este frente aeroportuario (Taylor, 1994).

1.1.2. SEGUNDA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1950-1960)

La Segunda Guerra Mundial, al igual que sucedió con la primera, supuso un importantísimo progreso para la aviación, tanto por los avances tecnológicos como por la creación de una potente industria de fabricación de aviones y la abundante disponibilidad de material y pilotos. Aparecieron cuatrimotores como el Boeing B-307 y el Douglas DC-4, pero quizás el más emblemático de esta generación, por sus elegantes líneas curvas, fue el Lockheed Constellation, aparecido en 1943. Con un peso máximo en despegue de 29,6 toneladas, transportaba entre 62 y 95 pasajeros a una velocidad de crucero de 570 km/h, con un techo de vuelo de 7.620 m, cabina presurizada y una autonomía de 8.700 km. Permitió el

establecimiento, en 1946, de vuelos transoceánicos entre París y Nueva York por parte de la TWA y, en 1947, del servicio “Clipper América” de Pan Am, consistente en la vuelta al mundo en dos días con una docena de escalas.

Esta nueva generación de aeronaves provocó un aumento del tráfico aéreo, que obligó a prever la realización de operaciones simultáneas en los principales aeropuertos y a prolongar las pistas hasta al menos 1.500 m. El diseño de pistas que se cruzan “en estrella”, pensado para operar solo una de ellas, evolucionaría idealmente hacia un sistema de pistas tangentes en todas direcciones a un gran círculo central donde se ubicaría la terminal, accesible por lo tanto de igual manera desde todas las pistas, que además podrían operarse con cierto grado de independencia. Esto permitiría realizar varias operaciones simultáneas de despegue y aterrizaje si las condiciones meteorológicas no imponían restricciones en ninguna dirección.

La evolución del proyecto del aeropuerto de Chicago O’Hare nos ofrece un excelente ejemplo de este enfoque. En el proyecto inicial de 1952, las seis pistas, que no llegan a cruzarse nunca, son paralelas dos a dos, de forma que con un viento fuerte siempre habría dos pistas suficientemente bien orientadas para permitir dos operaciones simultáneas y, en condiciones normales, se podría pensar en operar todas las pistas al mismo tiempo. Esta idea tropezó con objeciones por parte de los pilotos: por ejemplo, en caso de abortarse un aterrizaje ya cerca de la pista, lo cual sucede con cierta frecuencia, un avión remontando podría chocar con otro avión en despegue o aterrizaje en otra pista, puesto que las trayectorias sí pueden cruzarse en vuelo. Así pues, la seguridad en las aproximaciones o despegues no permitía aprovechar el teórico potencial de esta disposición de las seis pistas.

En 1952 apareció el primer reactor comercial, el De Havilland Comet británico, pero varios accidentes entre 1953 y 1954 arruinaron las perspectivas comerciales del proyecto. En 1958 aparecieron los B-707 y DC-8 americanos y, en 1959, el Caravelle de la Sud Aviation francesa. El Boeing 707, con un peso máximo en despegue de 116 toneladas, transportaba entre 110 y 179 pasajeros a una velocidad de crucero de 1.000 km/h, con un techo de vuelo de 10.000 m y una autonomía de 6.820 km.

En el resto de los aeropuertos que operaron con una sola pista hasta los años ochenta, o incluso hasta la actualidad, se desarrolló una pista como principal y otra como secundaria para condiciones adversas (que pueden constituir, no obstante, un porcentaje significativo de los días del año). Dos pistas que se cruzan pueden operarse simultáneamente, pero no independientemente, de modo que la capacidad del

conjunto puede ser, por ejemplo, del 140% respecto a una sola, pero no se alcanza nunca el 200% que se obtendría con pistas independientes (Taylor, 1994).

1.1.3. TERCERA GENERACIÓN DE AEROPUERTOS (1970-1980)

En 1969 apareció el Boeing 747, primer wide body (fuselaje ancho, con tres filas de asientos y dos pasillos), un salto cuantitativo importante en el tamaño de los aviones. El “jumbo” B-747, con un peso máximo en despegue de 378 toneladas, transporta 400 pasajeros a una velocidad de crucero de 910 km/h, con un techo de vuelo de 11.000 m y una autonomía de 12.200 km.

En los aeropuertos, los flujos de viajeros cada vez mayores obligaron a la separación de las zonas de salidas y de llegadas, habitualmente en dos niveles diferentes, lo cual da lugar a un complejo sistema de viaductos en el “lado tierra” de las terminales. La terminal se encuentra pues aislada, rodeada de aviones por tres de sus lados con el objeto de ofrecer el mayor número posible de puertas de embarque hacia el “lado aire” y de viaductos de carreteras y aparcamientos por el lado tierra.

En los años setenta aparece el fenómeno del terrorismo aéreo con el secuestro de aviones y, por lo tanto, surge la necesidad de controlar de forma estricta el acceso de los viajeros, distinguiendo en el área de salidas dos zonas: la de “check in” y la de “embarque”. A la de check in puede acceder todo el mundo y, en ella, el viajero obtiene la tarjeta de embarque y entrega el equipaje. A la de embarque acceden solamente los viajeros “limpios”, es decir, convenientemente acreditados y revisados después de pasar por el control policial (Taylor, 1994).

1.1.4. DESARROLLO NACIONAL

La historia de la aviación civil nicaragüense se remonta a 1922, cuando apareció en sus cielos el primer avión que llegó de sorpresa, provocando alegría y el asombro de la gente que salía a las calles para ver aquel curioso aparato de metal. A partir de entonces, nuestro país ha recibido todo tipo de avión y la industria aérea se desarrolló paulatinamente.

Posteriormente, se procedió a crear las condiciones necesarias para la llegada de más y modernos aviones. El primer campo de aterrizaje se construyó al oeste de la ciudad de Managua, en un lugar despoblado, en terrenos de Alfonso Estrada y Bertha Pasos, y parte del predio del hospicio Zacarías Guerra. Este campo se llamó “**CAMPO DE AVIACIÓN XOLOTLÁN**”, siendo construido por ingenieros nicaragüenses e Ingenieros Norteamericanos. Fue inaugurado poco antes del terremoto de 1931.

La superficie de rodamiento de la pista de aterrizaje del Campo de Aviación Xolotlán era de tierra recubierta por grama y tenía una pista longitud aproximada de dos kilómetros, debiendo su nombre al Lago Xolotlán. La misma era usada por la Fuerza Aérea Nacional (FAN) y aterrizaban aviones **Trimotores FORD**, pertenecientes a la Línea Aérea TACA (Transportes Aéreos Centro Americanos), aviones DC-3 de PANAM y otros vuelos de diferentes matriculas. Existían dos hangares de la Fuerza Aérea para una pequeña flota de 12 aviones militares de entrenamiento primario y avanzado. TACA tenía su oficina de Administración y taller de mantenimiento, más o menos a 500 metros de la FAN. No existía Torre de Control y las aeronaves para aterrizar sintonizando las frecuencias de radio de la FAN. Para preservar la seguridad de las instalaciones existía un Comando de la Guardia Nacional con una oficina con equipo de radio y un radio operador que mantenía comunicación con los trimotores FORD en los vuelos a Puerto Cabezas, Bluefields y las Minas. En cada una de estas bases había un equipamiento transmisor y radio operador, así como talleres de mantenimiento.

Los pilotos TACA eran todos americanos. Existía una pequeña escuela para pilotos privados en la parte sur del aeropuerto con dos aviones Taylor Craft, propiedad de Rodolfo Sengelman. Para el año 1947 se inauguró una escuela Militar de Aviación y entonces ya había aeronaves militares Avanzadas. El personal de mantenimiento TACA tenía su base en el Xolotlán. Luego vino una misión militar USA Aérea y mantenía uno o dos aviones militares de transporte tipo C-47. No había iluminación nocturna para la pista.

El Campo de Aviación Xolotlán estuvo activo alrededor de quince años, y por el año 1956 dejó de ser utilizado debido a que no tenía las condiciones para el aterrizaje de aviones modernos.

Posteriormente, se procedió a crear las condiciones necesarias para la llegada de más y modernos aviones. El primer campo de aterrizaje se construyó al oeste de la ciudad de Managua, en un lugar despoblado, en terrenos de Alfonso Estrada y Bertha Pasos, y parte del predio del hospicio Zacarías Guerra. Este campo se llamó “**CAMPO DE AVIACIÓN XOLOTLÁN**”, siendo construido por ingenieros nicaragüenses e Ingenieros Norteamericanos. Fue inaugurado poco antes del terremoto de 1931. (Boza Paíz, 2020).

La superficie de rodamiento de la pista de aterrizaje del Campo de Aviación Xolotlán era de tierra recubierta por grama y tenía una pista longitud aproximada de dos kilómetros, debiendo su nombre al Lago Xolotlán. La misma era usada por la Fuerza Aérea Nacional (FAN) y aterrizaban aviones **Trimotores FORD**, pertenecientes a la Línea Aérea TACA (Transportes Aéreos Centro Americanos), aviones DC-3 de PANAM y otros vuelos de diferentes matriculas. Existían dos hangares de la Fuerza Aérea para una pequeña flota de 12 aviones militares de entrenamiento primario y avanzado. TACA tenía su oficina de Administración y taller de mantenimiento, más o menos a 500 metros de la FAN. No existía Torre de Control y las aeronaves para aterrizar sintonizando las frecuencias de radio de la FAN.

Los pilotos TACA eran todos americanos. Existía una pequeña escuela para pilotos privados en la parte sur del aeropuerto con dos aviones Taylor Craft, propiedad de Rodolfo Sengelman. Para el año 1947 se inauguró una escuela Militar de Aviación y entonces ya había aeronaves militares Avanzadas. El personal de mantenimiento TACA tenía su base en el Xolotlán. Luego vino una misión militar USA Aérea y mantenía uno o dos aviones militares de transporte tipo C-47. No había iluminación nocturna para la pista.

El Campo de Aviación Xolotlán estuvo activo alrededor de quince años, y por el año 1956 dejó de ser utilizado debido a que no tenía las condiciones para el aterrizaje de aviones modernos.



Ilustración 2: Campo de Aviación Xolotlán. Fuente: La aviación en Nicaragua: Reseña Histórica 1922 – 1979.

Para la década de los 40, cuando estalló la Segunda Guerra Mundial, exactamente el 22 de enero de 1942, el Gobierno de Nicaragua y la Empresa Pan American Airways, Inc., suscribieron un contrato para la construcción del AEROPUERTO “LAS MERCEDES”. A cambio de dicha construcción el Gobierno de Nicaragua otorgó a Pan American Airways Inc, el cargo de Administrador único del Aeropuerto, con todos los poderes, facultades y obligaciones que se señalaban para los Administradores de campos de aviación en las Leyes de Nicaragua, con excepción de lo que concernía a las autoridades nacionales de Aduana, Emigración, Sanidad y Policía. El contrato se firmó por un plazo de treinta años, siendo publicado en “La Gaceta,” Diario Oficial No. 19 del 28 de enero de 1942. Siendo construido

Inicialmente las instalaciones del Aeropuerto “Las Mercedes”, construidas por la Empresa PAN AMERICAN AIRWAYS, INC., consistían en una pequeña pista de aterrizaje, una pequeña terminal de pasajeros y un área limitada de estacionamiento de Aeronaves. No es sino, hasta mediados de los años sesenta que el Aeropuerto comienza a desarrollarse para acomodar la entonces creciente demanda de Transporte Aerocomercial. La pista tenía 800 metros de longitud para recibir aeronaves del tipo DC-6, y C-46. En los años 50’s la pista se prolongó a 1,500 metros, para aeronaves de mayor envergadura.

El 2 de octubre de 1958, el Gobierno de Nicaragua y Pan American Airways, Inc. suscriben contrato por medio del cual ésta vende y traspasa al Gobierno de Nicaragua, todos los derechos de propiedad sobre las mejoras del Aeropuerto “Las Mercedes”, incluyendo pista de aterrizaje, área de estacionamiento, edificio y cualquier otra edificación o estructura que se encontrase dentro del perímetro del Aeropuerto, contrato que fue publicado en “La Gaceta”, Diario Oficial No. 273 de fecha 27 de noviembre de 1958. (Boza Paíz, 2020)



Ilustración 3: Aeropuerto las Mercedes. Fuente: La aviación en Nicaragua: Reseña Histórica 1922 – 1979.



A world map with a light gray background. The map shows the continents of North America, South America, Europe, Africa, Asia, and Australia. A black dot is located on the Gulf Coast of Mexico, representing the AIACS location. Several dashed lines with airplane icons at the end radiate from this dot, indicating flight paths to various locations. One path goes to the central United States, another to the northeast, and a long one to Europe. Other paths point to various locations in Central and South America.

AIACS
12°08'29"N
86°10'05"W

1.2. CONDICIÓN ACTUAL DEL TRANSPORTE AÉREO

Nicaragua cuenta con 17 pistas de aterrizaje en su territorio, los cuales se clasifican en aeropuertos internacionales, aeropuertos nacionales, aeropuertos regionales, aeropuertos privados y otro tipo de aeropuertos. En caso de aeropuertos internacionales, se incluyen el aeropuerto Augusto C. Sandino y el Aeropuerto Internacional de Costa Esmeralda, este último únicamente recibe vuelos privados de pequeña envergadura, y ocho aeropuertos que manejan vuelos nacionales regulares, los cuales son: Aeropuerto de Puerto Cabezas (Bilwi), Aeropuerto de Bluefields, Corn Island, Bonanza, San Carlos, Siuna, Waspam y San Juan de Nicaragua (Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil [INAC], 2024).

Aeropuertos en Nicaragua								
Aeropuerto	Categoría	Código OACI	Código IATA	Categoría OACI	Longitud de pista (m)	Ancho de Pista (m)	Superficie de la Pista	Peso Max. del Avión (kg)
Aeropuerto Augusto C.S.	EAAI (Internacional)	MNMG	MGA	4D	2,442	45	Asfalto	152,727
Aeropuerto de Bilwi	EAAI (Nacional)	MNPC	PUZ	4C	2,471	45	Concreto	78,494
Aeropuerto de Bluefields	EAAI (Nacional)	MNBL	BEF	3C	1,817	30	Sellado de Asfalto Doble	22,407
Aeropuerto de Corn Island	EAAI (Nacional)	MNCI	RNI	3C	1,450	30	Sellado de Asfalto Doble	22,407
Aeropuerto de San Juan de Nicaragua	EAAI (Nacional)			3C	1,500	25	Concreto	24,000
Aeropuerto de Ometepe	EAAI (Nacional)			3C	1,500	30	Asfalto	24,000
Aeropuerto de León	Nacional	MNLN		1B	929	25	Sellado de Asfalto Doble	4,200
Aeropuerto Los Brasiles	Nacional	MNBR		2C	915	24	Sellado de Asfalto Doble	11,454
Aeropuerto de Chinandega	Nacional	MNCH		1B	757	18	Sellado de Asfalto Doble	4,200
Aeropuerto de Bonanza	Municipal	MNBZ	BZA	3C	1,430	30	Macadán	3,969
Aeropuerto de San Carlos	Municipal	MNSC	NCR	3C	850	18	Macadán	3,969
Aeropuerto de Siuna	Municipal	MNSI	SIU	2B	1,100	30	Macadán	3,969
Aeropuerto de Rosita	Municipal	MNRT	RFS	3C	1,900	30	Macadán	22,470
Aeropuerto de Waspam	Municipal	MNWP	WSP	2B	1,250	20	Macadán	7,466
Aeropuerto de Montelimar	Privado	MNMR		3D	1,450	43	Sellado de Asfalto Doble	16,700
Aeropuerto de Costa Esmeralda	Privado	MNCE		3C	1500	30	Asfalto	24,000
Aeropuerto de Punta Huete (Panchito)	Otros	MNFC		4D	3,000	45	Concreto	152,727

Fuente: Creado por el Equipo de Estudio JICA basados en los datos del INAC y de la EAAI

Tabla 1: Aeropuertos en Nicaragua. Fuente: JICA

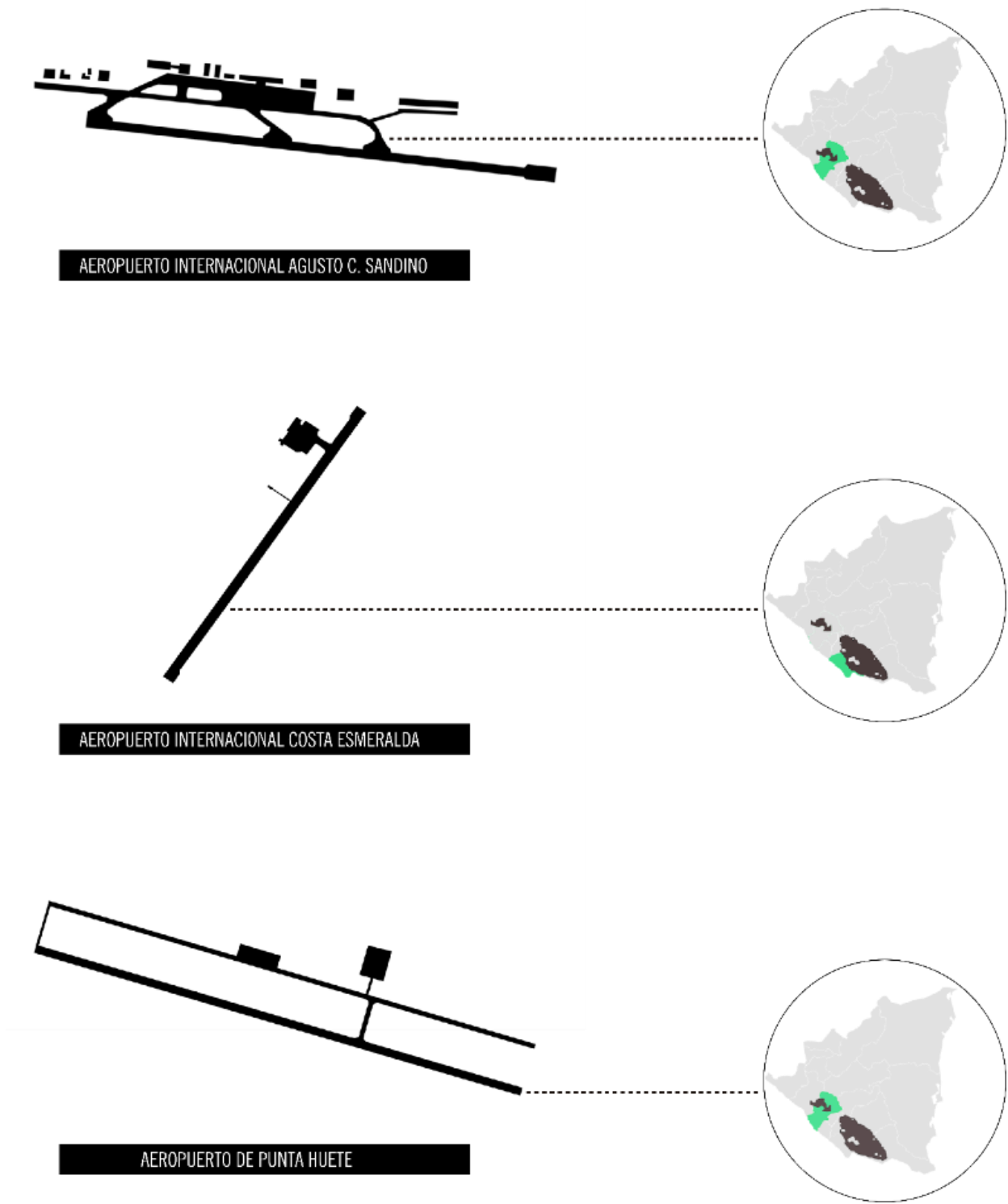


Ilustración 4:Aeropuertos con recepción internacional. Fuente: Elaborado por autores.

1.3. CONDICIÓN AEROPORTUARIA DE NICARAGUA

El Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino es el principal aeropuerto de Nicaragua, con un tránsito de 1,500,000 pasajeros en 2017, según la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Se proyecta que el número de pasajeros aéreos internacionales aumentará significativamente, alcanzando entre 2.5 y 4.1 millones en 2025 y 2033, respectivamente. Comparado con los 1.5 millones de pasajeros internacionales en 2017, esto representaría un incremento de hasta 3.5 veces para 2033. Del mismo modo, se espera que el número de pasajeros aéreos nacionales también crezca, siguiendo la tendencia de los pasajeros internacionales. Para manejar este aumento, es esencial incrementar la capacidad de los aeropuertos internacionales y nacionales o desarrollar nuevas propuestas que se ajusten a esta demanda.

Los principales fabricantes de aviones del mundo, Boeing y Airbus, prevén un crecimiento acelerado en la flota mundial de aviones de carga durante los próximos 20 años, impulsado por el aumento del comercio internacional y el auge del comercio electrónico, que sigue transformando la cadena de suministro global. Además, se estima que la creciente digitalización y automatización en la gestión logística fomentarán la eficiencia en el transporte aéreo, generando una demanda sostenida de aviones de carga de nueva generación.

La República de Costa Rica y Panamá son conscientes de esto y han generado nuevas propuestas y planes para ajustarse al creciente desarrollo de la aviación. En el caso de Costa Rica, ya hay una propuesta en Orotina que se ajusta a estas nuevas necesidades de manera progresiva, mientras que Panamá apuesta por su aeropuerto primario, Tocumen, que es considerado el mayor y más importante de Panamá y Centroamérica, con vuelos a más de 65 ciudades de América y Europa, cubriendo gran parte de Latinoamérica. Ambos países tienen planes de crecimiento a mediano y largo plazo.

Nicaragua, frente a estas proyecciones regionales, debe considerar no solo la expansión de su infraestructura aeroportuaria existente, sino también la posibilidad de desarrollar un nuevo aeropuerto que pueda atender de manera eficiente el incremento proyectado de pasajeros y operaciones de carga. La implementación de una infraestructura moderna y adaptable es fundamental para asegurar que el país se mantenga competitivo en la región, atrayendo tanto inversión extranjera como nuevos flujos turísticos, lo que impulsaría el crecimiento económico a largo plazo (Asociación Internacional de Transporte Aéreo [IATA], 2017).

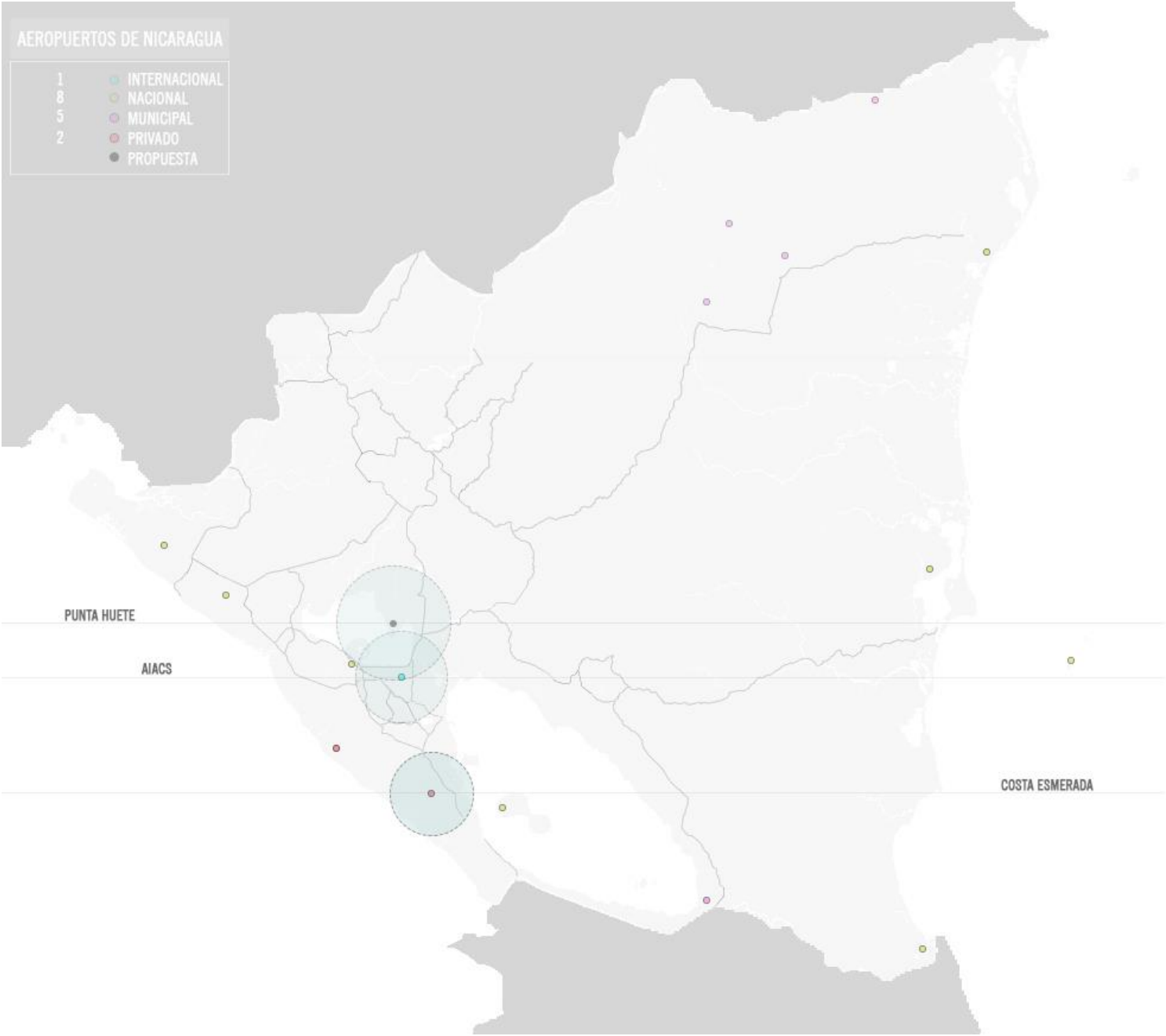


Ilustración 5: Ubicación de aeropuerto en Nicaragua. Fuente: Elaborado por autores.

1.4. AEROPUERTO INTERNACIONAL AGUSTO C. SANDINO.

Nuestro principal aeropuerto ha mutado a través de los años y ha pasado por grandes procesos de traslado, transformación y reconfiguración.

Estos procesos han conllevado consecuencias graves debido a la configuración desplanificada de nuestra ciudad, generando diversas limitantes en nuestro actual aeropuerto en la búsqueda de su expansión para ajustarse a nuevos requerimientos.

El AIACS inició operaciones en el año de 1978 y a lo largo de éste tiempo se ha mantenido en operación gracias a las mejoras y remodelaciones periódicas que se le han realizado, sin embargo está llegando a un punto de difracción, dado que este aeropuerto fue diseñado y construido para solventar las necesidades de las aeronaves que operaban en esa época, y no se reflexionó sobre el crecimiento futuro que iban a tener, tanto los flujos de pasajeros como el tamaño de las aeronaves que hoy en día operan.



Ilustración 6: Terminal Aeropuerto Augusto C. Sandino. Fuente: La Prensa.

1.5. LIMITANTES DEL AEROPUERTO

Pista

Entre la mayoría de los aviones que actual-mente operan en el Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino; los que demandan una mayor longitud de pista son los de clase B737-800. Considerando la tendencia de preferencia de líneas aéreas en la ruta entre América del Norte y América Central, los aviones de tamaño pequeño de reacción, como los B737-800 y A320 serían utilizados en el futuro. De acuerdo a las características de las aeronaves para la planificación aeroportuaria, los B737-800 requieren 3.100 m de longitud de pista en el Aeropuerto Augusto C. Sandino, por lo tanto, se debe ampliar la pista de aterrizaje a 3.100 m para mejorar la operación y la seguridad de las aeronaves y así hacer frente a la demanda. En la Figura 20.1.1 se muestran las fotos del modelo típico de avión jet B737-800 y del terminal de pasajeros tomadas del piso superior de la torre de control del Aeropuerto Internacional de Augusto C. Sandino.

Plataforma

La ubicación de la terminal de pasajeros existente al Norte de la pista del Aeropuerto Internacional de Augusto C. Sandino no cumple los requerimientos aeroportuarios según la OACI, porque el ala de cola de los pequeños jets de reacción al estar en la plataforma, penetra la superficie de transición, lo que no debe presentarse, que es norma de la OACI para la precisión de la pista de aproximación. Además, la distancia entre la calle de rodaje paralela y la pista es de 150 metros inferior a la recomendación de la OACI que es de 176 m para los aviones Código D en la aproximación por instrumentos a la pista. De acuerdo a los resultados del pronóstico de la demanda de tráfico aéreo, los aviones jets serian introducidos en las rutas nacionales para el año 2020 por lo que se recomienda la construcción de una nueva terminal para pasajeros internacionales y otra para los nacionales al lado Sur de la pista. El edificio existente para pasajeros internacionales, se utilizaría para la aviación general y para oficinas (OACI, 2014).

Esto entra en conflicto con el plan actual de la EAAI de construir una terminal de carga al lado Sur, sin embargo, hay suficiente espacio en la zona Sur tanto para la terminal de carga como para la terminal de pasajeros y pueden construirse juntas. Se requiere de un estudio detallado para preparar un plan de desarrollo futuro de la zona (Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil [INAC], 2018).

Terminal

La capacidad de la terminal internacional de pasajeros existente se estima que maneja 600 pasajeros en hora pico en un área de 24.900 m2. De este modo, el área por pasajero en hora pico es de 41.5m2. Para ofrecer un mejor servicio en una nueva terminal internacional, se debe designar45m2 por pasajero en hora pico. Para el cálculo de la construcción de la terminal nacional para pasajeros, se debe designar un área genérica por pasajero en hora pico de 30m2 Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil [INAC], 2018).

La siguiente tabla muestra los requisitos de las terminales:

INTERNACIONAL				
AÑO	PASAJEROS ANUALES	PASAJEROS EN DÍA PICO	PASAJEROS EN HORA PICO (PHP)	(PHP) ÁREA DE EDIFICIO OCUPADO PARA PASAJEROS(45 M2/PHP)
2015	1,319,500	4,400	326	14,651
2020	1,815,000	6,100	440	19,793
2025	2,485,600	8,300	605	27,225
2030	3,420,300	11,500	829	37,284
2033	4,148,200	13,900	1,140	51,305

NACIONAL				
AÑO	PASAJEROS ANUALES	PASAJEROS EN DÍA PICO	PASAJEROS EN HORA PICO (PHP)	(PHP) ÁREA DE EDIFICIO OCUPADO PARA PASAJEROS(45 M2/PHP)
2015	187,300	700	48	1,434
2020	261,400	900	62	1,873
2025	365,000	1,300	87	2,614
2030	509,500	1,700	122	3,650
2033	622,400	2,100	170	5,095

Ilustración 7: Proyección de pasajeros Anuales Aeropuerto Augusto C. Sandino. Fuente: JICA.

1.6. FLOTA DE AERONAVES

Actualmente el AICS cumple con los requisitos para aeronaves de tipo 4E: sin embargo, rutinariamente el aeropuerto recibe aeronaves de tipo Código E y Código F (como el Boeing 747 y el Airbus A310).

El Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino está clasificado con el código 4-E (Organización Internacional de Aviación Civil [OACI], 2014).

La flota de aeronaves que maneja el AIACS es la siguiente:

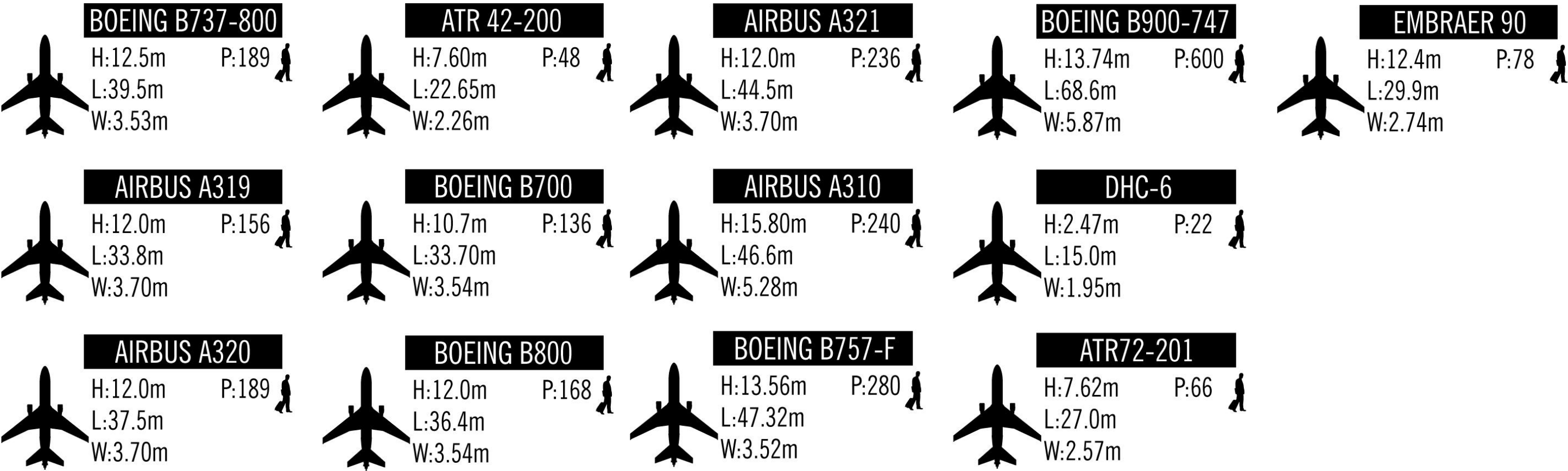


Ilustración 8: Flota de Aeronaves de AIACS. Fuente: Elaborado por los autores.

1.7. CONCLUSIONES PARCIALES

El Aeropuerto Augusto cesar Sandino está llegando a su máximo de posibilidades, y aunque algunos siguen con la idea de que con más posiciones de contacto (mangas), más salas de abordaje y con una nueva terminal podríamos extender su vida útil por cincuenta años, esto no es posible.

El AIACS se diseñó y construyó con base en el tipo de aeronaves que operaban en aquella época, jamás comparadas en velocidad y tamaño con los aviones de hoy día. Además, las regulaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), que hoy rigen el diseño, la operación y la certificación de aeropuertos no existían.

Por lo tanto, nuestro actual aeropuerto internacional, con todas sus nuevas remodelaciones, pero con todavía limitadas dimensiones terrestres y estrujado espacio aéreo, no tiene posibilidad de obtener una certificación de la OACI.

Por esta razón se han tomado medidas para mitigar los riesgos desde hace más de diez años. Si bien su objetivo es mantener la seguridad operacional, estas conllevan directamente atrasos en su operación.

Además, se puede intuir que el modelo de acción responde a dinámicas del pasado, en el cual se concibe el aeropuerto como un ente estático, que tiene una sola cara relacionada con la recepción y la emisión del tráfico aéreo, convirtiéndose en una estructura introvertida y con poco interés de aprovechar el potencial de su posición en torno a la conectividad. Los nuevos patrones de ciudad, exigen mucho más que eso para un aeropuerto y ponen en el escenario una nueva propuesta de valor, que incluye la concepción de un ente orgánico, multimodal, multifuncional y polivalente.

1.8. JUSTIFICACIÓN

Los aeropuertos son instalaciones vitales de la globalización que permiten y facilitan la constitución, fortalecimiento y sostenimiento de las ciudades mundiales, no sólo gracias a la conectividad aérea y plasticidad del espacio que establecen entre los mismos, sino como instalaciones simbólicas, a través del desarrollo y la magnitud de sus infraestructuras.

El Aeropuerto Augusto C. Sandino, principal aeropuerto de Nicaragua a pesar que ha respondido con la oferta y demanda de vuelos tanto nacionales y extranjeros desde 1977 hasta el año 2021, no será así para el año 2033, dado que el flujo anual de pasajeros superara los 4 millones de personas, saturando el funcionamiento de éste, y debido a que su posición geográfica no permite expansión de su plan maestro y terminal, se limitara su capacidad para ajustarse a los nuevos requerimientos del país¹.

Ante esta situación se considera necesario el desarrollo del Plan Maestro de un Aeropuerto, que sea capaz de evolucionar de manera progresiva, y responda a la creciente demanda del turismo, comercio y tecnología, favoreciendo a la descentralización de la capital de Managua, desahogándola vialmente, generando nuevos polos de desarrollo urbano, y contribuyendo de esta forma a crear nuevas propuestas ante la desvinculación de la ciudad, usando como nodo ésta terminal².

El presente Plan Maestro es una simbiosis necesaria y cambiante que permitirá descentralizar la capital de Managua progresivamente, funcionando como nodo logístico de un sistema de transporte multimodal para pasajeros y mercancías, que pretende ser el nuevo punto de desarrollo urbano del país, detonando la competitividad industrial, y dinamización socioeconómica, mejorando la calidad de vida y el ingreso de los nicaragüenses³. Un nuevo aeropuerto de clase mundial es una verdadera estrategia de competitividad y desarrollo regional para Nicaragua.

Se Anexa carta por parte del Instituto de Aeronáutica Civil que avala este proyecto.

³ JICA - Plan Nacional de Transporte de Nicaragua Informe Final - junio 2014

⁴ GULLER, GULLER. Del Aeropuerto a la Ciudad Aeropuerto. Editorial Gustavo Gili. Barcelona

⁵ John D. Kazarda- Aerotropolis: The Way We'll Live Next

1.9. OBJETIVOS

1.9.1. Objetivo General

Desarrollar el plan maestro y terminal del aeropuerto internacional de Nicaragua ubicado en Punta Huete, Managua, que responda a la demanda de pasajeros durante el periodo de 2033-2053.

1.9.2. Objetivos Específicos

- Establecer los criterios teóricos y normativos de instalaciones aeroportuarias, permitiendo un abordaje integral en el diseño.
- Determinar las potencialidades y limitantes del sitio, desde el análisis ambiental, urbano y estándares aerodinámicos para esta tipología arquitectónica.
- Elaborar la propuesta de un plan maestro de un aeropuerto internacional que se ajuste a la demanda de carga y pasajeros durante el periodo 2033-2053.

CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2. NUEVAS TEORÍAS SOBRE MODELOS DE CIUDAD EN EL SIGLO XXI RELACIONADA CON EL ROL DEL AEROPUERTO

Las oportunidades económicas y el crecimiento exponencial de las nuevas tendencias de mercado han potencializado la importancia de los aeropuertos en las grandes metrópolis mundiales. Los aeropuertos, como componentes vitales en las composiciones del mercado, proveen velocidad y conectividad a largas distancias, conectando tanto nacional como internacionalmente porciones de terreno que históricamente han prevalecido distanciadas; esto provoca un alto crecimiento en el empoderamiento de las zonas circundantes y una alta competitividad entre las distintas regiones.

Así como el automóvil revolucionó la ciudad del Siglo XX, el avión revoluciona la ciudad de principios de Siglo XXI en una esfera de la arquitectura y el urbanismo que aún no hemos explorado a fondo, trae consigo una serie de tendencias renovadas que responden a la velocidad con la que se mueve la gente y a las nuevas dinámicas de trabajo y vivienda. Vivimos en una ciudad que pretende recortar los tiempos y los espacios, pero nos ahogamos en un sinnúmero de tensiones, de flujos y de nuevas construcciones que crecen torpes y que carecen de planificación.

Es así como emerge la ciudad-aeropuerto, como nueva tendencia del urbanismo y como u nuevo paradigma en la comprensión de las dinámicas sociales de la ciudad del Siglo XXI, permitiendo desgranar una serie de conceptos nuevos en el estudio de procesos.



2.1. IDENTIDAD ACTUAL DEL CONCEPTO

En el pasado, las disciplinas de planificación urbana y paisajística se han preocupado más por estudiar los efectos sociales de los aeropuertos que por explorar la compleja maquinaria aeroportuaria y sus efectos sobre el territorio.

El aeropuerto es atendido como un "no-lugar", según el concepto antropológico de Marc Auge de hace una década, que se ha convertido en un cliché repetitivo.

Hasta ahora, el aeropuerto ha permanecido separado tanto de la ciudad como del paisaje. No es parte integrante de ninguno de los dos. Además, los estudios sectoriales habituales (por ejemplo, las evaluaciones de impacto ambiental) no son suficientes para establecer una relación entre los aeropuertos y las ciudades. Aunque reconocen la necesidad de gestionar y controlar la máquina aeroportuaria desde un punto de vista medioambiental, económico y legislativo, a menudo no conceden la importancia adecuada a la ordenación del territorio. No existen planes integrados, sino numerosos estudios sectoriales que tienen por objeto resolver cuestiones específicas y no generales.

La relación entre el aeropuerto y el paisaje suele interpretarse en términos geográficos económicos. Se han realizado numerosos estudios sobre este tema, pero los aspectos geográficos del fenómeno se limitan en gran medida a un análisis estrictamente económico. El aeropuerto se describe como un catalizador de la producción. Empleo, valor añadido, beneficios e ingresos se adoptan como parámetros para definir el impacto del aeropuerto como actividad empresarial. Sin embargo, las estadísticas, los datos y las ecuaciones financieras no reflejan la calidad de los lugares ni registran los cambios en el paisaje y las prácticas que tienen lugar en él.

Una abundante literatura sobre el tema confirma el "efecto multiplicador" generado por la actividad de un aeropuerto sobre la economía local y nacional. Desde el punto de vista técnico, un aeropuerto produce valor para el área local, tanto en términos de grandes empresas capaces de atraer inversiones y crear empleo, como de infraestructuras de transporte capaces de aumentar la accesibilidad nacional, internacional e intercontinental de la zona (Cipriani, 2012).

2.1.1. AEROTRÓPOLIS, AEROPÓLIS, CITY-AIRPORT, CORREDOR

Existen diversos términos con los que se reconoce este nuevo fenómeno de ciudad. La noción del concepto se expresa en numerosos neologismos y sinónimos con raíces lingüísticas similares, pero con diferencias conceptuales pequeñas, que en algunos momentos pueden llegar a confundir. Entre estos términos podemos citar: aeropuerto-ciudad, ciudad aérea, aerotrópolis, aeropólis, aeroparque, aviopólis, aviopuerto, o ciudad-cielo, entre muchos otros.

Sin embargo, según la urbanista italiana Laura Cipriani, se deben distinguir 6 conceptos principales, que se encausan por temáticas diferentes y por escalas diversas.

Estos conceptos son:

- **Ciudad-aeropuerto.**
- **Aerotrópolis.**
- **Corredor aeroportuario**
- **Región aeroportuaria**
- **Airea**
- **AeroScape**

Todos estos conceptos poseen diversos acercamientos desde la perspectiva de varios teóricos que citaremos a continuación.

2.2. CIUDAD AEROPUERTO

La primera definición destacada es aplicada al concepto en su manera más global: "Ciudad-aeropuerto", en donde Cipriani (2012) brinda otra visión, debate y destaca que más allá de un término con alta profundidad urbana, se refiere más bien, a una dinámica de mercado y competitividad, que potencia una serie de aeropuertos, los cuales por su escala, tamaño y fondón han sido reinventados en ciudades genuinas y hasta cierto punto independientes. Los mismos son cuantificables y detectables en mapeos y listados oficiales. Generalmente son "hubs" de grandes compañías aeronáuticas, como es el caso de la estación aérea de Dallas con United, o Medellín con Avianca.

Estos casos son bastante complejos, debido a que en su mayoría se presenta una seña desconexión entre la ciudad original y la ciudad aeroportuaria. Es un modelo que funciona hasta cierto punto independiente de los patrones urbanos. Podemos concluir que, en nuestra ciudad, ese concepto aún no ha sido experimentado, debido a la organicidad y al traslape del aeropuerto con la ciudad. Es un fenómeno que se podría llegar a experimentar con la imposición de un nuevo aeropuerto en P. Huete.

En el diagrama adjunto a la derecha se determina la escasa relación que considera Cipriani entre la ciudad-aeropuerto y la ciudad-histórica. Esta morfología es bastante característica en las disposiciones de los aeropuertos norteamericanos. Tanto desde el punto de vista económico, como de tráfico aéreo y desarrollo urbano, el AIACS y su región aeroportuaria no alcanzan la denominación de "Airport City", debido a su pequeña escala de acción y a sus limitados puntos de enlace internacional en la dinámica global de vuelos.



Ilustración 9: Funcionamiento de Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborado por Autores.



Ilustración 10: Aeropuerto de Ámsterdam-Schiphol. Fuente: Google maps.

2.2.1. CIUDAD AEROPORTUARIA Y SERVICIOS CONEXOS

La ciudad aeroportuaria corresponde a un área que generalmente no está definida por fronteras físicas específicas, pero puede considerarse como una zona más o menos extendida alrededor del aeropuerto, incluyendo todos los edificios y funciones desarrolladas para apoyar las actividades específicas del aeropuerto, así como aquellas que surgen debido a la presencia misma de este. La cantidad, tipología, alcance y método de desarrollo de la ciudad aeroportuaria varían considerablemente según la ubicación del aeropuerto, la proximidad a servicios o áreas urbanas densas, el contexto económico, y las características específicas del sitio, entre otros factores.

En el contexto de un desarrollo dentro de áreas no urbanizadas, como es el caso del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua, la ciudad aeroportuaria representa una oportunidad para crear una nueva área urbana aprovechando el potencial económico del aeropuerto. Dado que el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua se ubicará en una zona remota del país, alejada de la capital, donde los municipios cercanos no ofrecen todos los servicios necesarios para apoyar la actividad aeroportuaria, y considerando que el proyecto mismo actúa como un catalizador para el desarrollo en conjunto con la zona de libre comercio, se espera que la ciudad aeroportuaria de este proyecto represente un desarrollo significativo para el futuro de la región.

El desarrollo del área de la ciudad aeroportuaria y sus funciones se puede categorizar de la siguiente manera:

Servicios primarios:

Comprenden las instalaciones y servicios esenciales directamente relacionados con la operación y el soporte del aeropuerto. Estos incluyen el hotel aeropuerto, la venta al por menor, servicios de apoyo para pasajeros y empleados, un centro médico, y espacio de oficinas para la administración del aeropuerto y otras agencias. Estas funciones son fundamentales para el funcionamiento eficiente del aeropuerto y se ubican principalmente dentro del perímetro aeroportuario.

Servicios secundarios

Engloban áreas adicionales que complementan los servicios primarios y se desarrollan en respuesta a las oportunidades de negocio y la demanda generada por el aeropuerto. Incluyen áreas de oficinas adicionales, hoteles, comercio al por menor, servicios diversos, áreas industriales ligeras, y zonas residenciales. A diferencia de los servicios primarios, estas áreas pueden desarrollarse de manera orgánica en las zonas adyacentes al aeropuerto, expandiendo la influencia económica del aeropuerto hacia la comunidad circundante.

Un factor clave para establecer lo anterior será el tipo de recomendaciones o imposiciones que realicen los planes reguladores urbanos de las municipalidades competentes como parte de la implementación del aeropuerto (por ejemplo, usos y limitaciones de altura, planificación maestra para el desarrollo en la proximidad del aeropuerto, entre otros). Por este motivo, es de vital importancia que se realicen acercamientos con las autoridades competentes para abordar el proyecto de forma integral dentro de los planes de desarrollo de la zona e iniciar, de manera temprana, los procesos necesarios para modificar, actualizar o desarrollar los planes reguladores pertinentes que permitan el crecimiento de la zona en línea con el planteamiento general del plan maestro para el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua.

Además, es crucial determinar el desarrollo del sitio basado en el crecimiento económico general de la región y la estructura organizativa establecida para desarrollar y operar el aeropuerto, así como para integrar estas funciones de apoyo.

La autoridad u operador responsable de la gestión aeroportuaria podría decidir otorgar concesiones (una práctica común) para el desarrollo y operación de las funciones primarias del aeropuerto, como la carga, el mantenimiento, estacionamientos, hotel, entre otros. Las funciones secundarias pueden ser gestionadas directamente por el aeropuerto, que podría crear una filial de desarrollo en asociación con inversionistas (como en los casos de Manchester e Incheon), o podrían ser otorgadas en concesión o desarrolladas de manera totalmente independiente por las autoridades competentes de la zona, a través de un plan maestro o un plan de desarrollo urbano.

Debido a estas razones, el pronóstico de área para la ciudad aeroportuaria se calcula como un rango indicativo del desarrollo posible en lugar de un número prescriptivo, y deberá ser reevaluado a medida que el aeropuerto crece y las necesidades de servicios, apoyo y desarrollo se vuelven más inmediatas.

2.2.2. ESTRUCTURA DE CIUDAD AEROPUERTO

Según Kasarda (2011), los aeropuertos suelen estar rodeados de anillos programáticos donde las actividades más densas y urbanísticamente integradas se concentran cerca del centro. A medida que se alejan del núcleo, las actividades se vuelven más suburbanas y menos dependientes del aeropuerto, dando lugar a áreas residenciales e industriales con menor intensidad de uso. Esta estructura refleja una jerarquía en la organización espacial, donde la dependencia del aeropuerto disminuye gradualmente hacia las periferias.

Los anillos programáticos son:

- 1. Aeropuerto como centro.
- 2. Actividades dependientes del aeropuerto: estas dependen físicamente del aeropuerto, por lo que no pueden movilizarse a zonas lejanas de las terminales.
- 3. Actividades orientadas al aeropuerto: estas actividades buscan atraer a los usuarios de los aeropuertos, pero no dependen del mismo físicamente. Estas suelen ser las primeras actividades en congestionar el sistema.
- 4. Actividades de lucro: son las actividades que se encuentran en las periferias de la ciudad-aeropuerto y corresponden a las compañías comerciales y productoras que utilizan el aeropuerto para exportar o importar productos, ya sea comerciales o de lucro.
- 5. Actividades no relacionadas al aeropuerto: estas son las actividades suburbanas que escapan a la ciudad aeropuerto, pero suelen ser parte del sistema urbano dentro del cual se ubica la ciudad aeropuerto. Son las zonas residenciales, agrícolas, deportivas y de protección.

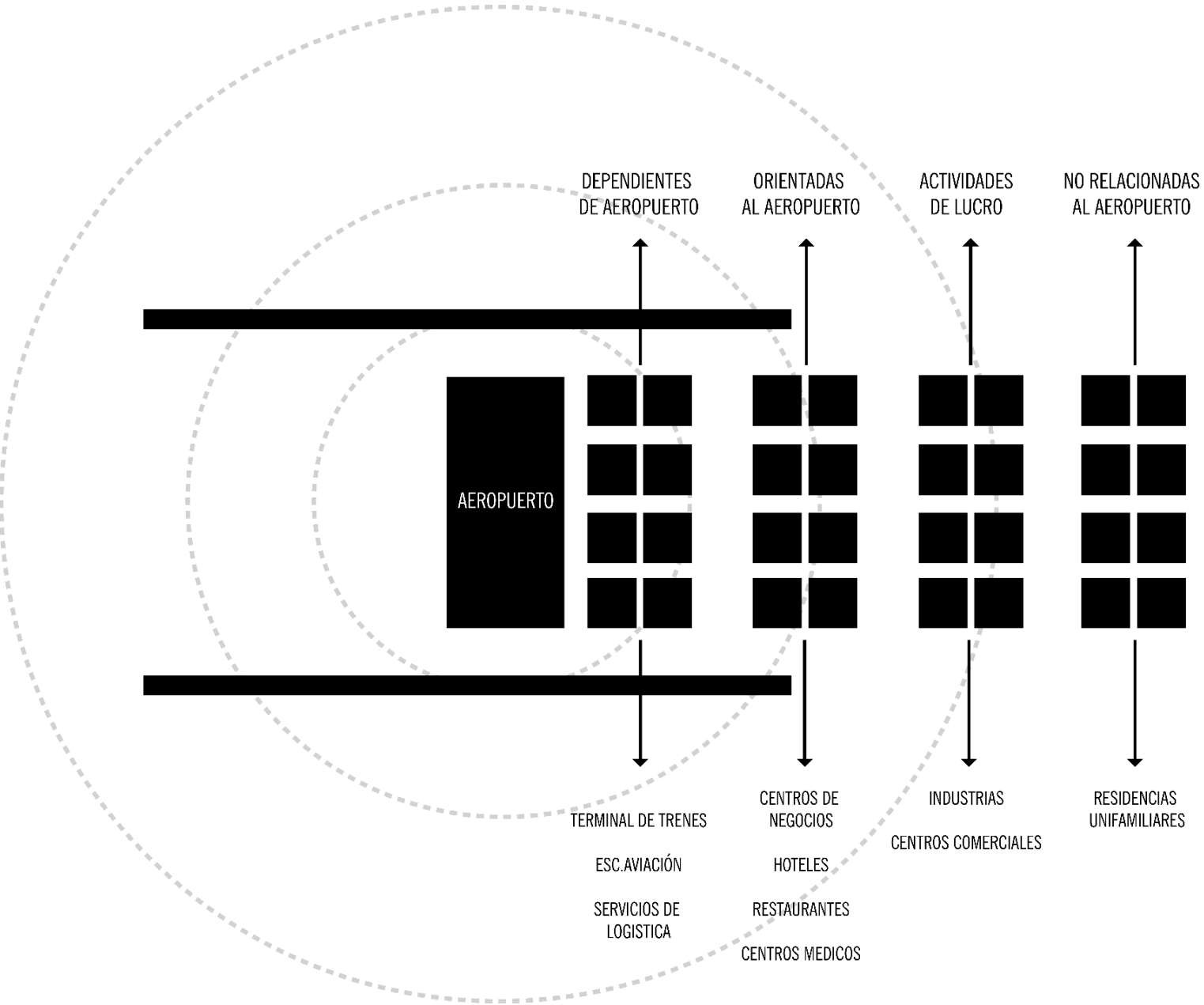


Ilustración 11: Estructura de Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborado por autores.

2.3. CORREDOR AEROPORTUARIO

El concepto fue utilizado por primera vez como modelo espacial y socioeconómico por Martin Schaafsma para el aeropuerto Schiphol de Ámsterdam.

Según Schaafsma, M. (2010) los corredores aeroportuarios son un concepto espacial, que unifica mediante una línea tanto el aeropuerto como las áreas aledañas con la ciudad, en una progresiva extensión, generando una zona de alto dinamismo en el medio y que puede llegar a transformarse en una región aeroportuaria. El corredor aeroportuario es un desarrollo multinúcleo que equilibra las necesidades de aviación y de no aviación para lograr un interés común entre las autoridades locales, la comunidad empresarial, las compañías aéreas y el aeropuerto, con el objetivo de lograr una ciudad-región competitiva y un aeropuerto próspero.

Este corredor está conectado a través de una columna vertebral que generalmente está relacionado con mecanismos de transporte intermodal. Se propicia un desarrollo urbano longitudinal, que combina iniciativas privadas, con centros urbanos públicos.

Esta tipología es la que más se acerca al caso de la ciudad de Managua, a pesar de que se poseen también bastantes características del concepto de región aeroportuaria.

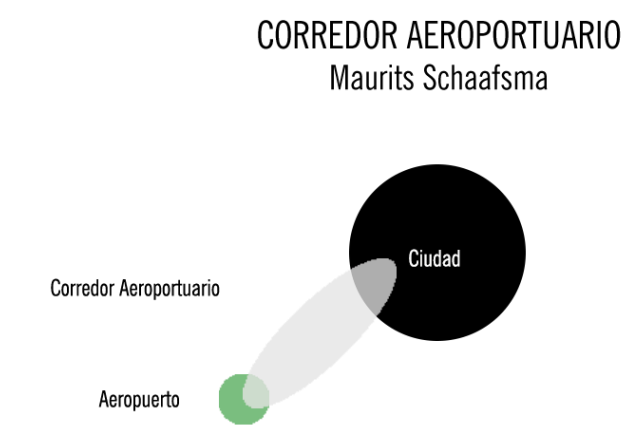


Ilustración 12: Funcionamiento de Corredor Aeroportuario. Fuente: Elaborado por Autores.

Teorico

Maurits Schaafsma, Joop Amkreutz, Mathis-Iler (2008)



Ilustración 13: Aeropuerto de Zurich Kloten – Zurich. Fuente: Google Maps.

2.4. REGIÓN AEROPORTUARIA

Según Cipriani (2012), la región aeroportuaria es un término vago y genérico que está relacionado con la gobernanza pública.

La región emerge como una evolución de las implicaciones de un corredor aeroportuario, a partir de su radiación tangencial, o de la presión existente que es producto de las actividades de varios corredores aeroportuarios.

A diferencia de la linealidad de los corredores, las regiones aeroportuarias, más bien se extienden en un área determinada, que pueden estar o no conectadas con las tendencias de la gran metrópoli. Son regiones que toman fuerza con el pasar de los años y que, debido a este gran potencial, pueden ser aprovechadas como génesis del planeamiento estratégico regional (Cipriani, 2012).

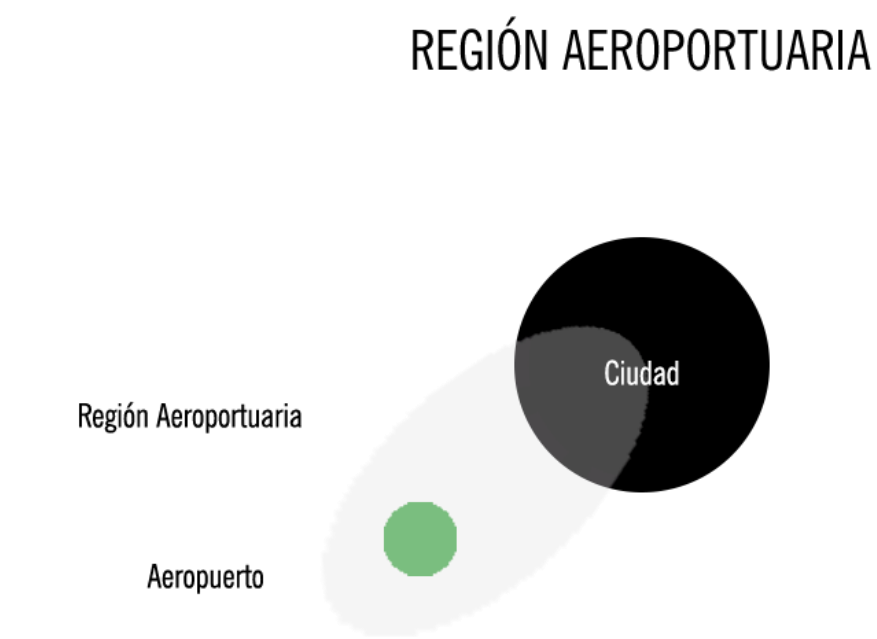


Ilustración 14: Funcionamiento de Región Aeroportuaria. Fuente: Elaborado por autores.



Ilustración 15: Aeropuerto Internacional de Dubai. Fuente: Archdaily.

2.5. AEROTROPOLIS

El concepto de Aerotrópolis fue desarrollado por el profesor John D. Kasarda, de la Universidad de Carolina del Norte (EUA). El término aerotrópolis se refiere al área urbana generada alrededor de los aeropuertos, formada por una compleja red de negocios y empresas relacionadas con el tráfico aeroportuario, vivienda y espacios para el ocio, con población establecida en esa zona de forma permanente y con una industria creciente que quiere estar cerca del aeropuerto porque el tiempo y costo de mover personas y productos hasta y desde el aeropuerto se está convirtiendo en un factor determinante. Esta área, que comprende un radio aproximado de 25 kilómetros, se diferencia de la metrópoli tradicional en que esta última generalmente localiza su aeropuerto en la periferia, mientras que en la aerotrópolis constituye su centro, a partir del cual se desprenden ramificaciones urbanas que actúan de manera complementaria a la actividad generada en las terminales aéreas.

Una aerotrópolis no es un aeropuerto urbano. Pero tampoco es una ciudad de aeropuerto. Por lo tanto, no se limita a las inmediaciones del aeropuerto, sino que se extiende a lo largo de varias millas desde el propio aeropuerto, incluidas las zonas exteriores que no están estrechamente relacionadas con las actividades de aviación.

En una aerotrópolis, el aeropuerto actúa como un imán de desarrollo, atrayendo a su alrededor una amplia variedad de infraestructuras y actividades económicas que, aunque no siempre están directamente relacionadas con la aviación, encuentran en su proximidad una ventaja competitiva. Esta estructura puede extenderse por varias millas desde el aeropuerto, incorporando distritos financieros, parques de investigación y desarrollo, zonas comerciales, centros de convenciones, instalaciones de entretenimiento, e incluso áreas residenciales Kasarda, J. D. (2011).

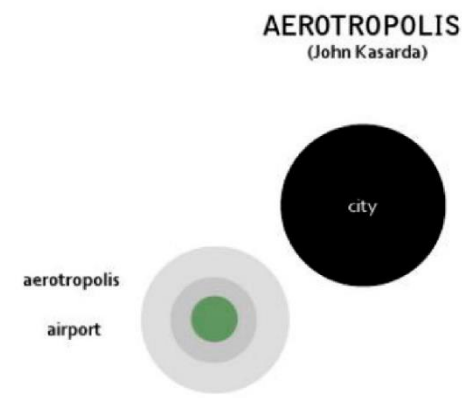


Ilustración 16: Funcionamiento de Aerotropolis. Fuente: Elaborado por autores.



Ilustración 17: Aeropuerto Internacional de Dallas-Fort Worth. Fuente: Google Maps.

2.6. AIREA

El 'Airea' es un fenómeno descrito por la profesora Johanna del Centro de Estudios Metropolitanos de Berlín. Schlaak (2010) incorpora algunos aspectos de la Aerotrópolis, pero emplea una perspectiva metropolitana más amplia que la aeroportuaria. Schlaak (2010) argumenta que la racionalidad de las múltiples partes involucradas ha resultado en una falta de planificación integrada, aeropuertos sin rostro y dispersión a lo largo de los corredores.

El airea es un clúster espacial discreto de desarrollo aeroportuario. Consiste en un "espacio(s) específico(s) espacial(es), funcional(es) y gubernamental(es)" disemina-do(s) a escala metropolitana, fuertemente conectado(s) con el aeropuerto (Knippen-berger 2010). El airea es una red compleja que tiene como núcleo el aeropuerto. También puede definirse como una "configuración heterogénea de islas dispersas dentro de un área metropolitana más amplia" que están conectadas física, funcionalmente o desde un punto de vista comercial con el aeropuerto (Schlaack 2010). El airea es una red de nodos urbanos parcialmente aislados, con el papel de subcentros multifuncionales que complementan el centro de la ciudad, alrededor de un núcleo que se libera de la presión urbana Schlaack, J. (2010).

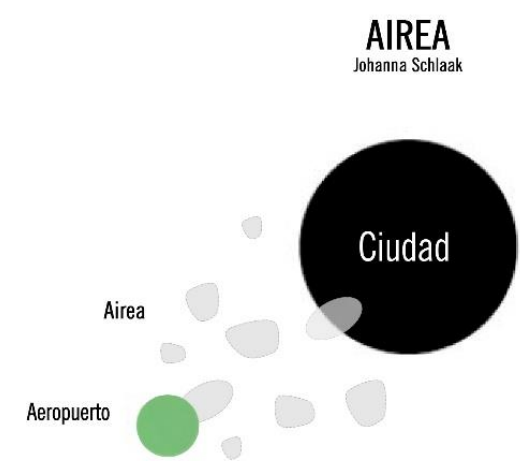


Ilustración 18; Funcionamiento de AIREA. Fuente: Elaborado Por Autores.



Ilustración 19: Aeropuerto de DENVER. Fuente: Google Maps.

2.7. AEROSCAPE

Kraffszyk (2012) aboga por el enfoque DE Aeroscape, basado en el Airea, pero que va más allá para expresar la realidad del coste temporal de las distancias entre los clusters económicos geográficamente dispersos en relación con las redes de aviación. Según Petzer (2012) no hay jerarquía en este orden espacial y es importante mejorar los vínculos y fortalecer las constelaciones entre ellos. Cuanto más rápido sea el flujo de bienes y servicios entre ellos, mayor será el beneficio económico.

La lección clave en cuanto a la terminología es que la rehabilitación de un aeropuerto existente debe distinguirse claramente como un "AeroScape" o "Airea" que reaviva las conexiones con las fragmentadas islas industriales de la ciudad a través de asociaciones intersectoriales de colaboración, mecanismos políticos innovadores y una meticulosa planificación del transporte, la comunidad y el uso del suelo. La Aerotrópolis como modelo físico urbano se ve exacerbada, se aplica sólo a los terrenos no urbanizados o al funcionamiento logístico de un aeropuerto existente, por lo que se necesita una comprensión más clara de las diferentes formas de urbanismo aeroportuario en relación con los paradigmas de la planificación urbana Kraffszyk (2012) .

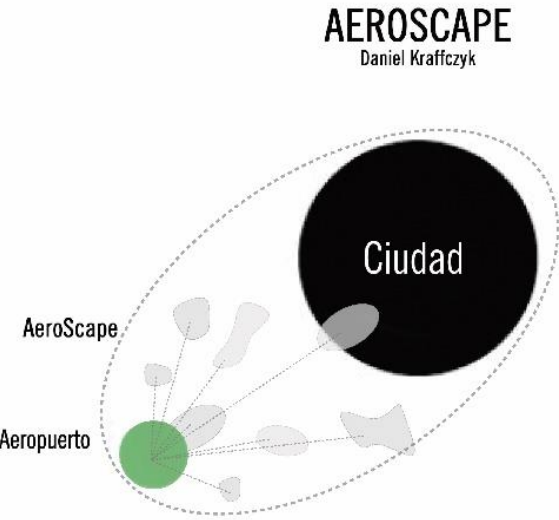


Ilustración 20: Funcionamiento Aeroscape. Fuente: Elaborado por los autores.

2.8. CONCLUSIONES PARCIALES

Los conceptos urbanos de los aeropuertos modernos se basan en los esquemas de Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD), donde la pista se considera la arteria principal, y la terminal actúa como puerta de entrada y núcleo funcional. Este enfoque organiza una plaza urbana que incluye locales comerciales, instalaciones de ocio, hoteles, complejos comerciales y viviendas de uso mixto, con una alta conectividad a mercados globales, regionales y locales.

El Aeroscape y el Airea se integran en discursos de planificación post-moderna como la ciudad compacta y el nuevo urbanismo, mientras que enfoques como la Aerotrópolis proponen estructuras más idealizadas y menos integradas con su entorno. La crítica a estos modelos resalta su tendencia a la segregación funcional y su enfoque en la competencia económica, más que en la sostenibilidad y la integración urbana.

Dadas las características del aeropuerto de Punta Huete y su potencial para convertirse en un nuevo polo de desarrollo, se propone la implementación de una ciudad aeropuerto. Este modelo urbano, con su énfasis en la conectividad y la integración de funciones, ofrece una solución más coherente y sostenible para el desarrollo del área, descartando enfoques más segregados como la Aerotrópolis, que no se adaptan a las necesidades y oportunidades específicas de Punta Huete.

2.9. MARCO NORMATIVO

2.10. NORMATIVAS Y REGULACIONES

Esta sección se concentra en el estudio y utilización de las normativas de proyectos aeroportuarios, así como el proceso de está, aplicada a este proyecto. La presente información ha sido examinada y seleccionada de documentos internacionales que son una guía a nivel mundial para la planificación, diseño y construcción de terminales de aeropuertos internacionales.

Para ser elaborado este apartado, se han utilizado cinco documentos oficiales a nivel mundial, que son la base para cualquier diseño, planificación y logística de todo aeropuerto, a modo de emplearse como pautas de diseño en el proyecto propuesto, la normativa internacional y los conceptos mundiales de aviación.

Estos son el Anexo 14 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), éste se concentra exclusivamente en el diseño de Aeródromos, posee toda la información acerca de la correcta ubicación, logística, diseño y funcionamiento de un aeródromo.

El segundo documento es el Anexo 17 de la OACI, éste abarca todo el tema de Seguridad en los aeródromos, se enfoca en la seguridad y logística de la atención que deben de tener las aeronaves y los pasajeros para proteger la integridad de ellos y las aeronaves en búsqueda de un vuelo seguro.

El tercer documento empleado es el Manual de Planificación de los aeropuertos de la OACI Parte 1, y Parte 2, planificación general, esta hace referencia a la logística de las pistas, plataformas, calles de rodaje y como deben ser estar constituidas.

Y el cuarto es el libro Airport Passenger Terminal Planning and Design, que ha sido la base para diseñar un gran número de aeropuertos a nivel global, del cual se ha recopilado la información para el diseño del plan maestro y terminal de pasajeros del presente proyecto.

2.11. CONCEPTOS Y REGULACIONES AEROPORTUARIAS.

La planificación y el proceso de diseño de un aeropuerto es un esfuerzo complejo que requiere la consideración de diversas variables para garantizar que el proyecto sea factible. Estas variables incluyen aspectos del sitio, como la topografía y el clima, así como la posición y orientación de las pistas. También es fundamental tomar en cuenta la vocación de desarrollo económico, vial y el valor social de la región afectada.

Es necesario conocer y considerar todas las recomendaciones, necesidades y regulaciones para la instalación, planificación y diseño de estas megas estructuras, de modo que puedan ser avaladas por las entidades reguladoras nacionales, como el CETAC (Aviación Civil Nacional) y la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional). La magnitud de un proyecto de esta escala conlleva complejidades en aspectos físicos, políticos, comerciales y de desarrollo turístico.

Definición de Aeropuerto:

Según la Real Academia Española, un aeropuerto se define como un terreno llano provisto de un conjunto de pistas, instalaciones y servicios destinados al tráfico regular de aviones.

Requisitos que fundamentan un Aeropuerto:

De acuerdo con la publicación "Diseño y Planificación de Aeropuertos" de Ashford Wright, el desarrollo de un aeropuerto requiere considerar varios aspectos fundamentales, entre los cuales se destacan:

A) Flexibilidad:

La rápida evolución en el diseño de aeronaves exige un análisis cuidadoso de las tendencias y la seguridad en su interpretación, lo que permite la planificación de instalaciones de aterrizaje igualmente

adaptables. La flexibilidad es esencial para permitir la expansión, modificación o modernización de las instalaciones en función del progreso de las aeronaves y el incremento de su uso.

B) Accesibilidad:

La ubicación del aeropuerto cerca de una fuente generadora de tráfico es una condición clave para su instalación. Una ubicación conveniente es decisiva para explotar el transporte aéreo al máximo de su potencial.

C) Dimensiones:

Existe una relación directa entre las características de las aeronaves y el tamaño del aeródromo. El tamaño del aeródromo es otro factor crucial a considerar, dictado principalmente por el tipo de aeronaves que se atenderán y la clase de vuelos que se realizarán. En el pasado, se cometió el error de no proyectar la expansión futura, ya que se consideraba económicamente inviable para el desarrollo de las instalaciones.

Otros factores que influyen en las dimensiones del aeródromo incluyen la elevación sobre el nivel del mar y la temperatura del aire. La menor densidad del aire a mayores altitudes aumenta la longitud de la pista necesaria para despegar y aterrizar, y también afecta el ángulo de ascenso. Además, la disminución de la densidad del aire reduce la potencia máxima del motor en aeronaves no sobre comprimidas, lo que también contribuye a la necesidad de pistas más largas.

D) Obstrucciones:

Los accidentes naturales y los obstáculos artificiales que rodeen el terreno estudiado para el área de aterrizaje ejercen una verdadera influencia sobre la aptitud para el aeropuerto y sobre su elección como un lugar apropiado a los trabajos a realizar hasta la fase final de su plan general director.

Es difícil enumerar los factores que influyen en la selección de un sitio por orden de importancia, pero es evidente que la naturaleza topográfica, donde se incluyen montes, alturas, cerros, y obstáculos artificiales tales como chimeneas o antenas de radio, líneas de alta tensión, gasómetros y análogos, próximos al área de aterrizaje, crean dificultades reales y mentales, particularmente si quedan dentro de los límites de las zonas de aproximación de las pistas.

E) Zonas Prohibidas:

Prevenir la futura erección de obstrucciones que estorbarían la seguridad del vuelo a la salida y entrada del aeropuerto, en la fecha posterior. Las ordenanzas de zonas prohibidas llegan a ser un quinto requisito específico para evitar obstrucciones que pudieran reducir la seguridad o uso del aeródromo.

F) Meteorología:

Un aeropuerto debe responder a las condiciones meteorológicas favorables, son de sumo interés en el lugar considerado que estas sean las adecuadas para el servicio aéreo. Las condiciones meteorológicas favorables son de sumo interés cuanto que el tiempo excesivamente adverso, reduciría el porcentaje de uso hasta tal punto que hiciera que el proyecto no fuera viable, o factible.

Se reunirían datos completos acerca de dirección, frecuencia, y velocidad del viento. La niebla y la nubosidad, en lo que afecten la visibilidad en los alrededores de área de aterrizaje, deben de ser estudiadas y registradas su presencia, frecuencia y la intensidad de estas.

G) Servicios Auxiliares:

Es necesario disponer de servicios, tales como electricidad, agua, gas, teléfonos, alcantarillado. Y todos los servicios básicos modernos, como Internet, fibra óptica, radares, y satelitales.

-Media: Cuando el número de movimientos durante la hora media es del orden de 16 a 25 por pista, o típicamente entre 20 a 35 movimientos en el aeródromo.

- Sistema Aeroportuario:

Se presenta en esta sección, las características y requerimientos esenciales que son fundamentales para el diseño y planificación de las pistas de aterrizaje. De acuerdo al manual de planificación internacional de aviación civil.

-Aeródromos:

Área definida de tierra o agua (que incluye todas las edificaciones, instalaciones y equipos) destinada parcialmente o totalmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

- Pistas:

La parte de un área de movimiento que está destinada al aterrizaje y despegue de aeronaves.

Los Aeródromos y sus Pistas cumplen con una serie de especificaciones para la adecuada administración de estas, estas corresponden a su longitud y anchura, pendiente y superficies principalmente. Las pistas están determinadas mediante claves de referencia que sirven para relacionar las diferentes especificaciones de los aeródromos. La clave está compuesta por dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones de las aeronaves.

- Densidad de Tránsito de Aeródromo:

-Reducida: Cuando el número de movimientos durante la hora punta media no es superior a 15 por pista, o típicamente inferior a un total de 20movimientos en el aeródromo.

-Intensa: Cuando el número de movimientos durante la hora media es del orden de 26 o más por pista, o típicamente superior a un total de 35 movimientos en el aeródromo.

2.11.1. Distancias declaradas.

Las distancias declaradas son medidas específicas de una pista de aterrizaje que se establecen oficialmente para la operación segura de aeronaves. Estas distancias determinan los tramos de pista disponibles para diferentes fases de operación, como el despegue y el aterrizaje, y se utilizan para garantizar que las aeronaves puedan realizar estos procedimientos de manera segura y eficiente. Las distancias declaradas incluyen:

Recorrido de Despegue Disponible (TORA): Longitud de pista que está disponible para que una aeronave complete su carrera de despegue.

Distancia de Despegue Disponible (TODA): Longitud del recorrido de despegue disponible (TORA) más la longitud de la zona libre de obstáculos, si existe, que se puede utilizar para el despegue.

Distancia de Aceleración-Parada Disponible (ASDA): Suma de la longitud del recorrido de despegue disponible (TORA) y la longitud de la zona de parada, si está presente, utilizada para el despegue y la parada en caso de emergencia.

Distancia de Aterrizaje Disponible (LDA): Longitud de pista disponible para que una aeronave complete su carrera de aterrizaje, excluyendo cualquier área no utilizable para este propósito.

2.11.2. Clave de referencia:

La clave de referencia es un método simplificado que facilita la relación entre las características físicas de los aeródromos y las especificaciones técnicas de las aeronaves que operarán en ellos, permitiendo el diseño adecuado de las instalaciones aeroportuarias. Esta clave, compuesta por un número y una letra, no define ni la longitud de pista ni la resistencia del pavimento, sino que se basa en las dimensiones y características de las aeronaves. El número se refiere a la longitud del campo de referencia del avión, mientras que la letra indica la envergadura y la distancia entre las ruedas del tren de aterrizaje principal. La selección de la clave de referencia se realiza conforme a las características de las aeronaves previstas para operar en el aeródromo.

Clave de referencia de aeródromo				
Elementos 1 de la clave			Elementos 2 de la clave	
Núm. de clave (1)	Longitud de campo de referencia del avión (2)	Letra de clave (3)	Envergadura (4)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)

Tabla 2: Clave de referencia de Aeródromos. Fuente. OACI Anexo 14.

2.11.3. Número y orientación de las pistas

La cantidad y orientación de las pistas de un aeródromo deben estar diseñadas para garantizar que el coeficiente de utilización del aeródromo no sea inferior al 95% para los aviones que están destinados a operar en él.

Al considerar estas disposiciones, se debe asumir que, bajo circunstancias normales, una componente transversal del viento que exceda ciertos límites impediría el aterrizaje o despegue de un avión. Estos límites son:

37 km/h: Para aviones con una longitud de campo de referencia de 1,500 m o más, excepto en situaciones donde la pista tenga un coeficiente de fricción longitudinal insuficiente que reduzca la eficacia de frenado. En esos casos, el límite debería ser de 24 km/h.

24 km/h: Para aviones con una longitud de campo de referencia de 1,200 m o más, pero inferior a 1,500 m.

19 km/h: Para aviones con una longitud de campo de referencia inferior a 1,200 m.

2.12. CONFIGURACIÓN DE PISTAS

La configuración de pistas depende de algunas variables que se describen a continuación:

A. Viento

La orientación de la pista se determina principalmente en función de la dirección predominante del viento, buscando asegurar un coeficiente de utilización del 95% para las aeronaves que opera. Generalmente, el despegue se realiza con viento de proa, lo que facilita la sustentación de la aeronave en el momento crítico del despegue. Sin embargo, el viento de cola aumenta la distancia requerida para el despegue, lo cual no es ideal desde el punto de vista de los costos de construcción de la pista.

B. Temperatura

El rendimiento de una aeronave está influenciado significativamente por la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, la densidad del aire disminuye, lo que afecta negativamente la eficacia de las aeronaves. Un aire más caliente reduce la eficiencia de los motores.

C. Altitud

La altitud de la pista sobre el nivel del mar es un factor crucial, ya que, a mayor altitud, tanto la presión como la densidad del aire disminuyen. Esto reduce la sustentación de la aeronave durante el despegue, lo que obliga a considerar una mayor longitud de pista para garantizar operaciones seguras y efectivas.

D. Topografía del emplazamiento del Aeródromo

Las características topográficas del sitio deben cumplir con diversas consideraciones:

Las superficies limitadoras de obstáculos deben respetarse estrictamente.

Debe evaluarse la utilización del terreno actual y futuro.

Es fundamental prever la posibilidad de instalar ayudas visuales y no visuales para la aproximación.

E. Actividad aérea cerca del Aeródromo

Se debe considerar la presencia de otros campos de aterrizaje cercanos, ya que podrían influir en las operaciones de las aeronaves en el aeródromo principal.

F. Factores de Medio Ambiente

La orientación de la pista también debe considerar su impacto en la fauna, la ecología y las áreas pobladas sensibles al ruido. Las zonas más afectadas por el ruido son aquellas directamente debajo de las trayectorias de aproximación y despegue.

G. Emplazamiento del Umbral

El umbral de la pista se ubica generalmente en el extremo de la misma, siempre que no existan obstáculos que sobresalgan en la superficie de aproximación. Es necesario evaluar si hay obstáculos que puedan interferir en una zona de aproximación que se extiende 1,200 metros desde el umbral y con una anchura total de 150 metros. Esta evaluación es crucial para garantizar la seguridad de las operaciones de aterrizaje, permitiendo un margen adecuado para maniobras de aproximación. Además, se debe considerar la posibilidad de desplazar el umbral si se identifican riesgos que comprometan la seguridad de las aeronaves.

2.12.1. Pista de aterrizaje

La pista de aterrizaje es una superficie especialmente diseñada para permitir el despegue y aterrizaje de aeronaves. Su anchura es crucial para garantizar la seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas, ya que debe adaptarse a las dimensiones de distintas aeronaves y facilitar maniobras precisas. Además, la pista debe contar con un mantenimiento adecuado y cumplir con normas internacionales para soportar las condiciones climáticas y operativas, garantizando así un rendimiento óptimo en todas las situaciones.

Anchura de la Pista:

La anchura mínima de toda pista debe ser la especificada en la siguiente tabla, en función del número de clave:

Letra de clave						
Núm. de clave	A	B	C	D	E	F
1 ^a	18 m	18 m	23 m	—	—	—
2 ^a	23 m	23 m	30 m		—	—
3	30 m	30 m	30 m	45 m	—	—
4	—	—	45 m	45 m	45 m	60 m

a. La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser menor de 30 m, cuando el número de clave sea 1 ó 2.

Tabla 3: Letra de referencia Clave. Fuente. OACI Anexo 14.

2.12.2. Distancia mínima entre pistas paralelas

La distancia mínima entre los ejes de pistas paralelas está determinada en función de las condiciones de vuelo y el número de clave de las pistas. Esta distancia es crucial para garantizar la seguridad y la eficiencia operativa del aeródromo, permitiendo un margen adecuado para maniobras simultáneas de

despegue y aterrizaje. Además, influye en la capacidad del aeródromo para manejar altos volúmenes de tráfico aéreo sin comprometer la seguridad.

Distancia Mínima en Condiciones de Vuelo Visual:

Para pistas paralelas con el número de clave más alto de 3 o 4:

La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 210 metros.

Para pistas paralelas con el número de clave más alto de 2:

La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 150 metros.

Para pistas paralelas con el número de clave más alto de 1:

La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 120 metros.

Distancia Mínima en Condiciones de Vuelo por Instrumentos:

Aproximaciones Paralelas Independientes:

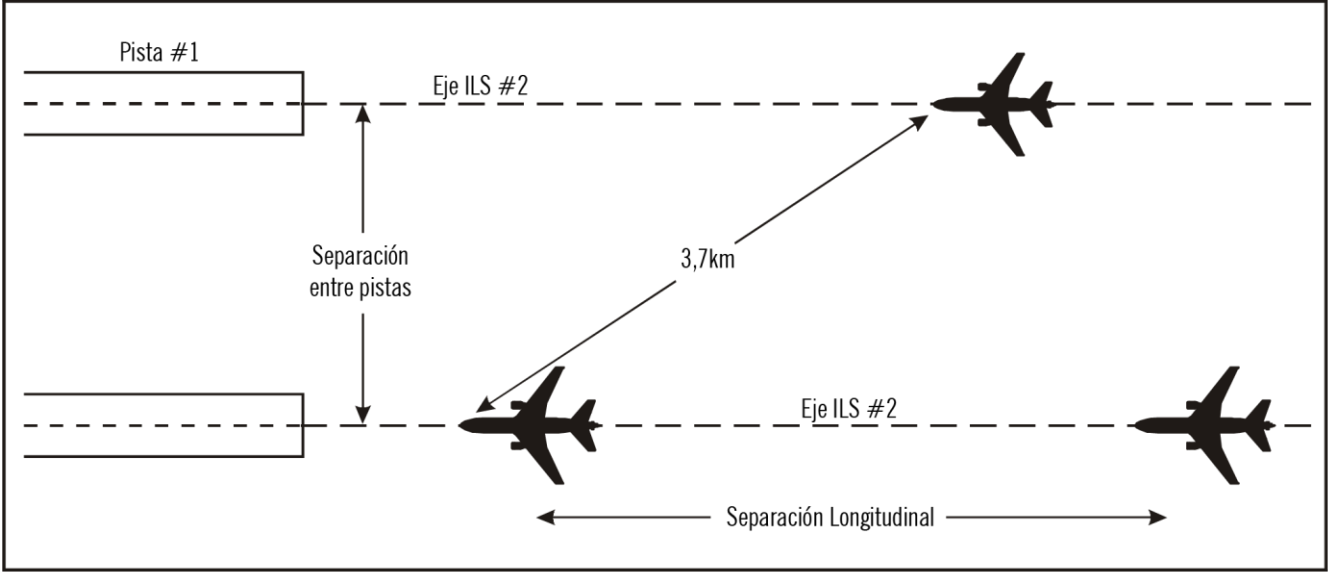
La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 1,035 metros.

Aproximaciones Paralelas Dependientes:

La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 915 metros.

Salidas Paralelas Independientes:

La distancia mínima entre los ejes de las pistas debe ser de 760 metros



Aproximaciones paralelas dependientes

Ilustración 21: Aproximación en pistas paralelas. Fuente: OACI Anexo 14.

2.12.3. Pendientes de las pistas

Las pendientes longitudinales de una pista de aterrizaje se refieren a la inclinación a lo largo de su eje principal, lo que puede afectar tanto el drenaje del agua como el rendimiento de las aeronaves durante las fases de despegue y aterrizaje. Una adecuada gestión de estas pendientes es esencial para garantizar la seguridad y eficiencia operativa del aeropuerto, minimizando riesgos y optimizando el funcionamiento de la infraestructura.

Características:

- 1% cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 2% cuando el número de clave sea 1 o 2.

La pendiente longitudinal en ninguna parte de la pista debe exceder de:

- 1.25% cuando el número de clave sea 4, excepto en el primer y el último cuarto de la longitud de la pista, donde la pendiente no debe exceder del 0.8%.
- 1.5% cuando el número de clave sea 3, excepto en el primer y el último cuarto de la longitud de una pista para aproximaciones de precisión de Categoría II o III, donde la pendiente no debe exceder del 0.8%.
- 2% cuando el número de clave sea 1 o 2.

Pendientes Transversales

Las pendientes transversales de una pista se refieren a la inclinación perpendicular a la dirección de la pista, diseñada para facilitar el drenaje del agua y mejorar la seguridad durante las operaciones.

Características:

La superficie de la pista debe ser convexa para facilitar la rápida evacuación del agua, salvo en los casos donde una pendiente transversal única en la dirección del viento predominante asegure el rápido drenaje durante la lluvia.

La pendiente transversal ideal debe ser de:

- 1.5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F.
- 2% cuando la letra de clave sea A o B.

No debe exceder del 1.5% o 2%, según corresponda, ni ser inferior al 1%, salvo en intersecciones de pistas o calles de rodaje donde se requieran pendientes más aplanadas.

2.12.4. Márgenes de las pistas

Los márgenes de la pista cumplen con la función principal de seguridad, como por ejemplo la salida de un avión de la está de aterrizaje. Debe prepararse para reducir los riesgos ante un evento de esta magnitud.

Deben proveerse márgenes en toda pista cuya letra de clave sea D o E y de anchura inferior a 60 m.

Deberían proveerse márgenes en toda pista cuya letra de clave sea F.

2.12.5. Franjas de pista

La franja es un área adyacente a la pista y a cualquier zona asociada de parada, diseñada para proporcionar un espacio adicional para la seguridad y la operación de la pista. Esta franja debe extenderse tanto antes del umbral como más allá del extremo de la pista o de la zona de parada.

Longitud de las Franjas de Pista:

Toda franja deberá extenderse antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada hasta una distancia mínima de:

- 60 m cuando el número de clave sea 2, 3 o 4.
- 60 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo por instrumentos.

Anchura de las Franjas de Pista:

Toda franja que comprenda una pista para aproximaciones de precisión deberá extenderse lateralmente hasta una distancia mínima de:

- 150 m cuando el número de clave sea 3 o 4.
- 75 m cuando el número de clave sea 1 o 2.

2.12.6. Áreas de seguridad de extremo de pista

Se proveerá un área de seguridad de extremo de pista en cada extremo de una franja de pista cuando:

El número de clave sea 3 o 4.

Dimensiones de las áreas de seguridad de extremo de pista

El área de seguridad de extremo de pista se extenderá desde el extremo de una franja de pista hasta por lo menos 90 m cuando:

El número de clave sea 3 o 4.

2.12.7. Zonas libres de obstáculos

Las zonas libres de obstáculos son áreas adyacentes a una pista diseñadas para garantizar la seguridad del despegue y el aterrizaje al eliminar obstrucciones que podrían interferir con las operaciones de vuelo.

Zonas de Parada

La zona de parada es un área de seguridad ubicada al final de la pista, diseñada para detener un avión en caso de un despegue interrumpido, asegurando que el avión pueda detenerse de manera segura.

Área de Funcionamiento del Radio altímetro

El área de funcionamiento del radio altímetro es una zona establecida en el área anterior al umbral de una pista de aproximación de precisión. Esta área está destinada a permitir el funcionamiento efectivo del radio altímetro, un dispositivo utilizado para medir la altitud sobre el terreno durante la aproximación.

Longitud del área

El área de funcionamiento de un radio altímetro debería extenderse antes del umbral por una distancia de 300 m como mínimo.

Anchura

El área de funcionamiento de un radio altímetro debería extenderse lateralmente, a cada lado de la prolongación del eje de la pista, hasta una distancia de 60 m.

2.13. CALLES DE RODAJE

La calle de rodaje es una pista ubicada en toda o parte de la pista de aterrizaje, cuya función principal es enlazar todos los componentes del sistema aeroportuario. Estas calles son esenciales para optimizar el uso de las pistas y deben diseñarse para minimizar las restricciones a los movimientos de las aeronaves entre pistas y plataformas.

Consideraciones de Diseño:

El sistema de calles de rodaje debe estar diseñado para evitar el rodaje innecesario, ya que esto puede prolongar el tiempo de rodaje, aumentar el consumo de combustible y causar desgaste en la aeronave. Además, debe atender sin demoras el volumen de llegadas y salidas de aeronaves que el sistema de pistas puede aceptar.

Generalidades de las Calles de Rodaje:

Deberían proveerse calles de rodaje para permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves en la superficie. El trazado de una calle de rodaje debe ser tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales del eje de la calle de rodaje, la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a los valores indicados en la siguiente tabla:

Letra de clave	Distancia libre
A	1,5m
B	2,25m
C	3m en tramos rectos; 3m en tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m; 4,5m en tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18m
D	4,5m
E	4,5m
F	4,5m

Nota. Base de ruedas significa la distancia entre el tren de proa y el centro geométrico del tren de aterrizaje principal.

Tabla 4: Distancias libre en calles de rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.

2.13.1. Curvas de las calles de rodaje

Las curvas en las calles de rodaje deben ser diseñadas con la menor cantidad posible de cambios de dirección y con radios adecuados. Los radios de las curvas deben ser compatibles con la capacidad de maniobra y las velocidades de rodaje normales de los aviones para los cuales la calle de rodaje está prevista. El diseño de la curva debe garantizar que, cuando el puesto de pilotaje del avión permanezca sobre las señales del eje de la calle de rodaje, la distancia libre entre las ruedas principales exteriores y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a los valores especificados.

Requisitos de Pendiente:

La pendiente longitudinal de una calle de rodaje debe cumplir con los siguientes requisitos:

1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F.

3% cuando la letra de clave sea A o B.

Pendientes transversales

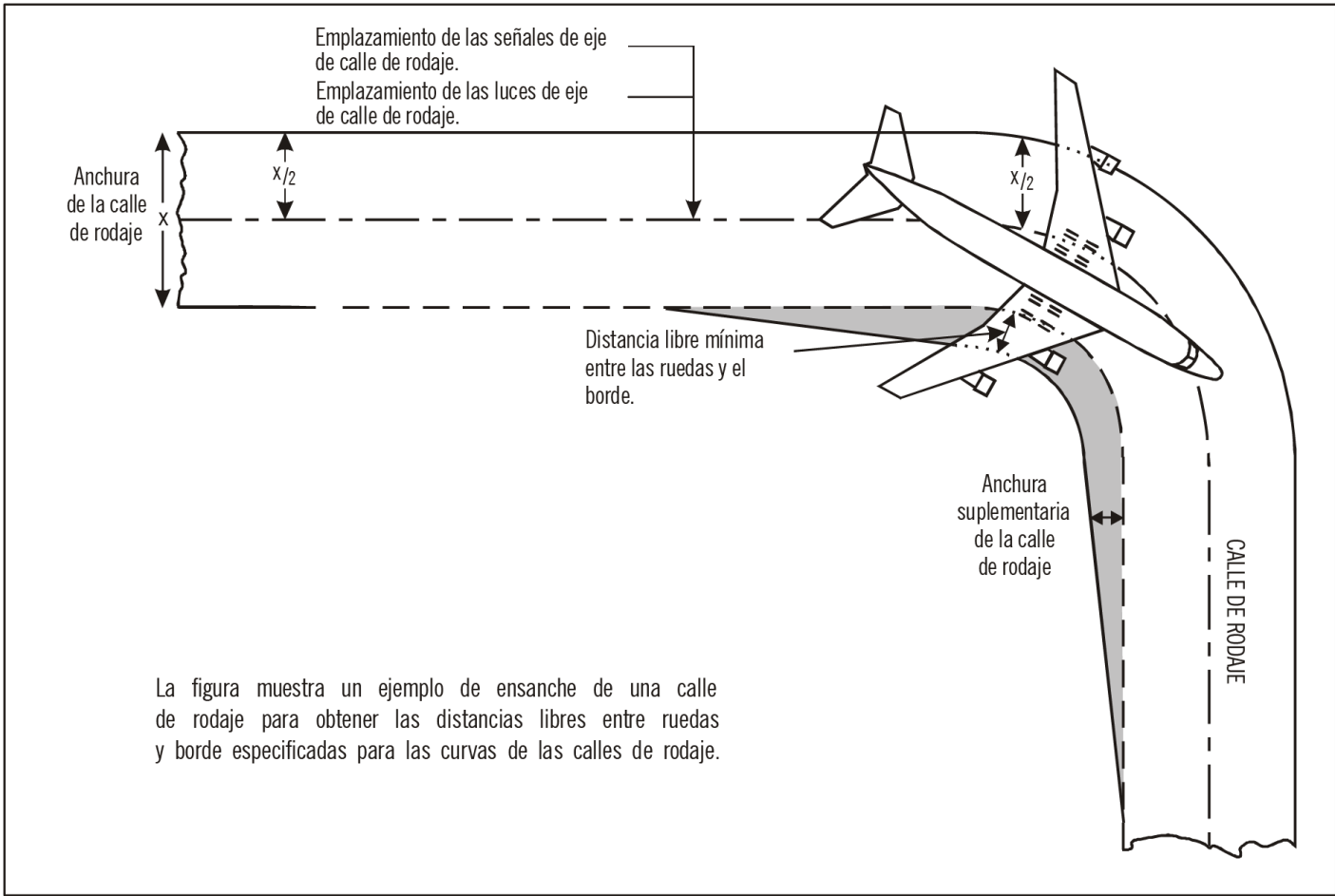
Las pendientes transversales de una calle de rodaje deben ser suficientes para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no deberían exceder del:

1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F.

2% cuando la letra de clave sea A o B.

Resistencia de las calles de rodaje

La resistencia de una calle de rodaje debe ser por lo menos igual a la de la pista servida, teniendo en cuenta que una calle de rodaje estará sometida a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista.servida, como resultado delmovimiento lento o situación estacionaria de los aviones.



Curva de calle de rodaje

Ilustración 22: Curva de calle de rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.

2.13.2. Anchura de calles de rodaje

La parte rectilínea de una calle de rodaje debería tener una anchura no inferior a la indicada en la tabla siguiente:

Letra de clave	Anchura de la calle de rodaje
A	7,5 m
B	10,5 m
C	15 m
D	18 m si la calle de rodaje está prevista para aviones cuya distancia entre las ruedas exteriores del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m, 23 m si la calle de rodaje está prevista para aviones cuya distancia entre las ruedas, exteriores del tren de aterrizaje principal, sea igual o superior a 9 m.
E	23 m
F	23 m

Tabla 5: Anchura de Calle de rodaje. Fuente: OACI anexo 14.

2.13.3. Componentes de calles de rodaje

Calles de rodaje paralelas:

Las calles de rodaje paralelas tienen la función principal de facilitar un flujo eficiente de aeronaves al permitir un desahogo rápido y ordenado de la pista. Estas calles están diseñadas para que las aeronaves puedan abandonar la pista de aterrizaje o despegue y transitar sin interrupciones hacia la plataforma de embarque o las áreas de estacionamiento. La disposición paralela optimiza el manejo del tráfico aéreo en el aeropuerto, minimiza el tiempo de ocupación de la pista, y reduce el riesgo de interferencias entre las operaciones de aterrizaje y despegue.

2.14. Calles de Salida Rápida

Las calles de salida rápida están diseñadas para minimizar el tiempo de ocupación de una aeronave en la pista, permitiendo a esta salir sin restricción alguna hasta un punto situado fuera de la pista. Estas calles pueden diseñarse en ángulo recto o en ángulos que oscilan entre 25° y 45°, y se utilizan como salidas que permiten velocidades superiores a las permitidas en salidas convencionales.

La decisión de construir una calle de salida rápida se basa en un análisis del tráfico aéreo existente y proyectado. El objetivo principal es reducir el tiempo de ocupación de la pista, lo que incrementa la capacidad del aeródromo. En aeródromos con una densidad de tráfico inferior a 25 operaciones por hora (aterrizajes y despegues), puede ser suficiente una calle de salida en ángulo recto, la cual tiene un diseño menos exigente.

Diseño y Dimensiones:

El radio de curva de una calle de salida rápida debe ajustarse a las siguientes dimensiones:

- 550 m para números de clave 3 o 4.
- 225 m para números de clave 1 o 2.

El ángulo de intersección de una calle de salida rápida con la pista debería ser preferiblemente de 30°. Además, después de la curva, debe haber una recta suficiente para que la aeronave pueda detenerse completamente antes de cualquier intersección con otra calle de rodaje. Las longitudes mínimas de esta recta, según el ángulo de 30°, son:

- 35 m para números de clave 1 o 2.
- 75 m para números de clave 3 o 4.

2.15. Calles de Rodaje en Plataforma

Las calles de rodaje en plataforma son vías situadas dentro del área de la plataforma del aeródromo, diseñadas para proporcionar un trayecto eficiente y directo para el rodaje de aeronaves. Estas calles facilitan el movimiento de las aeronaves desde la pista de aterrizaje hacia los puestos de estacionamiento y otras áreas de la plataforma, como las puertas de embarque y las instalaciones de mantenimiento. Además, permiten un acceso ordenado a las zonas de servicio, reduciendo el tiempo de rodaje y minimizando el riesgo de congestión en la plataforma. La correcta planificación y señalización de estas calles son esenciales para asegurar una circulación fluida y segura de las aeronaves, contribuyendo a la eficiencia operativa del aeropuerto.

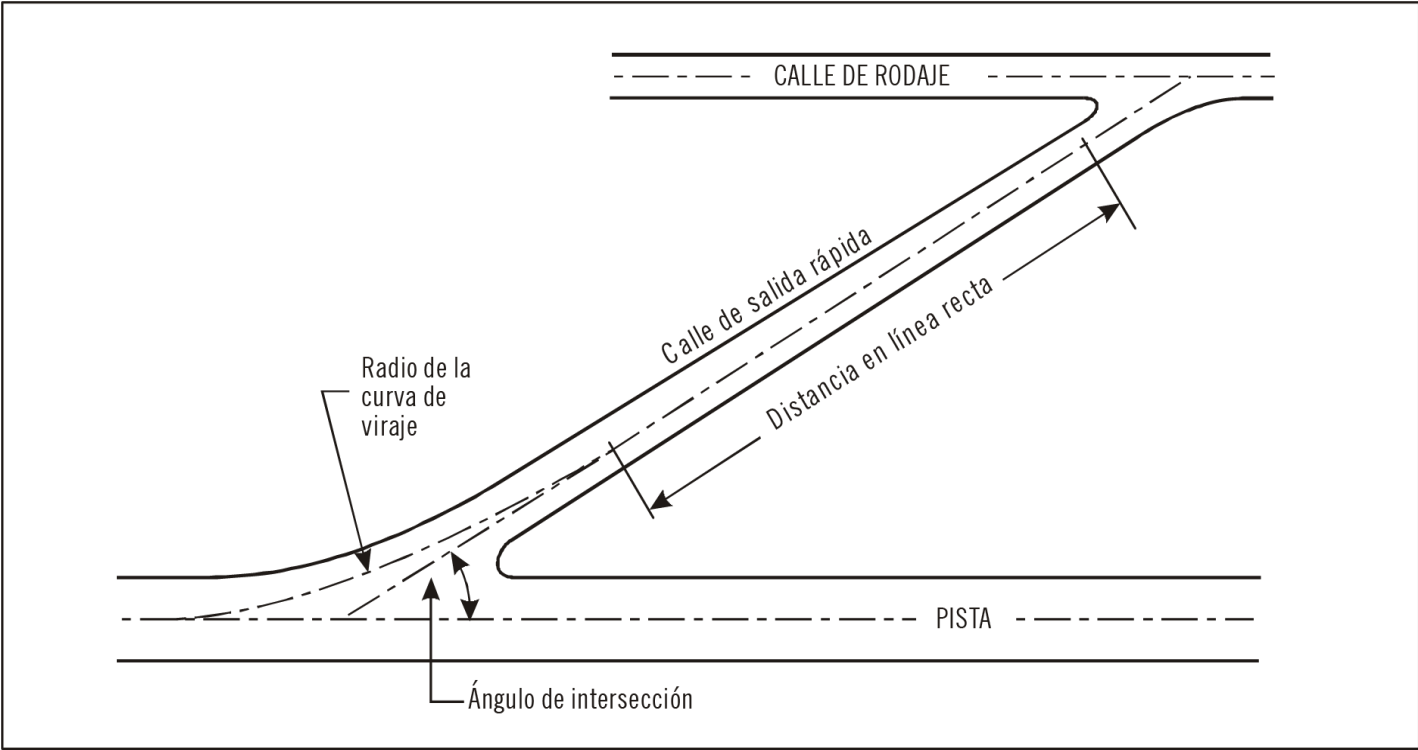


Ilustración 23: Angulo de calle de Rodaje. Fuente: OACI Anexo 14.

2.16. PLATAFORMA DE VIRAJE EN LA PISTA

Una plataforma de viraje en la pista es una superficie pavimentada ubicada en el terreno de un aeródromo, adyacente a una pista, diseñada para permitir que las aeronaves realicen un viraje de 180° en una pista que no dispone de calle de rodaje o curva de viraje. Este pavimento adicional facilita el viraje seguro y eficiente de las aeronaves, aumentando la capacidad operativa del aeródromo.

Aplicación:

Cuando el extremo de una pista no cuenta con una calle de rodaje o una curva de viraje en la calle de rodaje, y la letra de clave es D, E o F, se debe proporcionar una plataforma de viraje en la pista para facilitar el viraje de 180° de los aviones.

Emplazamiento:

La plataforma de viraje en la pista debe estar ubicada a uno de los lados de la pista, adyacente al pavimento, en ambos extremos de la pista. En los casos en que se considere necesario, también se pueden ubicar plataformas de viraje en emplazamientos intermedios a lo largo de la pista.

Consideraciones de Diseño:

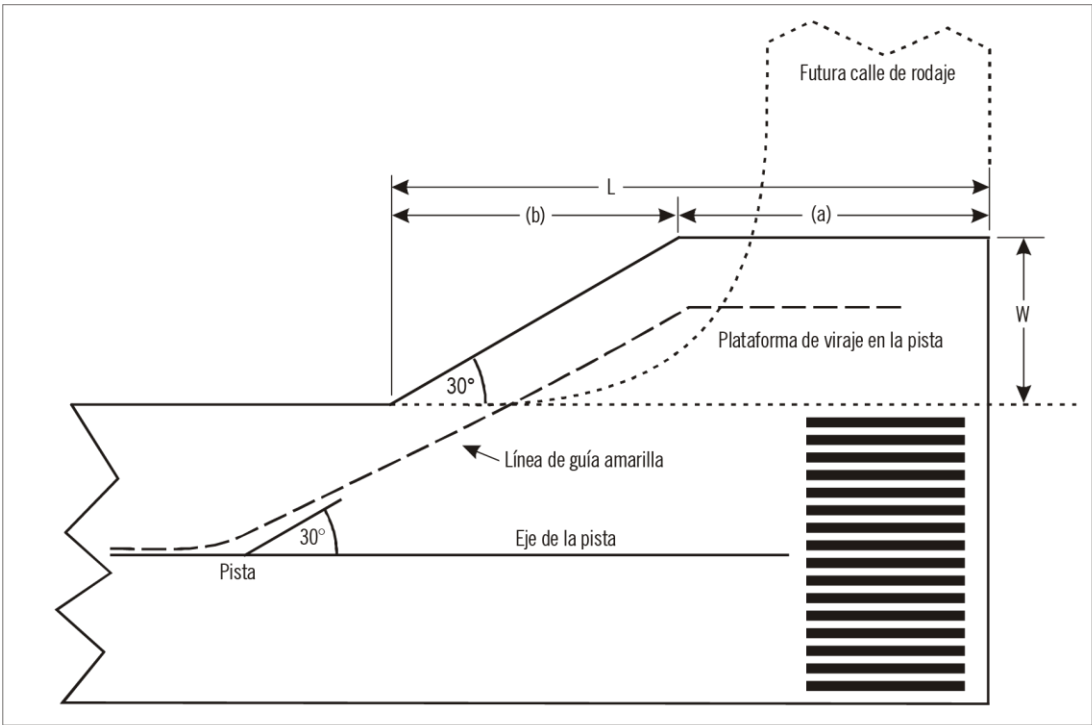
Para facilitar la entrada de la aeronave a la plataforma de viraje desde la pista, el ángulo de intersección de la plataforma de viraje con la pista no debe ser superior a 30 grados. La anchura total de la plataforma de viraje y la pista debe ser tal que el ángulo de guía del tren de proa de la aeronave, para la cual está destinada la plataforma de viraje, no exceda los 45 grados.

El diseño de la plataforma de viraje en la pista debe asegurar que, cuando el puesto de pilotaje de la aeronave se encuentre sobre las señales de la plataforma, la distancia libre entre las ruedas del tren de aterrizaje y el borde de la plataforma de viraje no sea inferior a los valores especificados en la normativa correspondiente:

Letra de clave	Distancia libre
A	1,5 m
B	2,25 m
C	3 m si la plataforma de viraje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m; 4,5 m si la plataforma de viraje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m.
D	4,5 m
E	4,5 m
F	4,5 m

Nota. “Base de ruedas” significa la distancia desde el tren de proa al centro geométrico del tren principal.

Tabla 6: Plataforma de viraje. Fuente: OACI Anexo 14.



Plataforma de viraje en la pista. Diseño típico.

Ilustración 24: Plataforma de viraje en la pista. Fuente: OACI Anexo 14.

2.17. PLATAFORMAS

Las plataformas son superficies designadas dentro de un aeródromo que permiten el embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como las operaciones de servicio a las aeronaves, sin que se obstaculice el tránsito en el aeródromo. Estas plataformas deben estar ubicadas estratégicamente en los lugares necesarios para optimizar el flujo de operaciones.

El área total destinada a las plataformas debe ser suficiente para facilitar un movimiento rápido y eficiente del tránsito, especialmente durante los períodos de máxima densidad prevista. Además de las plataformas principales, se deben considerar otras específicas, como las de carga, servicio, estacionamiento, y apartaderos de espera, que respondan a las necesidades operativas del aeródromo. La planificación adecuada de estas áreas es crucial para minimizar retrasos y mejorar la seguridad. La integración de espacios para el mantenimiento y la gestión de emergencias también es esencial para garantizar una operación fluida y segura en el aeródromo.

Resistencia de las Plataformas

Cada sección de la plataforma debe estar diseñada para soportar el tránsito de las aeronaves que la utilizarán. Es crucial considerar que algunas áreas estarán sometidas a una mayor intensidad de tránsito y esfuerzos superiores en comparación con la pista, debido al movimiento lento o la permanencia estacionaria de las aeronaves.

Pendientes de las Plataformas

Las pendientes de las plataformas, incluidas las calles de acceso a los puestos de estacionamiento de aeronaves, deben ser diseñadas para evitar la acumulación de agua en la superficie. No obstante, estas pendientes deben mantenerse en los niveles más bajos posibles que permitan cumplir con los requisitos de drenaje. En los puestos de estacionamiento de aeronaves, la pendiente máxima no debe exceder el 1%.

Tipo de pista	Número de clave			
	1	2	3	4
Aproximación visual	30 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación que no es de precisión	40 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación de precisión de Categoría I	60 m ^b	60 m ^b	90 m ^{a,b}	90 m ^{a,b,c}
Aproximación de precisión de Categorías II y III	—	—	90 m ^{a,b}	90 m ^{a,b,c}
Pista de despegue	30 m	40 m	75 m	75 m

Tabla 7: Distancias mínimas entre el eje de la pista y un apartadero de espera. Fuente: OACI Anexo 14.

Distancias mínimas entre el eje de la pista y un apartadero de espera, un punto de espera de la pista o punto de espera en la vía de vehículos:

Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento de aeronave

Un puesto de estacionamiento de aeronaves debería proporcionar los siguientes márgenes mínimos de separación entre la aeronave que entre o salga del puesto y cualquier edificio, aeronave en otro puesto de estacionamiento u otros objetos adyacentes:

Letra de clave	Margen
A	3 m
B	3 m
C	4,5 m
D	7,5 m
E	7,5 m
F	7,5 m

Tabla 8: Margenes de estacionamiento. Fuente: OACI Anexo 14.

2.18. RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

Es fundamental definir el espacio aéreo libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para garantizar la seguridad en las operaciones aéreas previstas y evitar que los aeródromos se vean inutilizados debido a la presencia de múltiples obstáculos en sus alrededores. Esto se logra mediante la implementación de una serie de superficies limitadoras de obstáculos, que establecen los límites hasta los cuales los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo.

Superficies Limitadoras de Obstáculos:

Superficie Cónica:

La superficie cónica es una superficie con pendiente ascendente y hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna. La inclinación de esta superficie se mide en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.

Superficie Horizontal Interna:

La superficie horizontal interna es una superficie plana que se sitúa en un plano horizontal sobre el aeródromo y sus alrededores. La altura de esta superficie se mide por encima del punto de referencia para la elevación que se determine con este propósito.

Superficie de Aproximación:

La superficie de aproximación es un plano inclinado, o una combinación de planos, que se ubica frente al umbral de la pista. La pendiente o pendientes de esta superficie se miden en el plano vertical que contiene el eje de la pista y que continúa incluyendo el eje de cualquier derrota con desplazamiento lateral o en curva.

Superficie de Aproximación Interna:

La superficie de aproximación interna es una porción rectangular de la superficie de aproximación, localizada inmediatamente antes del umbral de la pista.

Superficie de Transición:

La superficie de transición es una superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y de parte del borde de la superficie de aproximación, con una pendiente ascendente y hacia afuera hasta la superficie horizontal interna. La inclinación de esta superficie se mide en un plano vertical perpendicular al eje de la pista.

Superficie de Transición Interna:

La superficie de transición interna, aunque similar en concepto a la superficie de transición, se encuentra más próxima a la pista. Esta superficie se extiende desde el borde interno de la pista hacia el área de franja de seguridad y tiene una pendiente que facilita el cambio gradual de elevación entre la pista y las áreas adyacentes.

PISTAS DESTINADAS AL DESPEGUE			
Superficie y dimensiones (1)	1 (2)	Número de clave 2 (3)	3 ó 4 (4)
DE ASCENSO EN EL DESPEGUE			
Longitud del borde interior	60 m	80 m	180 m
Distancia desde el extremo de la pista	30 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	12,5%
Anchura final	380 m	580 m	1 200 m 1 800 m
Longitud	1 600 m	2 500 m	15 000 m
Pendiente	5%	4%	2%

Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

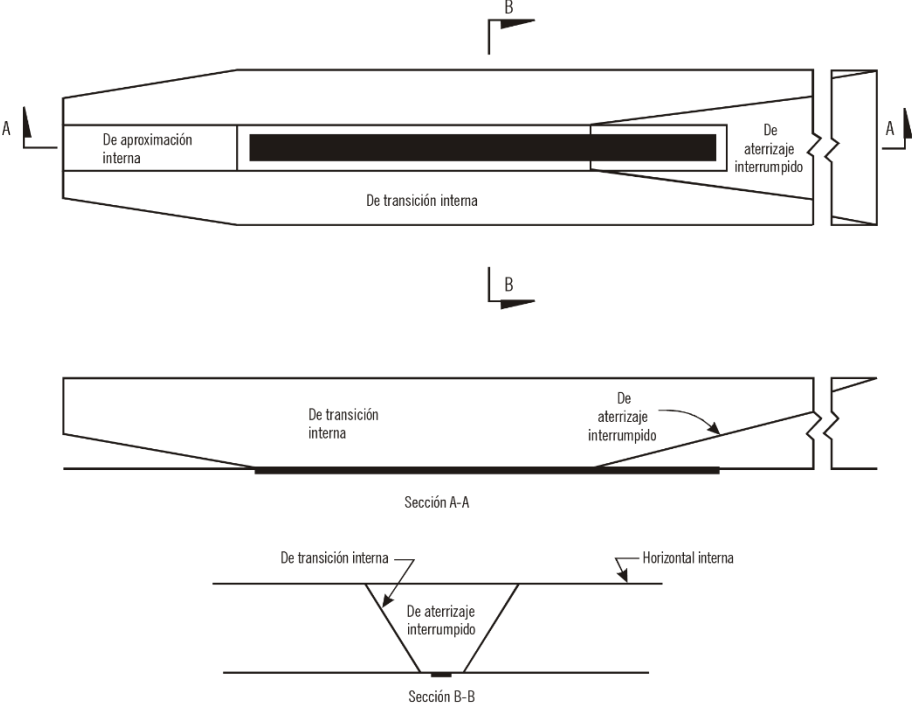
Tabla 9: Superficies limitadora de obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.

Superficie de Aterrizaje Interrumpido:

La superficie de aterrizaje interrumpido es un plano inclinado que se ubica a una distancia especificada después del umbral, extendiéndose entre las superficies de transición internas. La elevación del borde interior de esta superficie será igual a la del eje de pista en el punto donde se sitúe dicho borde interior.

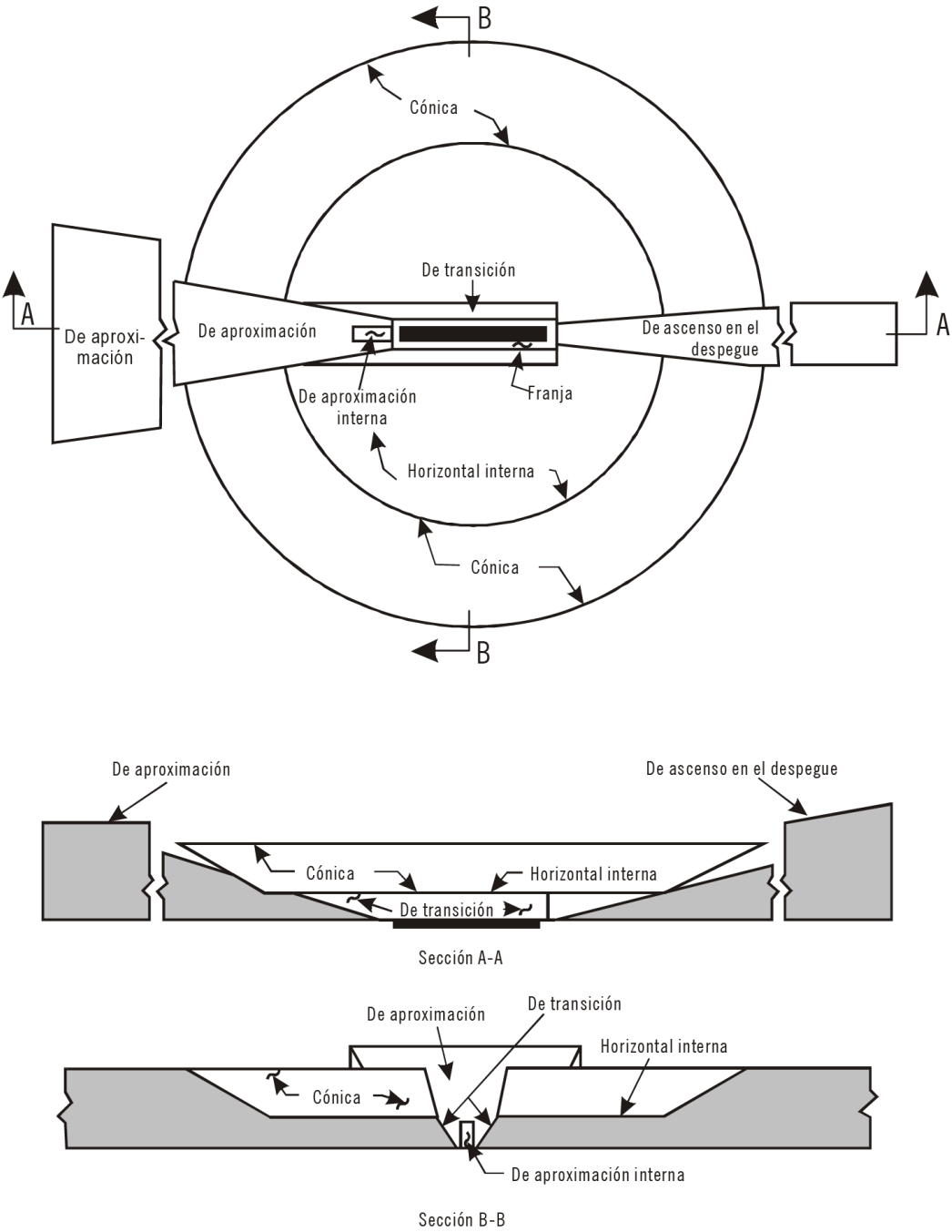
Superficie de Ascenso en el Despegue:

La superficie de ascenso en el despegue es un plano inclinado u otra superficie especificada que se encuentra más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos. La elevación del borde interior de esta superficie será igual a la del punto más alto de la prolongación del eje de pista entre el extremo de la pista y el borde interior, o igual a la del punto más alto sobre el suelo en el eje de la zona libre de obstáculos, en caso de existir esta última.



Superficies limitadoras de obstáculos de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje interrumpido

Ilustración 25: Superficie limitadora de Obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.



Superficies limitadoras de obstáculos

Ilustración 26: Detalle de superficie limitado de obstáculos. Fuente: OACI Anexo 14.

2.19. AYUDAS VISUALES PARA LA NAVEGACIÓN

Lámparas de Señales:

En la torre de control de cada aeródromo, es imperativo disponer de una lámpara de señales que emita señales en los colores rojo, verde y blanco. Esta lámpara es esencial para la comunicación visual entre el personal de control y las aeronaves, ya que proporciona indicaciones claras y precisas sobre el estado de las operaciones aeroportuarias. La capacidad de emitir diferentes colores permite transmitir diversos mensajes, como autorizaciones de despegue o aterrizaje, y alertas de emergencia.

Colores y Perceptibilidad:

Las señales de pista deberán ser de color blanco. En los aeródromos donde se realicen operaciones nocturnas, las señales en la superficie de los pavimentos deberán estar hechas de material reflectante, diseñado para mejorar la visibilidad de las señales durante la noche.

Señal Designadora de Pista:

Los umbrales de las pistas pavimentadas deberán contar con señales designadoras de pista. Una señal designadora de pista consistirá en un número de dos cifras, acompañado de una letra en el caso de pistas paralelas. En una pista única, en dos pistas paralelas o en tres pistas paralelas, el número de dos cifras corresponderá al entero más próximo a la décima parte del azimuth magnético del eje de la pista, medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte magnético, en la dirección de la aproximación. Para cuatro o más pistas paralelas, una serie de pistas adyacentes se designará por el número entero más próximo por defecto a la décima parte del azimuth magnético, y la otra serie de pistas adyacentes se designará por el número entero más próximo por exceso a la décima parte del azimuth magnético. En el caso de que el número resultante sea de una sola cifra, este deberá ir precedido de un cero.

PISTAS PARA APROXIMACIONES										
Superficies y dimensiones (1)	CLASIFICACIÓN DE LAS PISTAS									
	Aproximación visual Número de clave				Aproximación que no sea de precisión Número de clave			Aproximación de precisión		
	1 (2)	2 (3)	3 (4)	4 (5)	1,2 (6)	3 (7)	4 (8)	Categoría I Número de clave 1,2 (9)	Categoría II o III Número de clave 3,4 (10)	Categoría II o III Número de clave 3,4 (11)
CÓNICA										
Pendiente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
APROXIMACIÓN INTERNA										
Anchura	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m	120 m
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Pendiente								2,5%	2%	2%
APROXIMACIÓN										
Longitud del borde interior	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Pendiente	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	—	—	—	—	—	3 600 m	3 600 m	12 000 m	3 600 m	3 600 m
Pendiente	—	—	—	—	—	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Sección horizontal										
Longitud	—	—	—	—	—	8 400 m	8 400 m	—	8 400 m	8 400 m
Longitud Total	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
DE TRANSICIÓN										
Pendiente	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
DE TRANSICIÓN INTERNA										
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	40%	33,3%	33,3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO										
Longitud del borde interior	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m	120 m
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	—	1 800 m	1 800 m
Divergencia (a cada lado)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	4%	33,3%	33,3%

Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos — Pistas para aproximaciones
Tabla 10: Pista para aproximaciones. Fuente: OACI Anexo 14

2.20. AREA DE PRUEBA DE MOTORES

El GRE (Ground Run-Up Enclosure) o área de prueba de motores en español, es una estructura que utiliza principios de amortiguación acústica para reducir los impactos sonoros durante los arranques en tierra de los motores de las aeronaves. El propósito operativo del GRE es controlar el ruido generado por las pruebas de funcionamiento de los motores de aviación después de su mantenimiento y reparación procedimientos.

Este puede reducir sustancialmente los efectos dañinos del chorro en las estructuras, el equipo y el personal. Así como los efectos del ruido y los humos asociados con el funcionamiento del motor a reacción. La erosión de los bordes no protegidos por la superficie de hormigón asfáltico puede ser mitigada por el GRE (Organización de Aviación Civil Internacional [OACI], 2018).

Ubicación

El GRE debe orientarse de manera que los motores de la aeronave estén orientados hacia los vientos dominantes, a fin de maximizar la admisión de aire y obtener un rendimiento óptimo del motor. Actualmente, las pruebas en tierra se llevan a cabo en diferentes lugares y orientaciones en el aeródromo según la dirección del viento, de modo que la aeronave pueda orientarse hacia el viento para lograr la máxima eficiencia de la prueba.

La orientación óptima para un GRE se determina analizando los datos históricos del viento para el aeropuerto. Los datos históricos del viento indican que la orientación óptima de un GRE es aproximadamente 185-195 grados. Esta orientación se selecciona para maximizar la eficiencia de la admisión de aire en los motores durante las pruebas. Un estudio de diseño del GRE identificaría el máximo de cobertura de viento que se espera alcanzar en la orientación óptima, evaluando factores como la variabilidad estacional del viento y las condiciones meteorológicas extremas. Además, se tomarían en cuenta las características topográficas y los posibles obstáculos cercanos que podrían afectar la dirección del viento, para garantizar que la orientación elegida brinde el mejor rendimiento posible en todas las condiciones operativas.

ICAO	Aeronave Típica	Tamaño Estandar, m			
		Ancho Interno	Ancho Externo	Largo	Altura
Código F	A380, B747-8	90	100	101	16
Código E	B747, B777,A340	75	84	101	14
Código D	B767, A300	62	71	86	12
Código C	B737, A320	46	55	62	10

Dimensiones del GRE

Tabla 11: Dimensiones de área de prueba de motores. Fuente: IATA.

2.21. HANGARES

El hangar es un edificio utilizado para guardar aeronaves, generalmente de grandes dimensiones y situado en los aeródromos.

Las estructuras para Hangares tienen que disponer de amplias entradas para las aeronaves, a mayores aviones, mayor apertura en la zona aire (zona de apertura de puertas). Por ello, son estructuras realizadas por especialistas, tanto desde el punto de vista estructural, como desde el punto de vista de instalaciones.

Los materiales a usar tienen que ser los que menos se corroan a los vapores del encendido del motor, así como de los materiales almacenados para el mantenimiento del mismo; además deberían ir protegidos con pintura anticorrosiva: paredes, techos y piso. Los materiales más comunes y baratos son: concreto reforzado en el piso y cimientos para bases de columnas de acero en paredes, así como revestimientos de acero galvanizado para techos y estructuras metálicas. Además, es importante utilizar selladores y recubrimientos especiales que ofrezcan una mayor resistencia a la humedad y a los productos químicos usados en el mantenimiento de aeronaves, para asegurar una larga durabilidad y seguridad de la estructura (Organización de Aviación Civil Internacional [OACI], 2018).

2.22. TORRE DE CONTROL

La torre de control es una estructura elevada y crucial dentro de un aeródromo que alberga la cabina de control de tráfico aéreo (ATCT). Su propósito principal es proporcionar a los controladores de tránsito aéreo una vista panorámica clara y completa de la pista, las plataformas de estacionamiento y las áreas circundantes, permitiendo una supervisión efectiva y segura de las operaciones aeronáuticas. La torre de control facilita la coordinación de despegues, aterrizajes y movimientos en el área de maniobras, y es esencial para gestionar el flujo de tráfico aéreo y garantizar la seguridad operacional del aeródromo (Organización de Aviación Civil Internacional [OACI], 2018).

Criterios de ubicación.

La determinación de la ubicación y la altura del ATCT requiere diversos principios para un óptimo funcionamiento. Para ello se deben tener en cuenta los siguientes factores:

Vista despejada

Los controladores de tránsito aéreo que operen esta instalación deberán contar con un sistema claro, sin obstrucciones y vista directa a todos los puestos de trabajo de la zona de tráfico del aeropuerto; hasta el extremo de aproximación de la pista de instrumentos primarios; y todas las demás pistas activas, pistas de rodaje, pistas de estacionamiento, pistas de prueba almohadillas, y áreas similares. El ATCT debe estar localizado cerca de los puntos medios de la pista y equidistante de otras áreas del aeródromo en la mayor medida posible.

Requisitos del área del sitio.

El sitio debe proporcionar suficiente área para acomodar el edificio inicial y cualquier expansión planeada, incluyendo estacionamiento de vehículos, tanques de almacenamiento de combustible y exteriores transformadores.

Ubicación para una adecuada percepción de la profundidad

Se debe proporcionar una percepción suficiente de la profundidad de todas las áreas de superficie que se van a controlar. Es decir, la capacidad de diferenciar el número y el tipo de aeronaves y vehículos terrestres agrupados y de observar su movimiento y posición en relación con las superficies de los aeródromos. La percepción adecuada de la profundidad se proporciona cuando la línea de visión del controlador es perpendicular u oblicua a la línea establecida por el movimiento de la aeronave y del vehículo en tierra, y cuando la línea de visión intercepta la superficie del aeródromo en un ángulo vertical mínimo de 35 minutos, con un objetivo de ángulo vertical de 48 minutos. La elevación requerida del nivel de los ojos se determina utilizando la siguiente fórmula:

$E_e = E_{as} + D \tan (VA + G_s)$

Donde:

E_e = Elevación a nivel de los ojos (1.5m por encima del piso de la cabina de control).

E_{as} = Elevación media para la sección de la superficie de tráfico del aeródromo en cuestión.

D = Distancia desde el sitio de la torre propuesta hasta la sección de la superficie de tráfico del aeródromo en cuestión.

G_s = Inclinación angular de una línea imaginaria desde la superficie del aeródromo hasta la base de la torre, determinada por la diferencia de elevación y la distancia entre ellas, que se mide en minutos (valor negativo si la inclinación es descendente hacia la torre, valor positivo si la inclinación es ascendente hacia la torre).

VA = Ángulo vertical de la línea de visión. 35 minutos mínimo, 48 minutos óptimo.

2.23. ORIENTACIÓN DE LA CABINA DE CONTROL

El emplazamiento debe proporcionar una orientación aceptable de la cabina de control ATCT. La orientación óptima de la cabina en relación con la pista se obtiene cuando el eje largo de la consola del equipo es paralelo a la pista principal. La razón de esta orientación es permitir a los controladores mirar hacia la pista y el panel de instrumentos ATCT sin tener que girar frecuentemente la cabeza para observar los eventos en la pista. La dirección preferida debe ser norte (o alternativamente, este, sur u oeste, en ese orden de preferencia) cuando se encuentra en el hemisferio norte. Se deben evitar las ubicaciones que colocan la pista de aterrizaje en línea con el sol naciente o poniente (Organización de Aviación Civil Internacional [OACI], 2018).

Iluminación extraterrestre

La ubicación de una torre de control debe ser cuidadosamente seleccionada para asegurar que la visibilidad no se vea afectada por las luces externas. Esto incluye evitar la influencia de fuentes de luz como focos en la rampa, balizas giratorias, superficies reflectantes y otras fuentes similares que podrían causar deslumbramiento o interferencias visuales.

Fenómenos meteorológicos

El emplazamiento de una torre de control debe considerar detenidamente los fenómenos meteorológicos locales para minimizar las restricciones de visibilidad causadas por condiciones como niebla, neblina del suelo y otras perturbaciones atmosféricas. Es fundamental seleccionar una ubicación que permita una visibilidad óptima durante todas las condiciones climáticas, incluyendo la planificación para la reducción de impacto de fenómenos meteorológicos adversos.

Humos de escape y otros impedimentos de visibilidad

El emplazamiento de una torre de control debe ser elegido de manera que esté libre de humos de escape de chorro y otros impedimentos que puedan afectar la visibilidad. Esto incluye evitar áreas

cercanas a fuentes de humo industrial, emisiones de vehículos de gran tamaño, polvo levantado por el tráfico o por actividades industriales, y zonas de entrenamiento de fuego. La ubicación debe garantizar que la torre no esté expuesta a contaminantes atmosféricos que puedan obstruir la visión clara del área de operaciones.

Fuentes de ruido extraño

El ATCT debe estar ubicado en un área donde se minimicen las fuentes de ruido exterior. Se deben hacer esfuerzos especiales para separar el ATCT de las celdas de prueba de motores de aeronaves, el área de arranque del motor, las áreas de estacionamiento de aeronaves y otras fuentes de ruido. Además, es crucial implementar aislamiento acústico en la construcción del ATCT para reducir el impacto del ruido en el entorno interior.

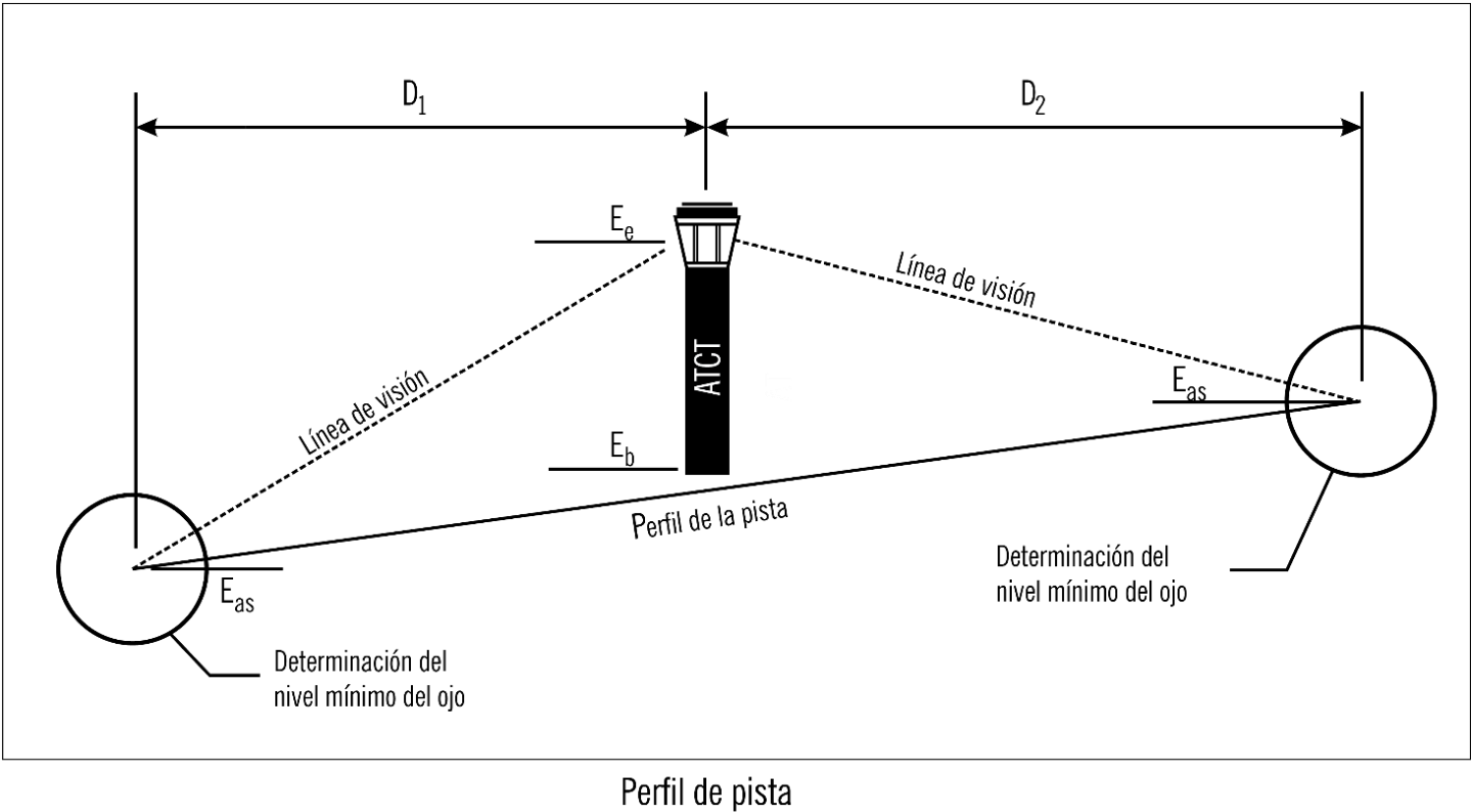


Ilustración 27: Diagrama de Torre de Control. Fuente: Elaborada por autores.

2.24. ATENUACIÓN DEL RUIDO

Las restricciones impuestas en relación con el ruido exigen la implementación de procedimientos operacionales destinados a mitigar su impacto en las áreas circundantes. Entre estos procedimientos se incluyen la selección de trayectorias específicas para la aproximación y el despegue, así como la modificación de los niveles de empuje de los motores en determinadas fases operativas, prácticas que se utilizan comúnmente para atenuar el ruido. Asimismo, se pueden imponer controles para reducir el ruido generado durante las pruebas de motores en tierra, incluyendo tanto los motores principales de las aeronaves como los grupos auxiliares de energía (APU), así como el ruido producido por el movimiento en tierra de las aeronaves y por determinadas obras de construcción en los aeropuertos (Organización de Aviación Civil Internacional [OACI], 2018).

Además de las medidas que combaten el ruido en su origen mediante la homologación, las limitaciones operacionales y los horarios, es posible reducir los efectos del ruido mediante las siguientes acciones:

- Planificación del uso del suelo.
- Instalación de barreras acústicas.

Las barreras acústicas pueden incluir diversas medidas para reducir el impacto del ruido. Estas medidas abarcan el uso de protectores auditivos para las personas expuestas a niveles elevados de ruido, la insonorización de edificios y la implementación de métodos para filtrar o bloquear el ruido. Las técnicas de insonorización pueden incluir la instalación de paneles acústicos y el uso de materiales absorbentes en las paredes y techos.

La plantación estratégica de árboles también puede desempeñar un papel importante en la reducción del ruido aeroportuario. Los árboles funcionan como barreras naturales que absorben y bloquean el sonido. La figura a continuación ilustra cómo diferentes especies de árboles contribuyen a la absorción del ruido, mostrando que una franja de 100 metros de árboles de hojas perennes puede reducir el nivel de ruido en un rango de 25 a 30 dB. La selección adecuada de especies y su disposición eficaz son cruciales para maximizar los beneficios acústicos de la vegetación.

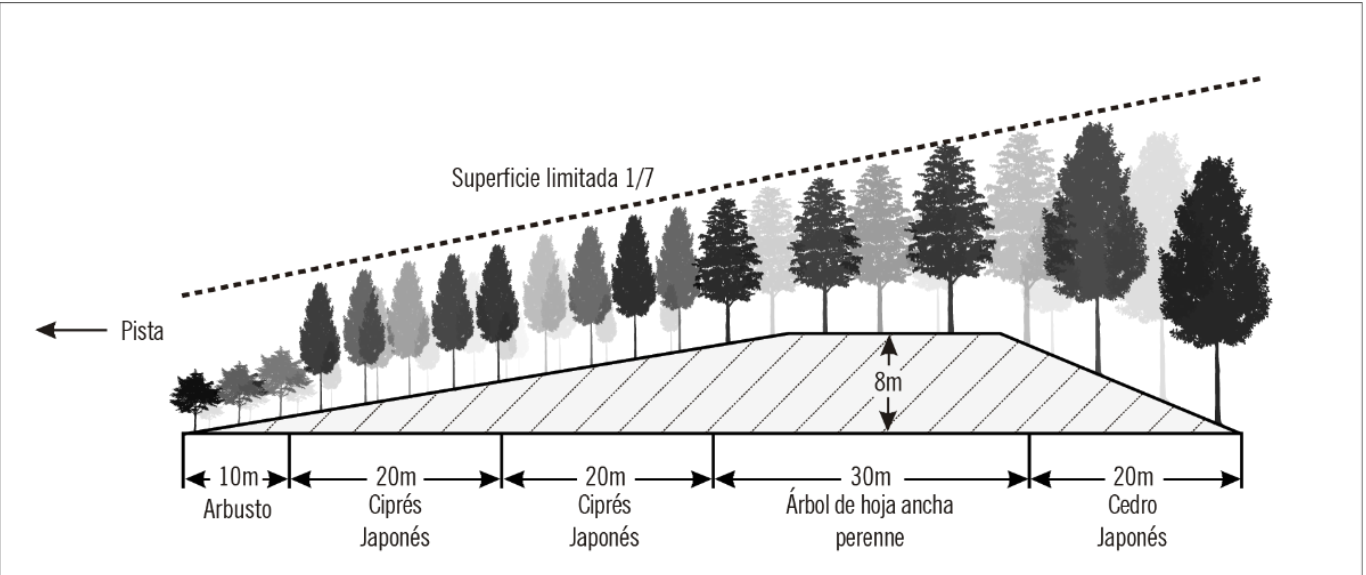
Al seleccionar las especies de árboles para establecer un bosquecillo que funcione como aislante acústico, es importante considerar las siguientes características:

Adaptación Climática: Las especies deben ser adecuadas para las condiciones climáticas del aeropuerto, asegurando que puedan sobrevivir y prosperar en el entorno local.

Propiedades Aislantes: Se deben elegir especies con propiedades efectivas de aislamiento acústico, tales como árboles que mantengan sus hojas o agujas durante el invierno, crezcan rápidamente y desarrollen una copa densa que maximice la absorción del sonido.

Impacto en la Aviación: Es crucial seleccionar especies que no aumenten el riesgo de colisiones con aves, para evitar potenciales problemas de seguridad aérea.

Facilidad de Mantenimiento: Las especies elegidas deben ser fáciles de mantener una vez establecidas, es decir, deben ser saludables y resistentes a plagas e insectos dañinos para reducir los costos y el esfuerzo de mantenimiento a largo plazo.



Corte transversal de un bosque de insonorización

Ilustración 27: Bosque de insonorización. Fuente: OACI Anexo 14.

2.25. TERMINAL

Las terminales aéreas se conciben como sistemas arquitectónicos de movimiento, diseñados para gestionar dos flujos principales: pasajeros y equipaje, ambos desplazándose en direcciones opuestas, hacia el exterior y el interior del edificio. La planificación espacial y estructural de la terminal debe enfocarse en facilitar estos flujos, asegurando un tránsito eficiente y sin interrupciones. Es esencial que el diseño arquitectónico considere la distribución y organización de los espacios, de modo que se minimicen las interferencias y se optimice el desplazamiento a través de vestíbulos, pasillos, y áreas de espera. La iluminación juega un papel clave en esta dinámica, guiando a los usuarios y resaltando las rutas principales, mientras que las áreas de servicio deben estar estratégicamente ubicadas para no entorpecer el flujo natural de pasajeros.

El diseño debe garantizar que estas instalaciones se integren de manera armoniosa, evitando que obstruyan las rutas principales o generen cuellos de botella que dificulten el movimiento de los usuarios. La arquitectura debe ser capaz de absorber la complejidad funcional sin sacrificar la fluidez del movimiento, permitiendo que la terminal mantenga su eficiencia operativa incluso durante las horas punta. Un enfoque arquitectónico equilibrado es esencial para lograr un entorno que combine funcionalidad, confort, y rentabilidad sin comprometer la experiencia del pasajero.

Función:

La terminal de pasajeros es el componente principal en la inversión de un aeropuerto y cumple tres funciones principales:

Integrar las funciones del transporte aéreo: La terminal coordina las diversas actividades relacionadas con el transporte aéreo, facilitando una operación fluida entre ellas.

Gestionar los procesos del viaje: Esto incluye la compra de boletos, el check-in de pasajeros, la separación del equipaje y la posterior reunión de los pasajeros con su equipaje.

Facilitar el movimiento entre procesos y medios de transporte: Permite a los grupos de pasajeros moverse eficientemente entre diferentes fases del viaje y conectar con otros medios de transporte, como autobuses, taxis o autos. Los espacios de acople y espera, donde los pasajeros no están activamente involucrados, han dado lugar a nuevas funciones dentro de la terminal, relacionadas con actividades comerciales y servicios, que están ganando cada vez más importancia en la infraestructura aeroportuaria.

Usuarios:

Se identifican tres tipos principales de usuarios de la terminal:

Viajeros Internacionales: Pasajeros que viajan entre países y están sujetos a controles de inmigración.

Pasajeros de Llegada: Aquellos que llegan en aeronaves y no continúan en el mismo vuelo o en un vuelo de conexión. Estos pasajeros suelen dirigirse directamente a las áreas de control de pasaportes, recogida de equipaje y aduanas, antes de salir de la terminal. Su movimiento dentro del aeropuerto es fundamentalmente lineal, y el diseño del espacio debe facilitar un tránsito rápido y sin interrupciones hacia la salida.

Pasajeros de Tránsito: Permanecen en el aeropuerto durante la escala del avión. Estos pasajeros pueden estar sujetos a formalidades de control fronterizo si su tránsito involucra un cambio de vuelo internacional a interno o viceversa. Los pasajeros de tránsito en vuelos internacionales no deben pasar por los controles fronterizos y deben permanecer en la zona internacional del aeropuerto, donde se les proporciona el confort necesario.

Pasajeros de Transbordo: Dependiendo de si el transbordo ocurre entre vuelos de la misma categoría o entre categorías diferentes (internacional a internacional, interno a interno, o internacional a interno), los pasajeros de transbordo generalmente no pasan por los controles de llegada.

2.25.1. Espacio

La definición de rutas que emplean distintos tamaños o volúmenes de espacio interno facilita al viajero la identificación de la importancia relativa de un corredor o vestíbulo en particular. La jerarquía de las rutas dentro de la terminal y las dimensiones de los espacios deben estar en sintonía. Así, los amplios volúmenes internos, como el vestíbulo principal, señalan los principales espacios de reunión utilizados por todos los pasajeros que transitan por la terminal, mientras que los pasillos estrechos y de una sola altura indican claramente rutas secundarias, como las de emergencia o acceso a servicios como los aseos. La organización espacial en distintas jerarquías reconocibles permite a los pasajeros orientarse con el mínimo esfuerzo.

El tamaño y la ubicación de las escaleras y escaleras mecánicas deben seguir los mismos principios. Las rutas principales estarán idealmente destacadas por escaleras amplias y cómodas, mientras que las escaleras mecánicas estarán orientadas en la dirección del flujo de pasajeros. El ángulo, el desplazamiento y la anchura de estas escaleras y escaleras mecánicas deben reflejar el grado de accesibilidad o privacidad de esa ruta en particular, guiando intuitivamente al viajero a través de la terminal.

Además, es fundamental que la disposición de los elementos verticales, como las escaleras y escaleras mecánicas, esté cuidadosamente alineada con la lógica espacial de la terminal. La correspondencia entre estos elementos y los volúmenes internos debe dirigir a los pasajeros a lo largo de las rutas principales y facilitar el movimiento entre diferentes niveles de la terminal sin generar confusión. La integración armoniosa de estos componentes no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también optimiza el flujo de pasajeros, reduciendo tiempos de espera y minimizando la posibilidad de congestiones en puntos clave de la infraestructura.

Por último, el diseño de los espacios de transición, como los descansillos y áreas de espera adyacentes a las escaleras y escaleras mecánicas, debe ser igualmente considerado. Estos espacios no solo deben ofrecer una pausa visual y funcional en el trayecto de los pasajeros, sino que también deben estar equipados con señalización clara que oriente a los usuarios hacia su destino final. La adecuada planificación y diseño de estos espacios de transición garantizan una experiencia de viaje fluida y sin interrupciones, fortaleciendo la funcionalidad general de la terminal y mejorando la satisfacción de los pasajeros (Horonjeff, 2010).

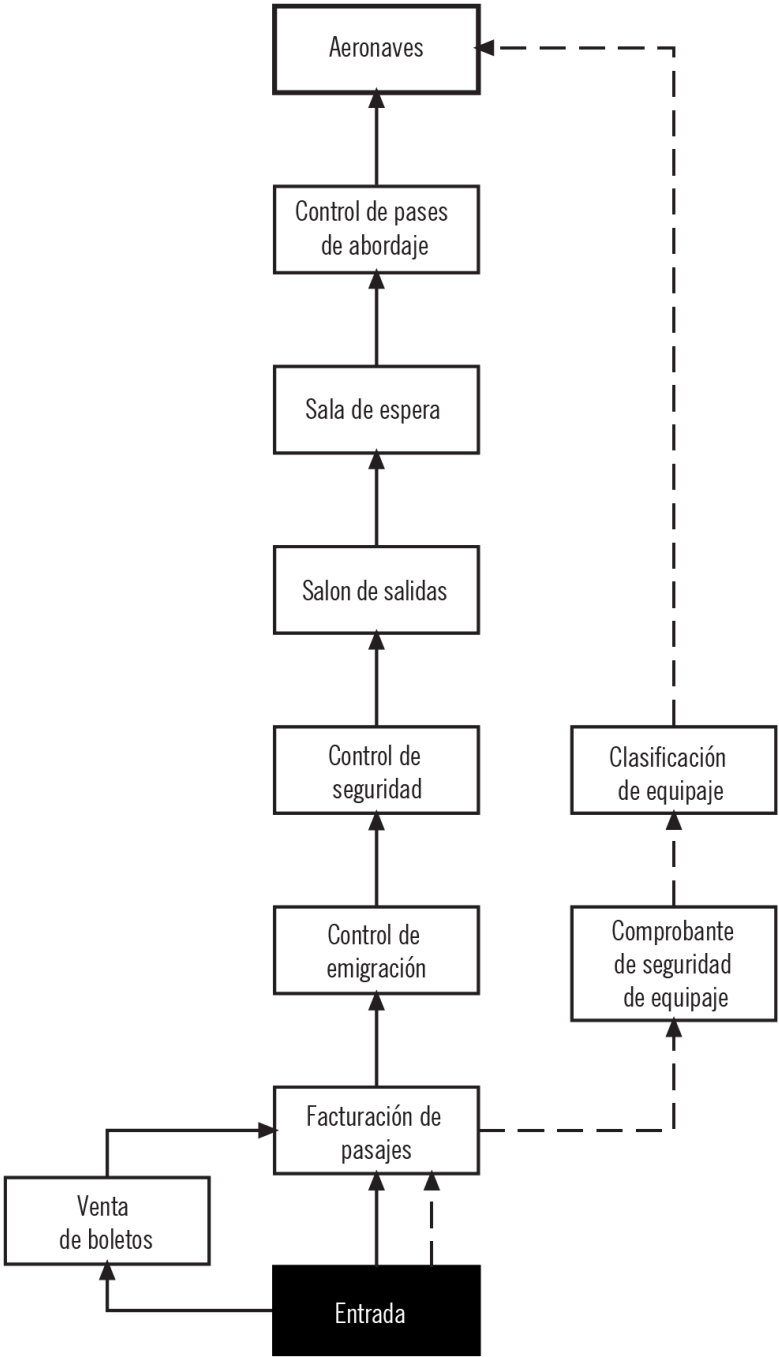


Diagrama de flujo de Arribos

Ilustración 28: Diagrama de flujo de arribos. Fuente: Elaborado por autores.

2.25.2. Estructura

Los elementos primarios de la estructura, como columnas, muros y vigas, juegan un rol fundamental no solo en el soporte físico del terminal, sino también en la orientación psicológica de los pasajeros respecto a las rutas principales. Una fila de columnas en un vestíbulo, por ejemplo, hace más que sostener el techo: guía a los pasajeros a través de un espacio complejo, facilitando su desplazamiento. De igual manera, las vigas pueden utilizarse para indicar la dirección del flujo o proporcionar una escala adecuada en grandes áreas públicas. La estructura arquitectónica, en este sentido, se convierte en un recurso esencial para orientar el movimiento y articular el ritmo de tránsito dentro de la terminal.

La escala relativa de los elementos estructurales también refleja y refuerza la jerarquía de las distintas áreas de la terminal. Columnas de mayor tamaño suelen estar asociadas con espacios públicos más amplios, sugiriendo la importancia de esos sectores, mientras que columnas más pequeñas se utilizan en áreas de menor relevancia. La ruta principal desde la terminal de tierra hasta la zona de operaciones debe estar acompañada por elementos estructurales que, como en el caso del aeropuerto de Kansai, evoquen la transición desde el suelo hasta el aire. Aprovechar las posibilidades estéticas y funcionales de columnas, vigas y muros es clave para definir y articular los sistemas de movimiento dentro del aeropuerto.

Además, es fundamental que la estructura no solo apoye la función, sino que también enriquezca la experiencia espacial del pasajero. El uso intencionado de estos elementos puede marcar la diferencia entre un espacio que simplemente se transita y uno que se vive y se experimenta. La integración cuidadosa de las columnas y vigas no solo debe servir a propósitos funcionales, sino que también debe aportar a la narrativa espacial del aeropuerto, guiando intuitivamente a los pasajeros y mejorando su percepción del entorno.

Finalmente, la relación entre los elementos estructurales y el flujo de pasajeros es crucial en la definición de la eficiencia operativa de una terminal. Un diseño que considera la jerarquía del movimiento y la transición entre distintos espacios logra minimizar la confusión y el estrés, optimizando la experiencia del usuario. Esto es especialmente relevante en el caso de los pasajeros en tránsito o en transferencia, quienes dependen de una orientación clara y de un flujo bien articulado para conectar rápidamente con su siguiente vuelo. En este sentido, la estructura actúa como un mediador entre la

funcionalidad y la estética, logrando una integración armoniosa que contribuye al éxito general del aeropuerto (Horonjeff, 2010).

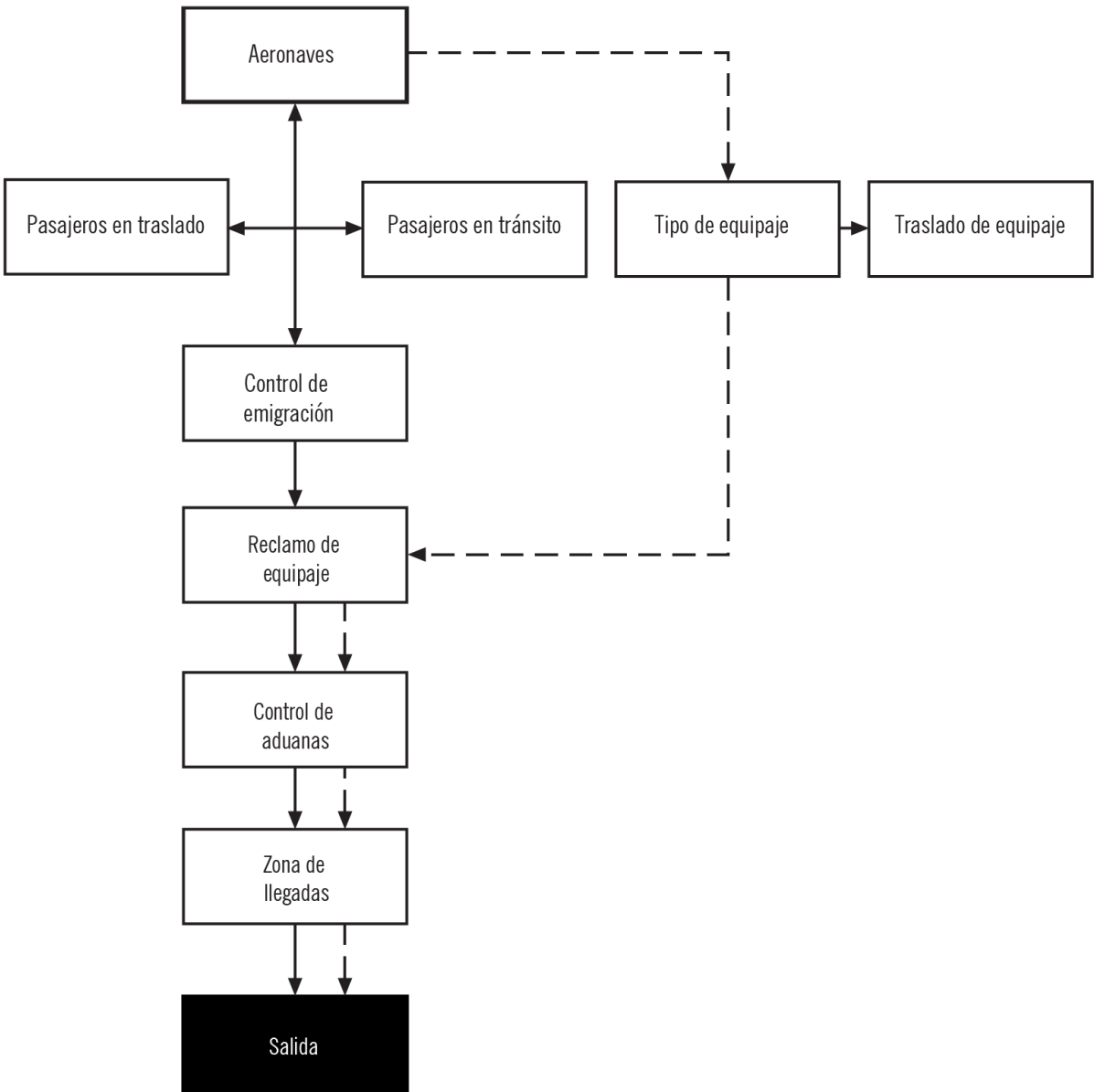


Diagrama de flujo de Partidas

Ilustración 29: Diagrama de flujo de partidas. Fuente: Elaborado por autores.

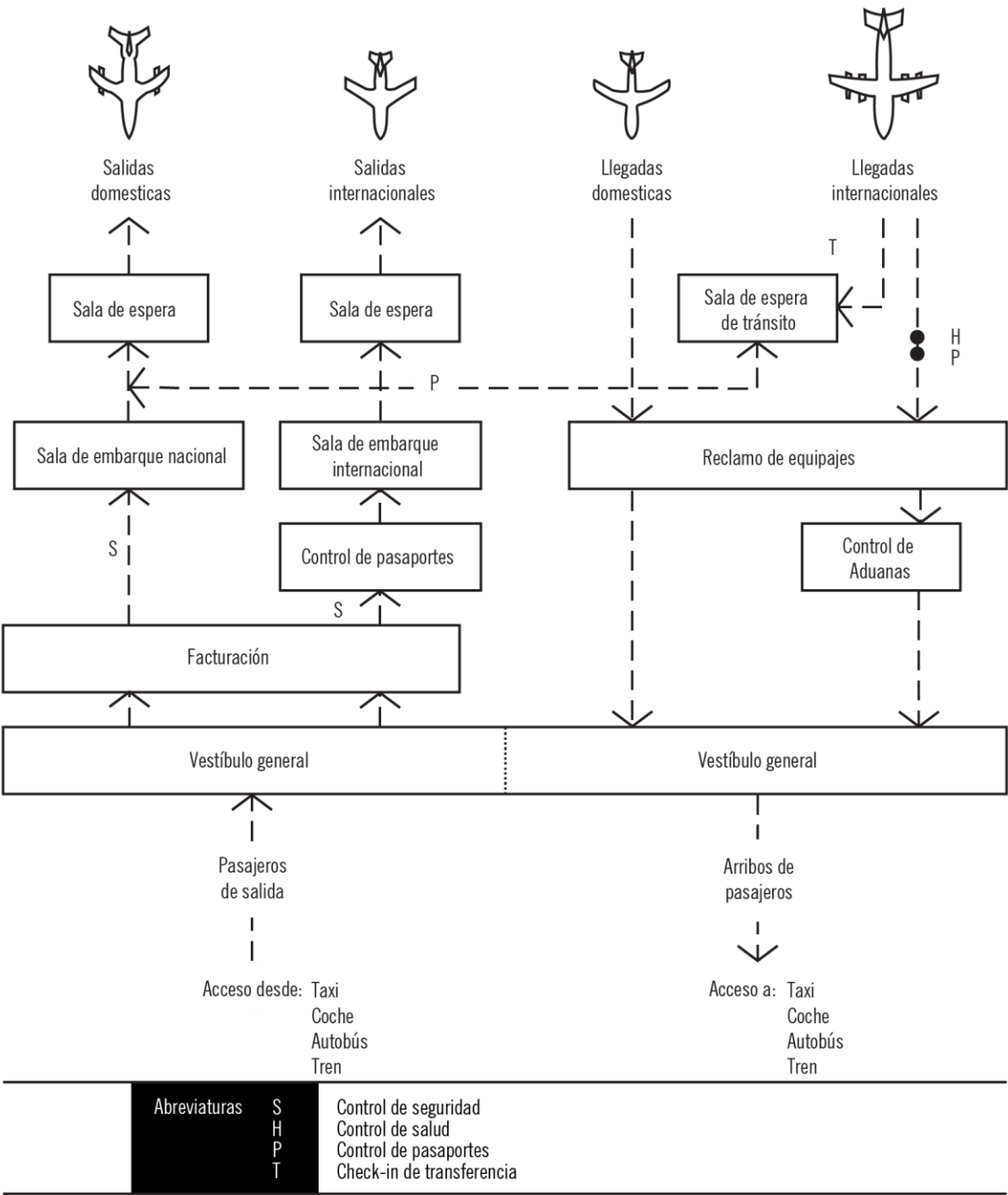
2.25.3. Luz

La luz no es simplemente una cuestión de niveles de iluminación; es un elemento tangible y expresivo que contribuye significativamente al diseño arquitectónico. Para el diseñador de una terminal aérea, la luz debe ser tratada con la misma importancia que el espacio y la estructura. Su manipulación y dirección deben realizarse con la precisión y sensibilidad de un escultor (Horonjeff, 2010).

2.25.4. Objeto

El objeto es la inversa del espacio: la palabra se utiliza para denotar volúmenes sólidos dentro de los terminales de pasajeros. Los objetos abarcan bancos de mostradores de facturación, muros de cerramiento de varios tipos, quioscos independientes y huecos de ascensores. Los diseñadores necesitan ver los "objetos" como elementos orientadores: puntos de referencia sólidos que interrumpen las vistas o limitan los bordes del espacio. Estos elementos sólidos contienen espacio funcional (oficinas de personal, aseos, control de inmigración, etc.), pero su papel en la terminal también es perceptible. Al diseñar las partes sólidas como características positivas, el arquitecto puede ayudar a los pasajeros a comprender la organización de los espacios del edificio terminal. Algunos objetos clave, por ejemplo, pueden ser tratados como elementos escultóricos que puntualizan la libre circulación del espacio en el vestíbulo. Puede ser posible, por ejemplo, diseñar los huecos de los ascensores como objetos de referencia, ayudando así a los viajeros a encontrar los ascensores y a orientarlos. entre las diferentes partes del edificio.

Muchos de los principios relacionados con el manejo del espacio, la estructura y la luz se aplican a los objetos. La relación entre usar la jerarquía y el significado de los objetos tiene que corresponder: las funciones principales deben estar marcadas por objetos importantes. Porque las terminales aeroportuarias son principalmente grandes volúmenes de espacio en el que se producen los objetos, el diseño de los elementos sólidos tiene importancia particular. Áreas cercadas por muros (tales como las aduanas) tienen una función en la definición de los límites de áreas de vestíbulo, para dirigir a las personas en el flujo deseado, y en el establecimiento de puntos de navegación en edificios complejos (Horonjeff, 2010).



Flujo de pasajeros y equipajes en terminal típica.

Ilustración 30: Flujo de pasajeros de equipajes. Fuente. Elaborado por autores.

2.26. FLUJO ASISTIDO DE PASAJEROS

Por regla general, los flujos de pasajeros deben ser lo más directos y cortos posibles. Es fundamental evitar los flujos cruzados, las rutas largas y tortuosas, así como numerosos cambios de nivel. Las principales rutas de flujo de pasajeros deben estar claramente señalizadas, ya sea mediante señalización convencional o mediante medios arquitectónicos.

Sin embargo, en algunos diseños de terminales de pasajeros, como los muelles de carga, los muelles de satélite y los aeropuertos multiterminales, las largas distancias a pie pueden ser inevitables. En tales casos, el diseñador del aeropuerto debe considerar la implementación de soluciones que faciliten el desplazamiento de los pasajeros. Según los manuales de la IATA, la distancia máxima aceptada para caminar entre el punto de facturación y el embarque de la aeronave sin asistencia mecánica es de 300 metros.

Los sistemas de transporte de personas, como los trenes ligeros o autobuses de aeropuerto, son costosos de instalar y mantener. Se prefieren terminales compactas que minimicen la necesidad de asistencia para el movimiento horizontal. El movimiento vertical asistido, mediante escaleras mecánicas o ascensores, es común y necesario en estos espacios. Cuando se implementan sistemas de transporte asistido, tanto horizontal como vertical, el diseñador debe considerar si el equipaje también necesita ser transportado. Si es así, las instalaciones deben estar diseñadas para manejar tanto a los pasajeros como a los carros de equipaje de manera eficiente (Horonjeff, 2010).

Existen dos sistemas principales de movimiento horizontal asistido dentro de las terminales y entre las terminales y las salas de embarque:

2.27. Puentes de Carga de Pasajeros

Las pasarelas de carga de pasajeros, también conocidas como muelles, proporcionan un acceso elevado directamente desde el edificio de la terminal hasta la aeronave. Dependiendo de la disposición de la terminal, estas pasarelas ofrecen acceso directo desde el pasillo de la zona de operaciones o la sala de espera de la puerta de embarque a la aeronave en la plataforma. Las pasarelas de carga de pasajeros mejoran significativamente la comodidad y conveniencia de los pasajeros, evitando la necesidad de

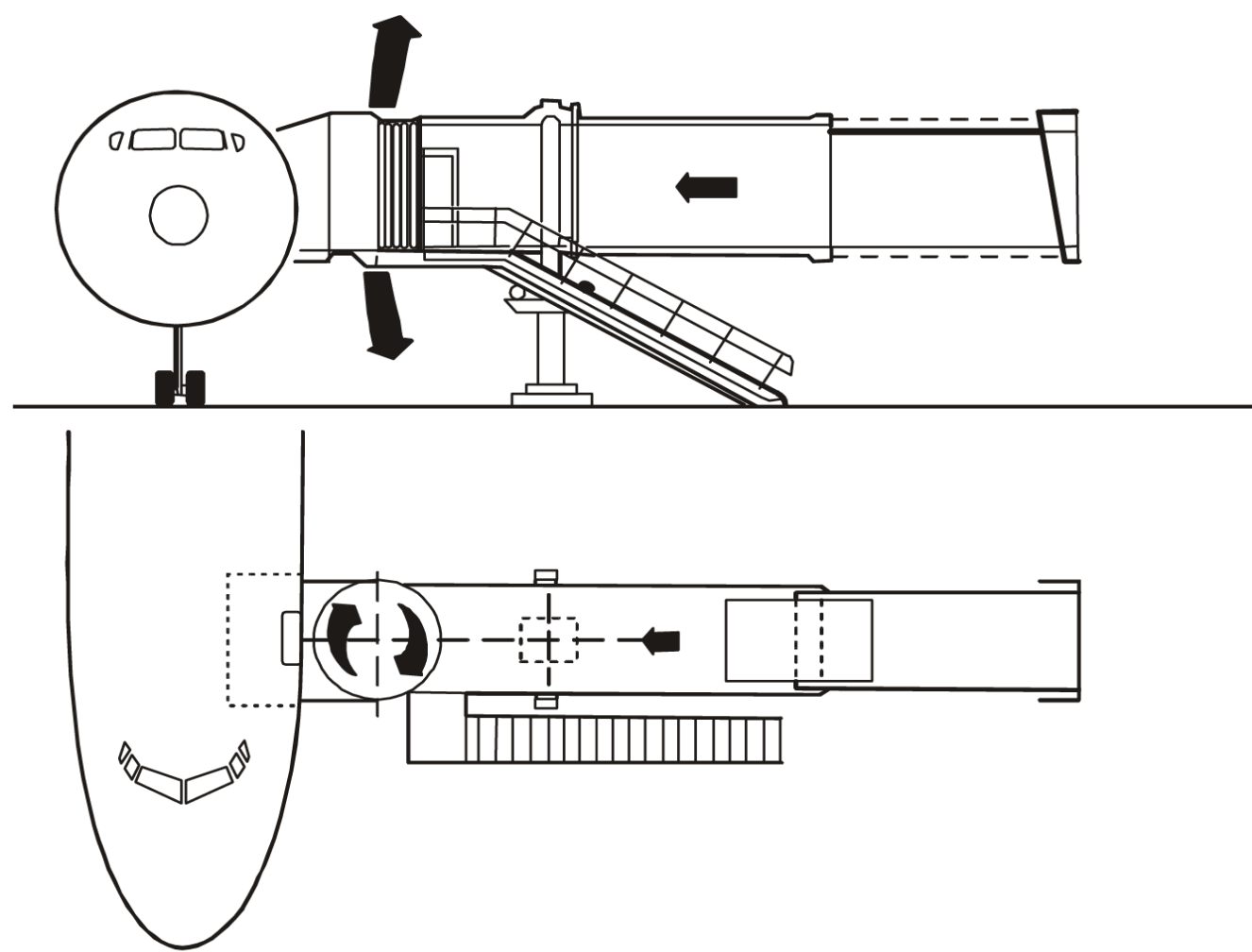
utilizar escaleras móviles con delantal. Para las aerolíneas, la carga directa a través de puentes cerrados es más rápida, suave y segura en comparación con el uso de vehículos con plataforma o escaleras con plataforma. Para los operadores aeroportuarios, las pasarelas de carga de pasajeros permiten una entrega más rápida de los aviones, lo que puede traducirse en mayores ingresos potenciales. La utilización de puentes de carga se incrementa en aeropuertos con climas extremos y mayores volúmenes de pasajeros.

Dado que los aviones varían en tamaño y tienen puertas de pasajeros a diferentes alturas, las pasarelas de carga deben ser flexibles en términos de elevación y dirección. Funcionan mediante principios telescópicos neumáticos, con puntos de atraque claramente definidos para diferentes tipos de aeronaves.

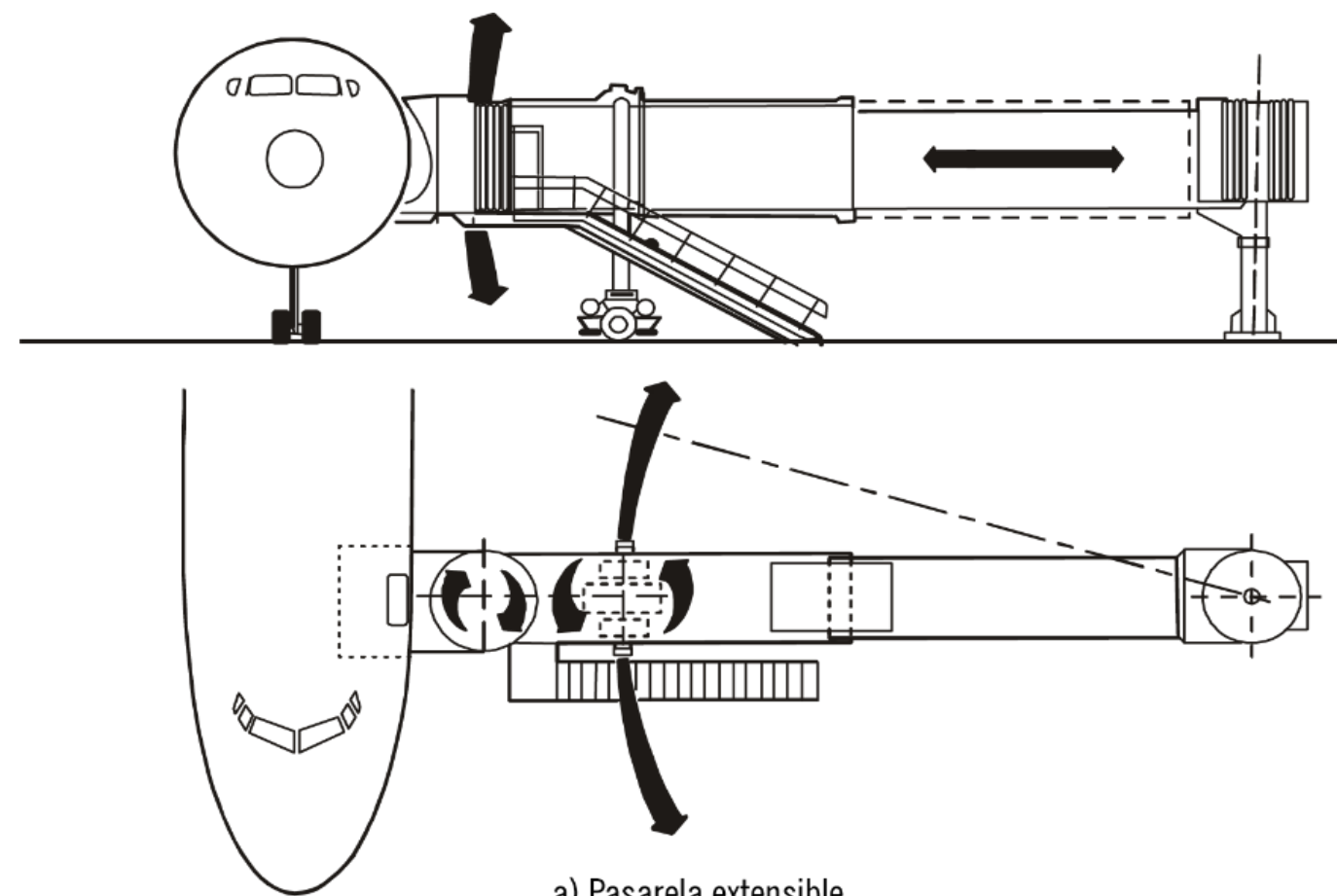
Existen dos tipos principales de puentes de carga: fijos y móviles. Los puentes fijos se mantienen en una posición permanente con respecto al delantal y tienen una estructura telescópica que permite ajustar el movimiento vertical y horizontal para adaptarse a las distintas alturas y posiciones de la puerta de la aeronave. Los puentes móviles, en cambio, están montados sobre ruedas y anclados en el extremo de la terminal, con capacidad de rotación significativa y movimiento vertical. Aunque los puentes móviles son más costosos de construir y mantener, ofrecen una mayor flexibilidad operativa. Algunos modelos de puentes de carga cuentan con dos o tres longitudes para permitir ajustes significativos en la zona de operaciones y en corredores segregados.

Además de las pasarelas, existen otros métodos básicos para la subida o la bajada de los pasajeros:

- a) Escalera móvil: La escalera se lleva hasta la aeronave empujándose o mediante un vehículo y se ajusta para que coincida con el nivel de la puerta. Los pasajeros recorren a pie, al aire libre, o en autobús, la distancia que media entre el edificio terminal y la aeronave y suben por la escalera para embarcar en la aeronave.
- b) Transbordadores: Los pasajeros suben a un autobús, o a un transbordador especialmente concebido, en el edificio terminal y son conducidos a un puesto de estacionamiento de aeronaves alejado (Horonjeff, 2010).



a) Pasarela estacionaria



a) Pasarela extensible

Ilustración 31: Pasarela de abordaje. Fuente: OACI Anexo 14.

2.28. FLEXIBILIDAD Y DISEÑO DE TERMINAL

Debido a que la industria de las aerolíneas está experimentando un rápido cambio tecnológico, hay pocas fórmulas que los arquitectos puedan utilizar. Los antiguos supuestos en los que se basaba el diseño de las terminales han sido en gran medida superados, ya sea por la desregulación de la industria o por los avances en el diseño de los aviones. Las terminales aeroportuarias deben ser flexibles y, al mismo tiempo, capaces de convertirse en hitos nacionales dignos por derecho propio. Aunque existen normas espaciales, el uso y la distribución del espacio en el interior de las terminales solo permanecen estáticos durante períodos relativamente cortos, de aproximadamente 10 a 15 años, mientras que la estructura y el cerramiento externo pueden tener una vida útil de 50 años.

En la cultura fluida de los aeropuertos, los arquitectos deben ofrecer calidad estética y flexibilidad operativa. Dentro del concepto de terminal adoptado, es probable que se produzca mucha alteración en el diseño interno y en la huella del edificio. La terminal puede necesitar adaptarse a las demandas de una nueva compañía aérea, a los dictados de una nueva generación de aviones que alteran la relación entre la terminal, las zonas de estacionamiento y la pista de rodaje, a los cambios en las políticas de seguridad, emisión de billetes o manipulación de equipajes, y a nuevas ideas sobre identidad corporativa o de marca.

La desregulación ha eliminado las fronteras y ha abierto los aeropuertos a ideas provenientes de parques comerciales o de la industria del ocio. El arquitecto debe equilibrar la provisión de edificios de alta calidad que satisfagan las crecientes expectativas de los clientes y la necesidad de acomodar cambios que rara vez se pueden anticipar. Dado que los edificios de los aeropuertos suelen ser objeto de abusos por parte de los inquilinos en plazos relativamente cortos, es crucial elevar los estándares de diseño desde el principio.

La terminal debe satisfacer las demandas de los inquilinos, como las compañías aéreas y los franquiciados, sin comprometer los elementos arquitectónicos clave de espacio, estructura, procesión y luz.

Ante esta presión, el diseño arquitectónico de las terminales tiende a distinguir entre elementos a largo plazo (estructura del edificio, luz del día, rutas procesionales) y alteraciones a corto plazo (como el

reposicionamiento de las paredes y cambios en los mostradores de billetes, tiendas, bares y señales). Esta política permite que el aeropuerto sobreviva como una entidad reconocible y se adapte a los cambios de gestión. Una distinción más clara entre los factores primarios de diseño y los secundarios permite a la terminal afrontar el futuro sin comprometer el carácter esencial y permanente del edificio. Si este carácter no está presente desde el principio, la terminal será menos capaz de proporcionar la claridad organizativa y la facilidad de orientación que esperan los pasajeros (Horonjeff, 2010).

Las instalaciones que tienden a ser alteradas a intervalos regulares se pueden clasificar en las siguientes categorías según su frecuencia de cambio:

Cambia cada 3-5 años:

- Mostradores de boletos en las salas de embarque
- Mostradores de facturación
- Sistemas de seguridad
- Señalización y publicidad
- Tiendas, bares y restaurantes;

Cambia cada 10-15 años:

- Sistemas de manipulación de equipajes
- Servicios del edificio (calefacción, ventilación e iluminación)
- Baños y cocinas;

Cambia cada 30-50 años:

- Estructura del edificio
- Cerramiento exterior

2.29. TIPOS DE CONCEPTO DE TERMINAL

En general, hay dos categorías de tipos de concepto de terminal. La primera categoría se refiere a la organización del procesamiento de la terminal en un complejo de terminales aeroportuarias de tipo centralizado o descentralizado. En un diseño centralizado, todas las funciones de procesamiento, como el check-in, la seguridad y la aduana, se concentran en un único edificio central, lo que puede facilitar la gestión y el flujo de pasajeros. En contraste, un diseño descentralizado distribuye estas funciones en varios edificios o módulos, lo que puede mejorar la flexibilidad y la capacidad de expansión, pero requiere una coordinación más compleja.

La segunda categoría organiza la terminal en uno de los cuatro tipos de conceptos de terminal y vestíbulo generalmente reconocidos: la terminal en línea, la terminal en isla, la terminal en anillo, y la terminal en espina de pescado. Cada tipo ofrece ventajas específicas en términos de flujo de pasajeros, eficiencia operativa y facilidad de acceso. La terminal en línea, por ejemplo, es eficiente para aeropuertos con un alto volumen de tráfico, mientras que la terminal en anillo facilita la circulación continua y el acceso directo a las puertas de embarque.

Instalaciones de la Terminal Centralizada

Como su nombre indica, la premisa fundamental de una terminal centralizada es que todos los pasajeros y el equipaje en el aeropuerto se procesan a través de una única instalación. Hay muchas ventajas en esta filosofía de operación centralizada:

- Maximiza el uso de las instalaciones y el personal
- Una sola terminal consolidada maximiza la capacidad de procesamiento de pasajeros y elimina la duplicación innecesaria de instalaciones.
- Una sola terminal consolidada minimiza las necesidades de personal para funciones como los puestos de control de seguridad de los pasajeros.

Minimiza las conexiones entre líneas: Debido a que todas las aerolíneas operan dentro de una única instalación de terminal consolidada, las conexiones de pasajeros y equipaje entre aerolíneas son típicamente más cercanas y menos complejas que en los complejos de terminales unitarios.

Maximiza las oportunidades de ingresos de la concesión: En una instalación centralizada, es posible lograr la máxima exposición del pasajero saliente a las concesiones centralizadas, lo que aumenta la producción de ingresos al tiempo que elimina la necesidad de duplicar las ubicaciones de las concesiones como se requiere con terminales de unidades múltiples.

Minimiza la duplicación de las instalaciones en tierra: Una sola terminal consolidada permite un solo carril de tránsito para servir a todos los pasajeros, lo que simplifica la búsqueda de la ruta y minimiza el tiempo de espera. La duplicación de instalaciones y la necesidad de conectar servicios dentro de un terminal de unidades múltiples complejo.

Instalaciones de la Terminal Descentralizada

Varios terminales de la unidad crean necesidades diferentes de las de un único terminal consolidado. Los terminales de unidades múltiples representan el concepto más descentralizado. Cada terminal opera independientemente de las otras terminales y duplica la mayoría de las instalaciones, tales como baños, servicios de construcción, circulación vertical y estructuras relacionadas. La mayoría de los aeropuertos con terminales múltiples no dividen equitativamente la actividad, por lo que cada terminal debe ser capaz de responder a picos individuales. Este requisito generalmente da como resultado una capacidad combinada mayor que la demanda máxima combinada de las instalaciones del aeropuerto.

Un aeropuerto también puede tener diferentes tipos de servicios de aerolíneas que requieren diferentes tipos de terminales. Una terminal nacional, o una destinada a las compañías de bajo coste, tiene necesidades y características diferentes a las de una gran terminal internacional. Cada una de estas características debe ser considerada a la hora de decidir sobre un concepto centralizado o descentralizado (Horonjeff, 2010).

2.30. CONFIGURACIONES BÁSICAS DE TERMINALES

Con el tiempo, la industria aeroportuaria ha identificado y reconocido cuatro tipos fundamentales de conceptos de terminal. Estos conceptos se encuentran detallados en diversas publicaciones, entre ellas The Apron-Terminal Complex, elaborado para la FAA, y en el The Apron & Terminal Building Planning Manual, también de la FAA. Estos conceptos básicos se definen en función de la relación entre la aeronave y las áreas de procesamiento y embarque de pasajeros. Al decidir si un complejo terminal adoptará un enfoque de procesamiento centralizado o descentralizado, se puede iniciar una investigación preliminar sobre estos cuatro conceptos básicos y sus variantes operativas. Aunque muchos aeropuertos combinan elementos de varios de estos tipos, para mayor claridad se presentan y analizan por separado en los siguientes párrafos.

2.30.1. Concepto Lineal

El concepto lineal, en su forma más pura, representa el modelo más simple y directo de los cuatro tipos básicos de terminal. Su estructura organizativa, aunque elemental, puede presentar variaciones más complejas en diversos aeropuertos tanto en los Estados Unidos como en el extranjero.

Una terminal lineal básica consta de un área de procesamiento de pasajeros adyacente a una sala de espera común, la cual, a su vez, está conectada a la plataforma de estacionamiento de aeronaves. El embarque de los pasajeros se realiza a través de una serie de puertas que conducen directamente a la plataforma o a pasarelas de carga de pasajeros situadas a lo largo de la fachada de la terminal. La Figura VI-3 ilustra un ejemplo de una terminal lineal simple. Este tipo de configuración resulta particularmente adecuado para aeropuertos de baja actividad con operaciones punto a punto (O&D).

La principal ventaja de la configuración lineal radica en su relación directa entre el área de procesamiento y la aeronave, lo que minimiza las distancias a pie para los pasajeros. Un pasillo lineal puede estar ubicado en paralelo o dentro de la fachada de la terminal más cercana a la plataforma, proporcionando acceso a las posiciones de la puerta de embarque y la aeronave a intervalos regulares.

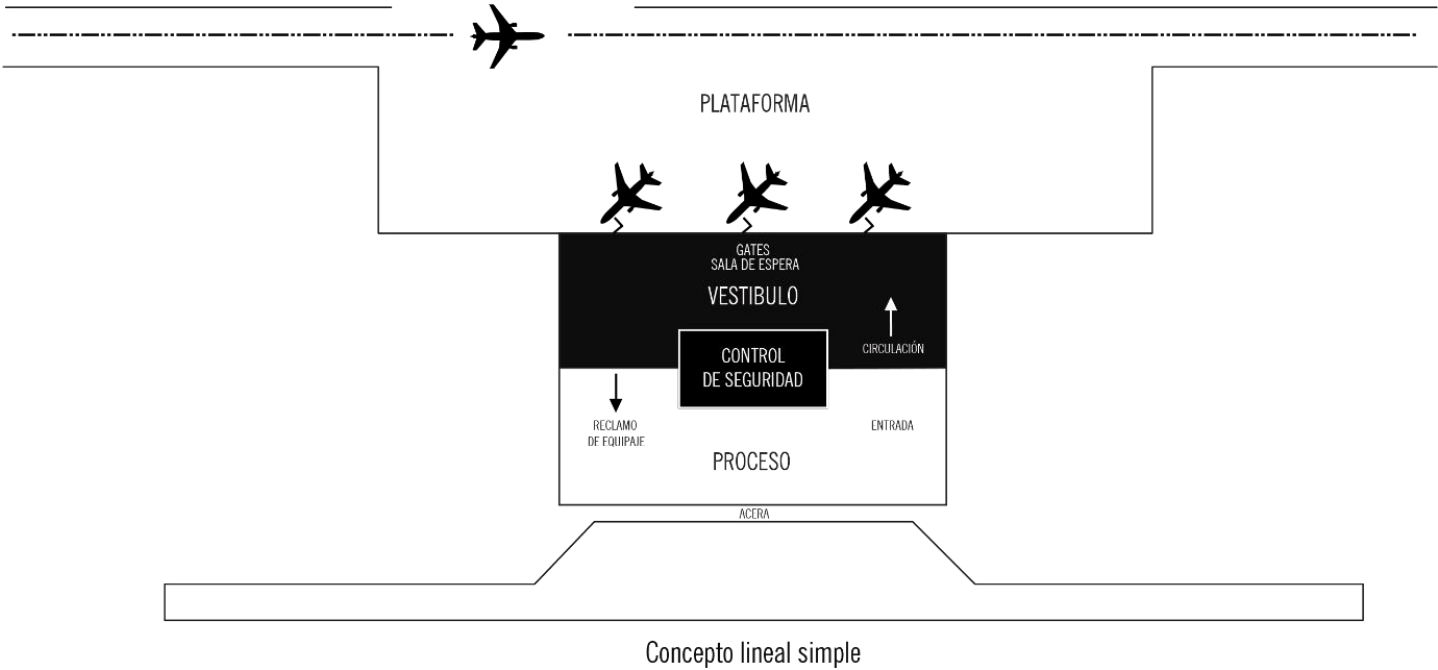


Ilustración 32: Concepto lineal de terminal. Fuente: Elaborado por autores.

Una de las principales ventajas del terminal lineal de geometría "recta" es su capacidad de expansión. Esta expansión lineal de la instalación se logra mediante la ampliación de los componentes de la zona de operaciones, terminales o muelles de forma independiente o en combinación. Los requisitos de separación de los controles de seguridad crean una división fácilmente definible entre las zonas de pasajeros no seguras de la terminal y las zonas del vestíbulo seguras más allá del puesto de control de seguridad.

A medida que se expande un concepto lineal, la configuración de la terminal consiste en una sola área de procesamiento de pasajeros adyacente a un vestíbulo alargado, que se extiende a lo largo de la cara expandida de la zona de operaciones de la terminal. Se accede a las salas de espera de los pasajeros desde un pasillo lineal en el vestíbulo que

puede ser de carga simple, con todos los servicios a un lado, o preferiblemente de doble carga, con las puertas abiertas a ambos lados del vestíbulo de la zona de operaciones, excluyendo cualquier área necesaria para el procesador del terminal y su expansión futuro (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

2.30.2. Concepto de Espigón o Muelle

En el concepto de muelle, las aeronaves se estacionan a ambos lados de un vestíbulo que se extiende desde la terminal. En esta disposición, las aeronaves suelen estar alineadas a lo largo del eje del muelle en una configuración de aparcamiento por la nariz. El acceso a la terminal se encuentra en la base del vestíbulo o muelle. Los pasajeros circulan a lo largo del muelle a través de un pasillo central que incluye salas de espera y varios servicios y comodidades dispuestos a lo largo de ambos lados, sirviendo a los pasajeros en embarque y desembarque. Este diseño separa claramente las funciones de procesamiento de pasajeros de las actividades en el vestíbulo, permitiendo que cada función se desarrolle de acuerdo con sus necesidades específicas. Además, al permitir que el acceso de los aviones sea de doble carga, se reducen las distancias a pie para los pasajeros.

La expansión inicial del muelle se logra extendiendo el muelle para incorporar puertas adicionales. Sin embargo, este alargamiento incrementa la distancia a pie desde el área de procesamiento. Para acometer una expansión mayor, se pueden desarrollar nuevos muelles conectados a la misma área de procesamiento de terminales. La distancia entre los muelles está determinada por el tamaño de las aeronaves para las que está diseñada la instalación y por la longitud del muelle. A medida que los muelles se alargan, la distancia entre ellos también aumenta debido a la necesidad de áreas de rodaje de aviones de doble vía.

Esta distancia a menudo es considerable y puede requerir algún tipo de transporte de personas para mejorar la comodidad del pasajero. Múltiples áreas de procesamiento pueden desarrollarse para alimentar a los pasajeros en una red de muelles, y una disposición más compacta de las aeronaves a lo largo del muelle suele permitir un servicio más eficiente y reducir los costos operativos para las compañías aéreas.

Este concepto resulta eficaz para actividades de moderadas a altas en aeropuertos de punto a punto (O&D) y en hubs. No obstante, la principal desventaja de esta configuración es la ampliación de las

distancias a pie, lo que puede ser un inconveniente en grandes aeropuertos (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

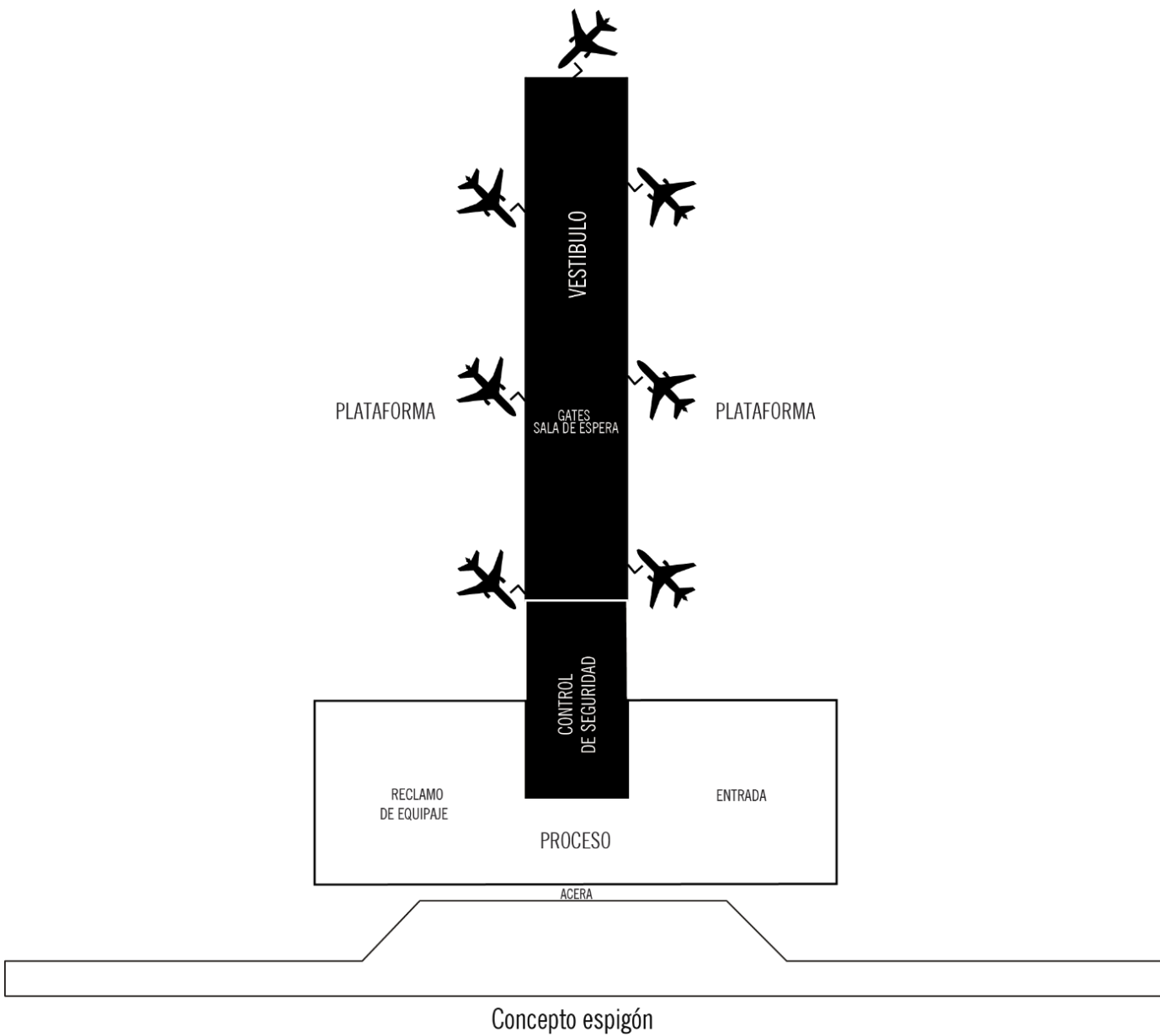


Ilustración 33: Concepto Espigón de terminal. Fuente: Elaborado por autores.

2.30.3. Concepto de satélite

En el concepto de satélite, se desarrolla un edificio en la zona de operaciones completamente rodeado de aviones y conectado a las áreas de procesamiento de la terminal a través de un conector subterráneo, a nivel o aéreo. Este edificio satélite alberga las salas de espera de pasajeros, así como diversos servicios y comodidades para los pasajeros. Normalmente, los aviones están estacionados en una disposición de nariz alrededor del satélite que puede tener salas de embarque comunes o separadas. A pesar de que el propio vestíbulo del satélite puede ser compacto, la distancia de separación de la terminal suele ser bastante larga. Esta longitud requiere que algún tipo de sistema mecanizado de movimiento de personas, como pasarelas móviles, autobuses o sistemas APM, se utilice para mover a los pasajeros de un lado a otro entre el procesador de la terminal y el pasillo del satélite.

Una de las ventajas de un concepto de satélite es que las funciones de pasajero y de aeronave se convierten en componentes separados que pueden desarrollarse de forma independiente. En este concepto, el procesamiento de pasajeros se lleva a cabo en una instalación terminal separada. El estacionamiento y el mantenimiento de las aeronaves se realizan en un área compacta alrededor del satélite, lo que simplifica las operaciones. Las desventajas son que normalmente se requiere más área de maniobra de la aeronave, y hay un costo inicial de capital sustancial para instalar un conector subterráneo o de puente con un sistema APM para conectar la terminal y el satélite de la zona de operaciones. También están los costes de explotación asociados tanto del tren automatizado como de las aceras móviles en el elemento de conexión. La cantidad de tiempo que un pasajero necesita para moverse de la acera a la aeronave es típicamente aumentada, y las distancias de caminata pueden aumentar.

La ampliación inicial de este concepto se realiza mediante la ampliación del edificio satélite. A menudo el edificio satélite será desarrollado como un vestíbulo tipo muelle, el cual puede ser expandido alargando el muelle en cada extremo. A continuación, se pueden desarrollar y conectar otros vestíbulos satélites al edificio principal del procesador del terminal, al que a veces se

hace referencia como la "casa central". Utilizando este tipo de sistema, los vestíbulos de los satélites pueden ser desarrollados específicamente para satisfacer una necesidad particular del aeropuerto, tal como una instalación para manejar el servicio de aerolíneas regionales o pasajeros internacionales (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

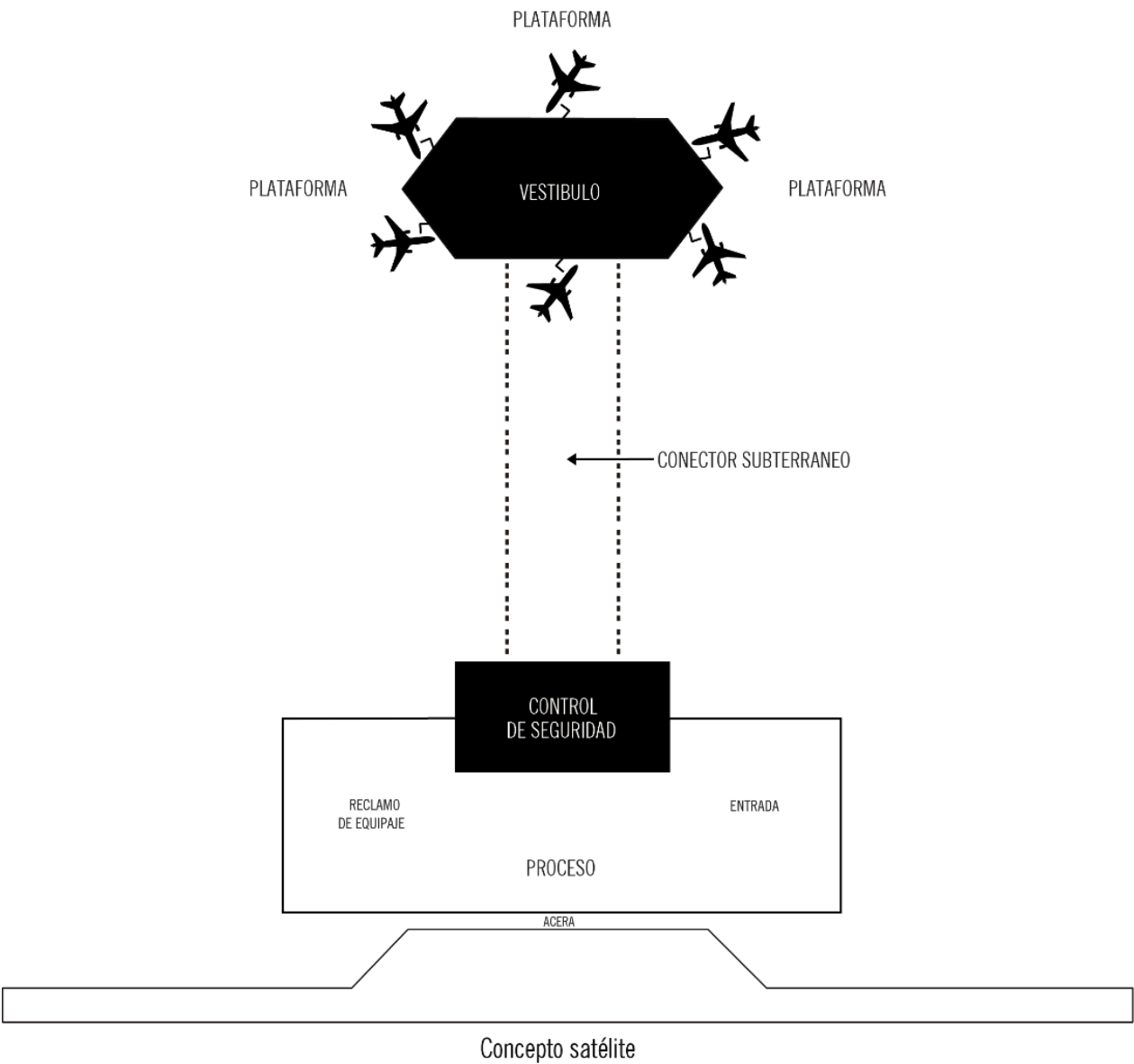


Ilustración 34: Concepto de Satélite de terminal. Fuente: Elaborado por autores.

2.30.4. Concepto de transportador

El concepto de transportador proporciona una separación completa entre las instalaciones de pasajeros y las necesarias para el servicio y mantenimiento de la aeronave. Las funciones de mantenimiento de aeronaves y de aeronaves están ubicadas de forma remota desde la terminal. Originalmente, todas las funciones de procesamiento de pasajeros se alojaban en un único procesador de terminal centralizado, a veces conocido como la cabecera, con grandes salas móviles que servían como salas de espera temporales. Los pasajeros acceden a la aeronave a través de las salas móviles que salen de las puertas de las terminales, se dirigen directamente a la aeronave y se conectan a la misma para proporcionar un tránsito protegido contra las inclemencias del tiempo. Una variación más común del enfoque de las salas móviles es el uso de autobuses que dejan a los pasajeros adyacentes a la aeronave en la plataforma.

La principal ventaja de este concepto era proporcionar la máxima flexibilidad para que cada uno de los elementos del aeropuerto se desarrollara según fuera necesario. El número y la disposición de las posiciones de estacionamiento de aeronaves no están directamente relacionados con la ubicación o la forma de la terminal, y la plataforma de estacionamiento de aeronaves. para lograr la máxima eficiencia operativa y de mantenimiento.

Las principales desventajas de este sistema son que el tiempo de procesamiento para la carga y descarga de las aeronaves es mucho mayor. En particular, la necesidad de un cierre anticipado del vuelo en el lugar de salida de la sala móvil de la terminal es una desventaja operativa significativa, especialmente para los viajeros de negocios y los pasajeros en tránsito que pueden llegar cerca de la hora real de salida de la aeronave.

El costo de operación y mantenimiento de los vehículos de transporte es constante y representa una parte importante de los costos de operación del aeropuerto. Si se utiliza un sistema de autobuses, los pasajeros son cargados en el avión desde la plataforma y están totalmente expuestos a la intemperie. La exposición a la intemperie puede evitarse mediante el uso de vehículos móviles de tipo sala de estar; sin embargo, el coste inicial, así como los costos de operación y mantenimiento, para los vehículos móviles de tipo sala de estar es bastante sustancial (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

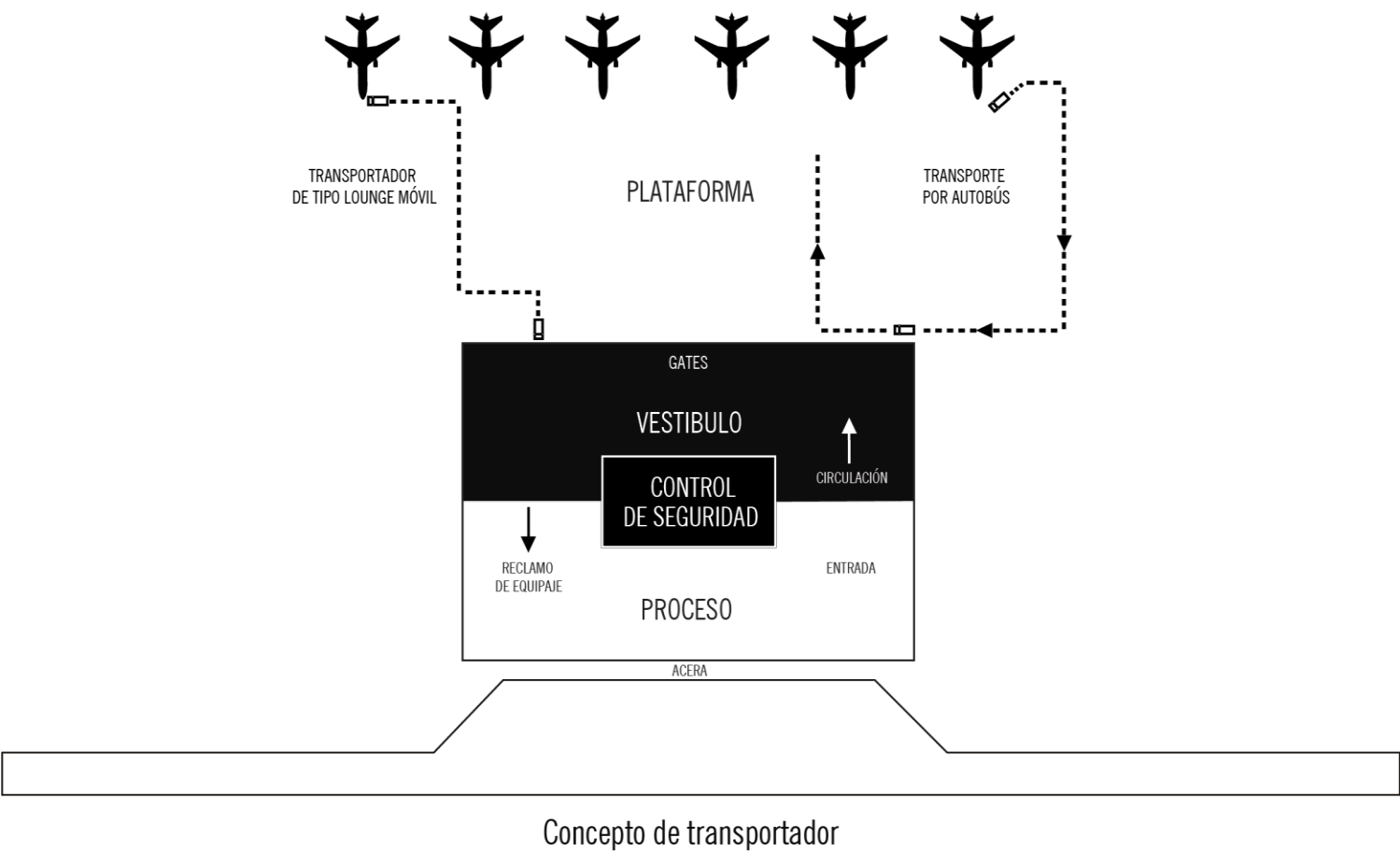


Ilustración 35: Concepto de Transportador de terminal. Fuente: Elaborado por autores.

2.30.5. Diseños más complejos

Con raras excepciones, las terminales aeroportuarias suelen desarrollarse como una combinación de tipos de configuración. Además, debido a la disponibilidad de terreno y al deseo de hacer que la terminal del aeropuerto sea lo más compacta posible, a menudo se combinan elementos de varias maneras, ya sea horizontal, vertical o ambas. Estas combinaciones abren una amplia gama de variaciones en las configuraciones básicas, lo que ofrece una mayor posibilidad de elección a la hora de considerar las opciones de configuración de los terminales.

Terminal de un nivel

Por lo general, en los aeropuertos más pequeños y de baja actividad, todos los elementos de la terminal están dispuestos en un edificio de un solo nivel que permite al pasajero pasar de la acera a la puerta sin cambiar de nivel. Típicamente, el único momento en que un pasajero tiene que cambiar de nivel es al abordar la aeronave. Por ejemplo, el pasajero saldría del edificio y usaría la aeronave escaleras de embarque o, en algunos casos, subir escaleras o una rampa dentro de la terminal para cargar pasajeros puente que acopla con el avión.

Para una terminal en un nivel, los elementos del procesador están típicamente dispuestos de manera que las funciones de salida estén primero en el borde seguido por el área de llegada, o las funciones de salida y llegada ocurran en lados opuestos de la terminal con caminos adyacentes para cada uno. En cualquier caso, el acceso de los pasajeros a la zona del vestíbulo o de la puerta se realiza a través de una serie limitada de puntos de control o de salida supervisados.

Este diseño puede contribuir a una experiencia de usuario más cómoda y directa, aumentando la satisfacción general del pasajero. Sin embargo, es importante considerar que este tipo de terminal puede tener limitaciones en cuanto a la capacidad de expansión y la posibilidad de integrar nuevas instalaciones o servicios, por lo que la planificación debe ser cuidadosa para anticipar futuros requerimientos y adaptarse a las necesidades en crecimiento del aeropuerto (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

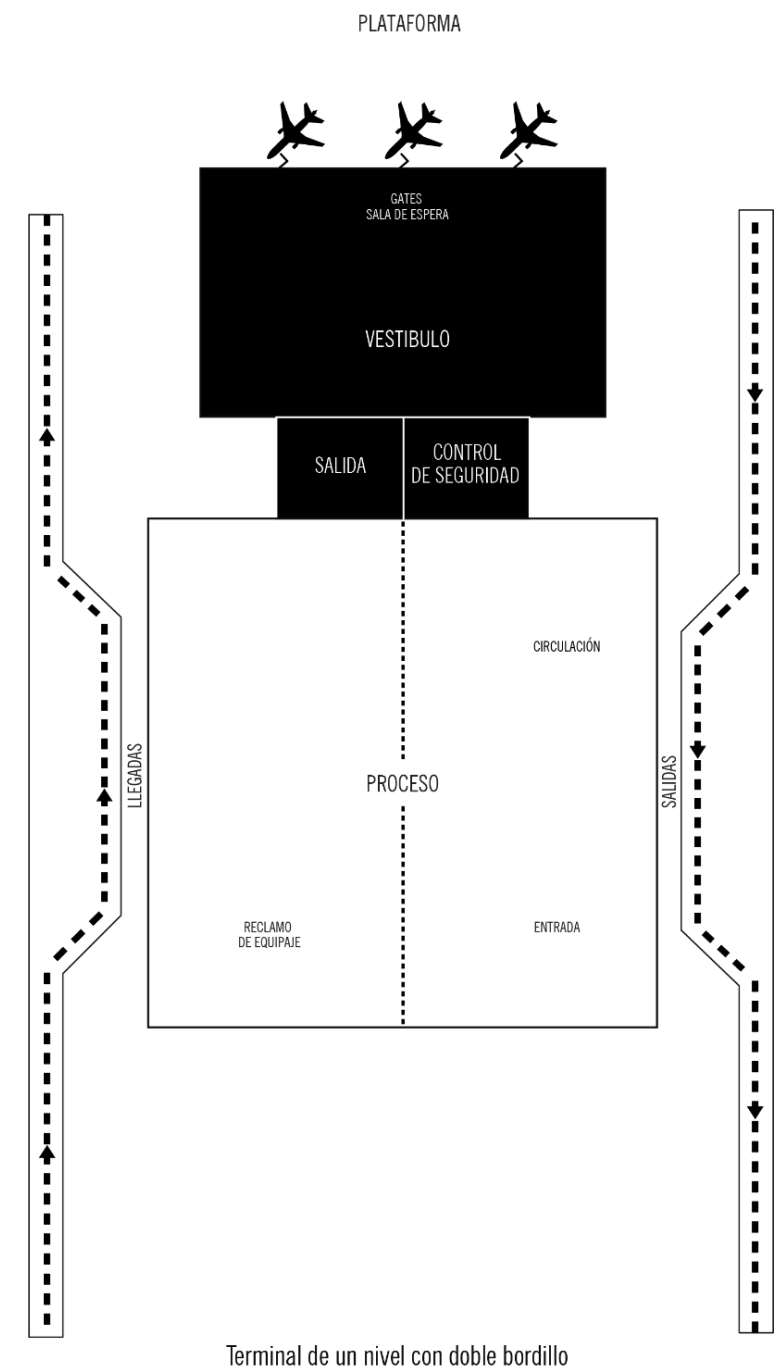


Ilustración 36: Concepto de terminal con doble nivel de borde. Fuente: Elaborado por autores.

2.30.6. Elementos de Terminal Independientes

La tecnología APM permite a los aeropuertos separar las áreas de procesamiento y vestíbulo, conectándolas mediante sistemas de transporte especializados. Esto facilita la expansión y adaptación independiente de cada componente del aeropuerto según las necesidades. Un sistema APM múltiple combina varios sistemas independientes que trasladan a los pasajeros entre las diferentes zonas, operando de manera autónoma para optimizar el flujo en cada vestíbulo (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

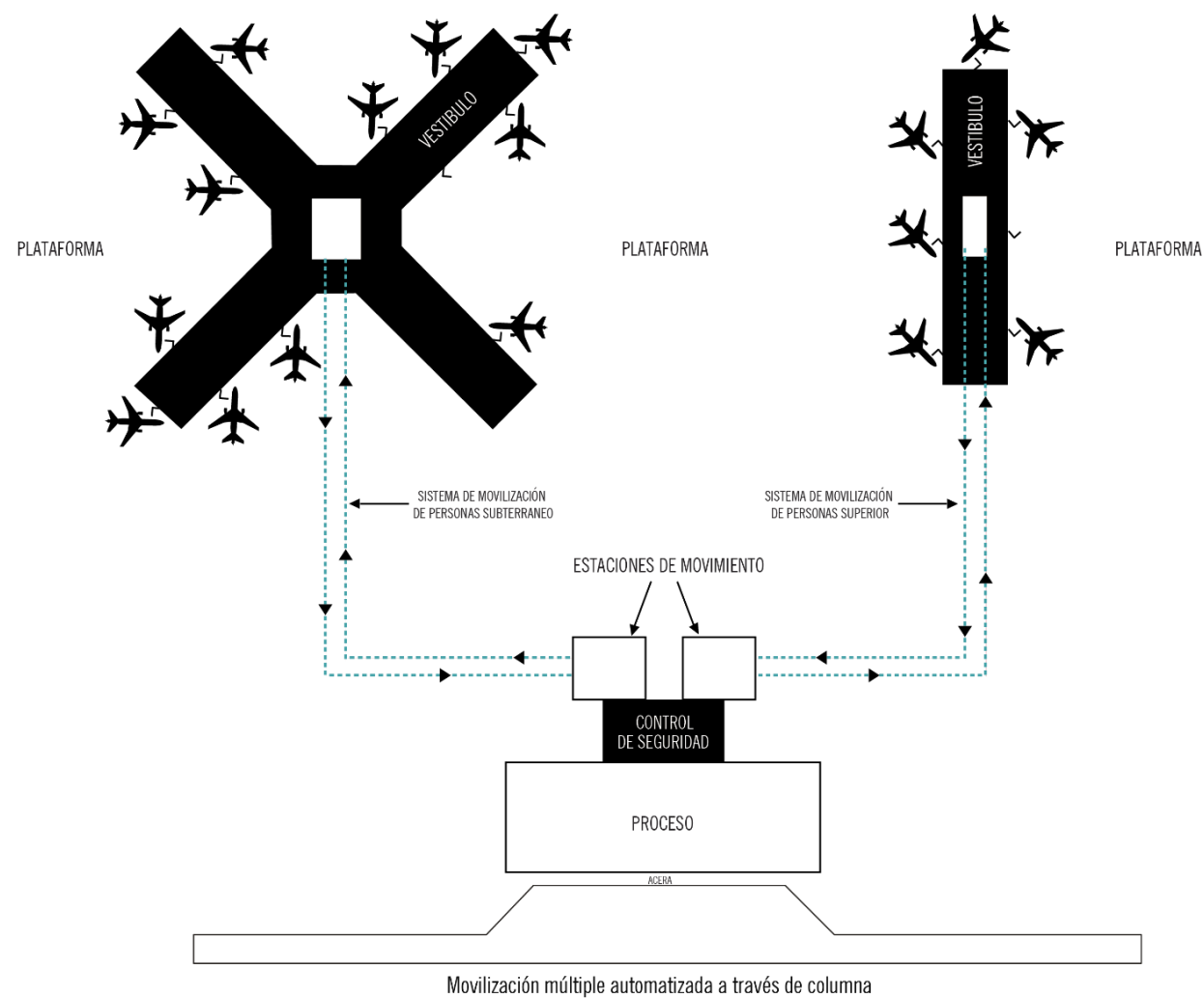


Ilustración 37: Sistema APM Movilización múltiple. Fuente: Elaborado por autores.

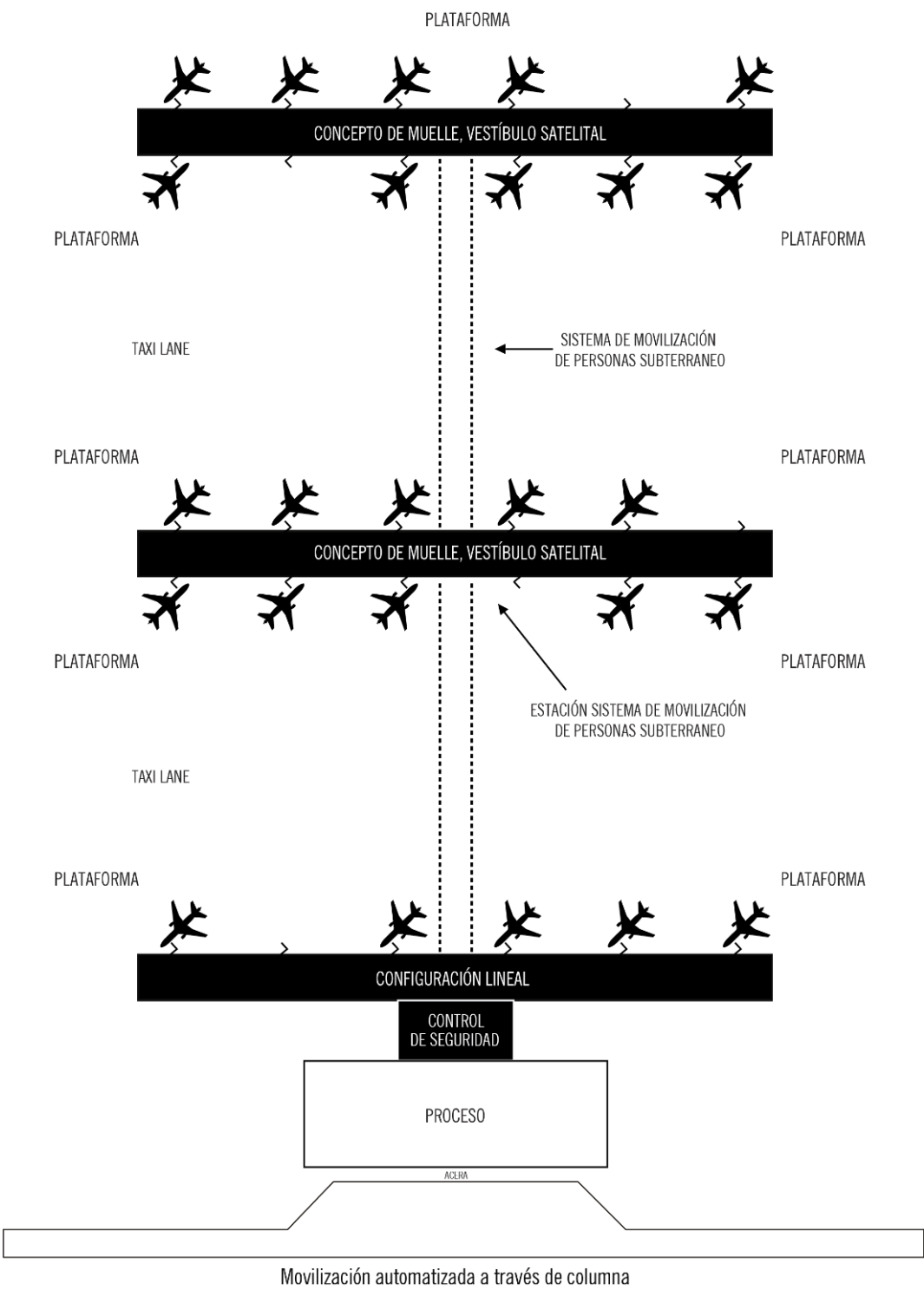
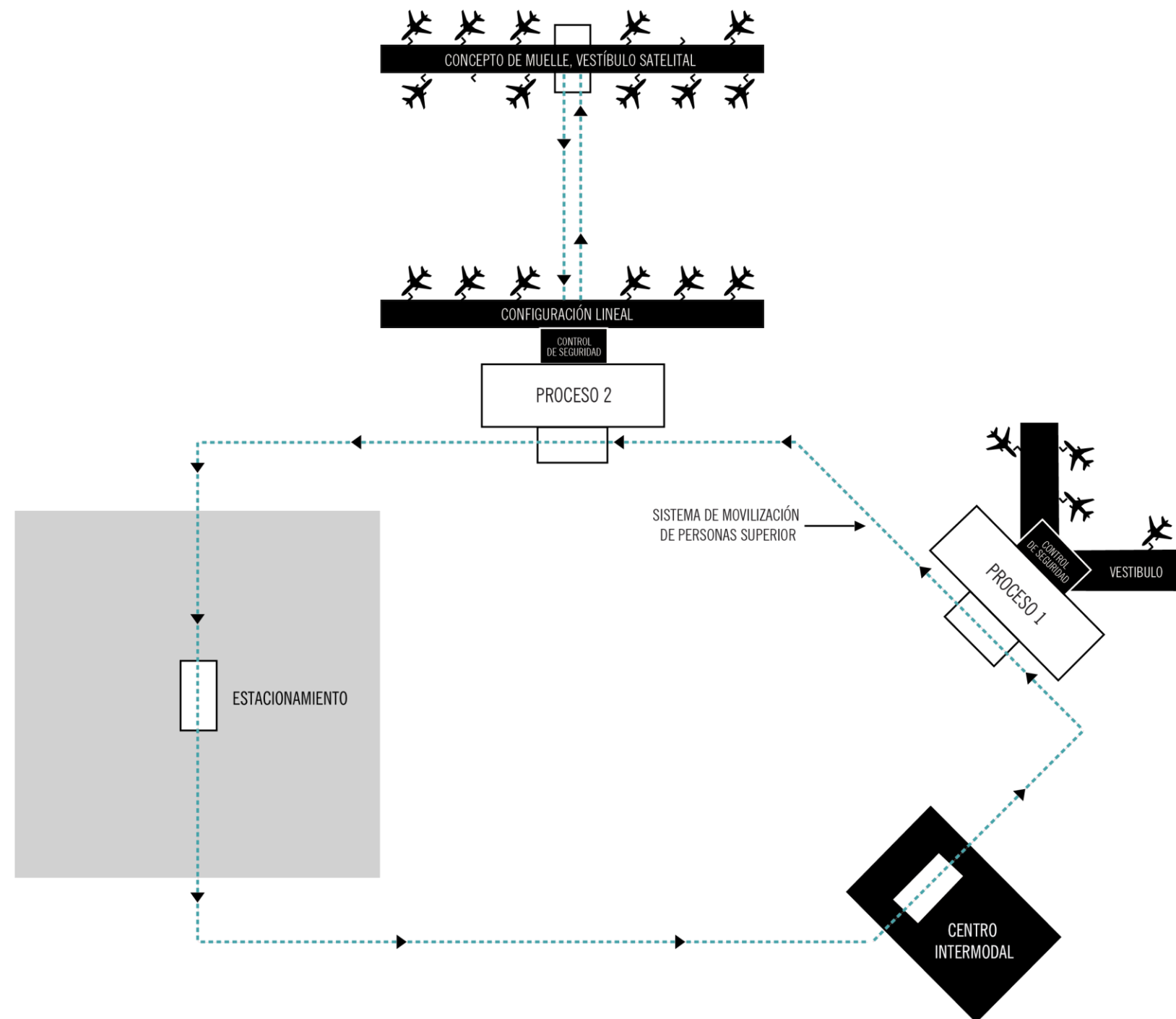


Ilustración 38: Sistema APM Movilización a través de columna. Fuente: Elaborado por autores.



Transportadores de personas automatizados de una o dos vías

Ilustración 39: Sistema APM De una o dos vías. Fuente: Elaborado por autores.

2.30.7. PLANIFICACIÓN CONCEPTUAL

Durante la fase de planificación conceptual del desarrollo de la terminal aeroportuaria, se deben considerar los siguientes factores clave para optimizar el rendimiento del edificio:

La orientación del edificio es importante para maximizar el uso de la luz natural y puede afectar significativamente la cantidad de ganancia de calor solar del proyecto. Si es posible, el edificio debe estar orientado sobre un eje este-oeste, de forma que las zonas que más luz necesiten estén orientadas al norte, maximizando la iluminación natural y minimizando las ganancias de calor solar. Las extensiones de acristalamiento de la fachada norte pueden proporcionar una gran cantidad de luz indirecta.

Maximizar el uso de la luz natural para disminuir la cantidad de luz artificial, así como minimizar la cantidad de calefacción y refrigeración del área. Los controles automáticos de atenuación de la luz diurna pueden reducir enormemente los costes energéticos, pero también es importante tener en cuenta el control del deslumbramiento para garantizar el confort de los ocupantes.

Los techos con alto contenido de albedo y vegetación reducen el efecto de isla de calor, así como maximizan el ahorro de energía. Cuando se especifica un material de tejado de alto albedo, es importante tener en cuenta la inclinación del tejado debido a la posibilidad de deslumbramiento de los ATCT. Cuando se especifique la plantación de techos con vegetación, se debe considerar el sedum y otras especies que no se sabe que son atrayentes para la vida silvestre y que no se conocen como especies que pueden atraer o crear refugios para las aves no deseadas en las proximidades de las actividades en la zona de operaciones.

La planificación de las terminales debe incluir objetivos para reducir y/o limitar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los aeropuertos. causadas por los equipos de la zona de operaciones y de tierra. Lograr y mantener la calidad del aire es La importancia crítica para el bienestar de los ocupantes de los edificios y la vitalidad económica de la comunidad (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

2.30.8. DEMANDA EN AEROPUERTOS

Como parte de un plan maestro típico de un aeropuerto, se debe desarrollar un pronóstico de 20 años de la demanda de aviación. Estas proyecciones se utilizan para determinar el grado de protección necesario para futuras instalaciones nuevas o ampliadas (relacionadas con terminales y aeródromos). El pronóstico de la demanda de aviación debe incluir las operaciones de las aeronaves e identificar las aeronaves críticas y la futura combinación de flotas, así como los vuelos de pasajeros. Las previsiones de las operaciones de las aeronaves y de la actividad de pasajeros deben elaborarse tanto anualmente como en las horas punta, de modo que las instalaciones futuras puedan hacer frente a los niveles de demanda incluso en los momentos de mayor demanda.

2.30.9. Análisis de la demanda en horas punta

Definición de la hora de diseño

La hora de diseño no es el nivel máximo absoluto de actividad, ni es igual al número de personas que ocupan la terminal en un momento dado. Sin embargo, es un nivel de actividad de planificación y desembarcación que la industria ha utilizado tradicionalmente para dimensionar muchas instalaciones de terminales. El número de personas en la terminal durante las horas punta, incluyendo visitantes y empleados, también se relaciona típicamente con los pasajeros de la hora de diseño. Existen varios métodos para determinar la hora de diseño de los pasajeros.

Un enfoque es definir la hora de diseño como la hora más ocupada del año en el percentil 90 (o 95). Este enfoque requiere llevar un registro de todos los pasajeros de embarque y desembarque de cada vuelo durante el año, y luego clasificarlos por hora (generalmente una hora de reloj) para encontrar el nivel de actividad que representa el 90% del tráfico anual. Aunque es utilizado por algunos aeropuertos no estadounidenses, se trata de un enfoque muy intensivo en datos para el que no se dispone de datos para la gran mayoría de los aeropuertos de Estados Unidos (Federal Aviation Administration [FAA], 2013).

CAPÍTULO 3. MODELOS ANALOGOS

3. ELECCIÓN DE MODELOS ANÁLOGOS

Para la elección de los modelos análogos se tomó en cuenta el criterio de la IATA, basándonos en la eficiencia de transporte, conectividad, operaciones en plataforma, facilidad de expansión y características de ciudades aeroportuarias. Se consideraron aspectos clave como la capacidad de manejar grandes volúmenes de pasajeros, la integración de múltiples modos de transporte para facilitar el acceso y la movilidad, y la flexibilidad en el diseño que permite futuras expansiones y adaptaciones a nuevas tecnologías.

Así mismo, se evaluó la capacidad de los aeropuertos para ofrecer una experiencia de usuario fluida, mediante una planificación que optimiza el flujo de pasajeros y minimiza los tiempos de espera. La elección también tuvo en cuenta cómo estos aeropuertos contribuyen a la dinámica de sus respectivas regiones, actuando como nodos estratégicos que impulsan la conectividad regional y global. Así, los aeropuertos seleccionados no solo cumplen con los estándares operativos de alta eficiencia, sino que también sirven como ejemplos de cómo una infraestructura aeroportuaria bien diseñada puede integrarse armoniosamente en un entorno urbano y responder a las necesidades emergentes del transporte aéreo.

Partiendo de estos criterios, se eligieron el Aeropuerto Internacional de Beijing Capital (Terminal 3) y el Aeropuerto Internacional de Barajas como modelos análogos por su destacada capacidad para gestionar grandes volúmenes de pasajeros y su avanzada integración de sistemas de transporte.

La Terminal 3 del Aeropuerto Internacional de Beijing Capital se distingue por su diseño en forma de "Y", que facilita un flujo eficiente de pasajeros. La incorporación de un sistema multimodal, que incluye autobuses, taxis, transporte compartido y bicicletas, asegura una conectividad óptima. Este enfoque integral no solo mejora la accesibilidad y la movilidad dentro del aeropuerto, sino que también proporciona una experiencia de viaje fluida y accesible, reflejando los principios de un modelo de ciudad-aeropuerto.

En contraste, el Aeropuerto Internacional de Barajas, con su terminal diseñada por Richard Rogers Partnership, muestra una planificación estratégica que incluye un sistema subterráneo de metro y ferrocarril para conectar la terminal principal con un satélite independiente. Además, la presencia de

una estación de ferrocarril de línea principal, junto con infraestructuras viales mejoradas y un sistema de tren ligero, ejemplifica una integración efectiva de diversos modos de transporte. Estas características no solo optimizan la operación del aeropuerto, sino que también facilitan la expansión futura y fortalecen la conectividad regional, consolidando al aeropuerto como un nodo clave en la red de transporte de Madrid.

Al incorporar estos modelos en el desarrollo del nuevo aeropuerto en Nicaragua, se pueden extraer valiosas lecciones sobre enfoques innovadores y eficientes que mejoran tanto la funcionalidad como la conectividad. La experiencia del Aeropuerto Internacional de Beijing Capital ofrece una visión clara sobre cómo un diseño estructural bien concebido puede optimizar el flujo de pasajeros mediante la integración de diversos sistemas multimodales de transporte, como autobuses, taxis y bicicletas. Este enfoque permite un acceso eficiente al aeropuerto y fomenta la sostenibilidad al reducir la dependencia de vehículos particulares y promover el uso de transporte público.

Por su parte, la planificación estratégica observada en estos modelos demuestra la importancia de considerar la capacidad de expansión futura y la adaptabilidad de la infraestructura. Al adaptar estos principios al nuevo aeropuerto en Nicaragua, se podrá crear una instalación que no solo cumpla con los estándares internacionales, sino que también esté preparada para enfrentar los desafíos futuros y satisfacer las crecientes demandas de los pasajeros. Este enfoque integral permitirá mejorar significativamente la conectividad regional, gestionar grandes volúmenes de pasajeros de manera eficiente, y ofrecer una experiencia de viaje excepcional, consolidando al nuevo aeropuerto como un nodo clave en la red de transporte regional y contribuyendo al desarrollo económico de la zona.

3.1. AEROPUERTO INTERNACIONAL DE BEIJING

Nombre: Aeropuerto Internacional de Beijing Capital (Terminal 3)

Arquitecto: Norman Foster (Foster + Partners)

Superficie: Aproximadamente 1,000,000 m²

Capacidad: 150 aviones.

Ubicación: Beijing, China.

Inauguración: febrero de 2008.

Morfología

El diseño emplea la geometría de patrones de movimiento a gran escala para producir una combinación de elementos curvos y lineales. La aproximación desde tierra lleva todo el tráfico por carretera (autobuses, taxis y coches) a una media luna que barre alrededor de un lago circular salpicado de fuentes. El lago refleja la fachada de llegadas de la nueva terminal, que a su vez está curvada sobre un arco poco profundo

Uno de los aspectos formales más interesantes y que rompen con una eventual monotonía al interior y exterior del mismo, es la presencia 360 protuberancias triangulares que perforan la cubierta, las que, orientadas al sol matutino al sureste, sirven de pozos de luz indirecta al interior del edificio.

La estructura tiene un alto énfasis en el diseño antisísmico, al tratarse de una zona de alta actividad telúrica. Para ello, se enterraron 20,000 pilares de acero, debido a la alta creatividad del terreno. Además, la cobertura se apoya en aproximadamente 1000 uniones flexibles que permiten un juego muy libre según la dirección de la onda sísmica.

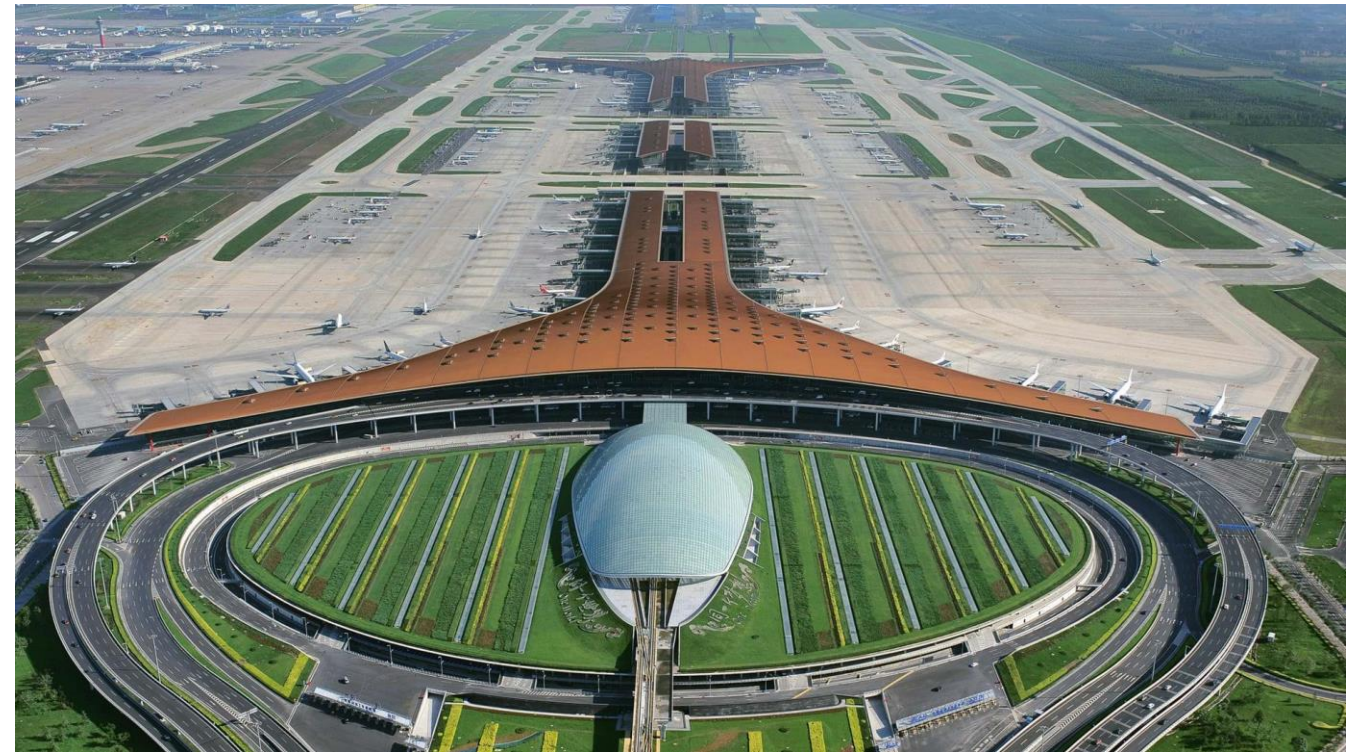


Ilustración 40: Aeropuerto Internacional de Beijing. Fuente: Archdaily.

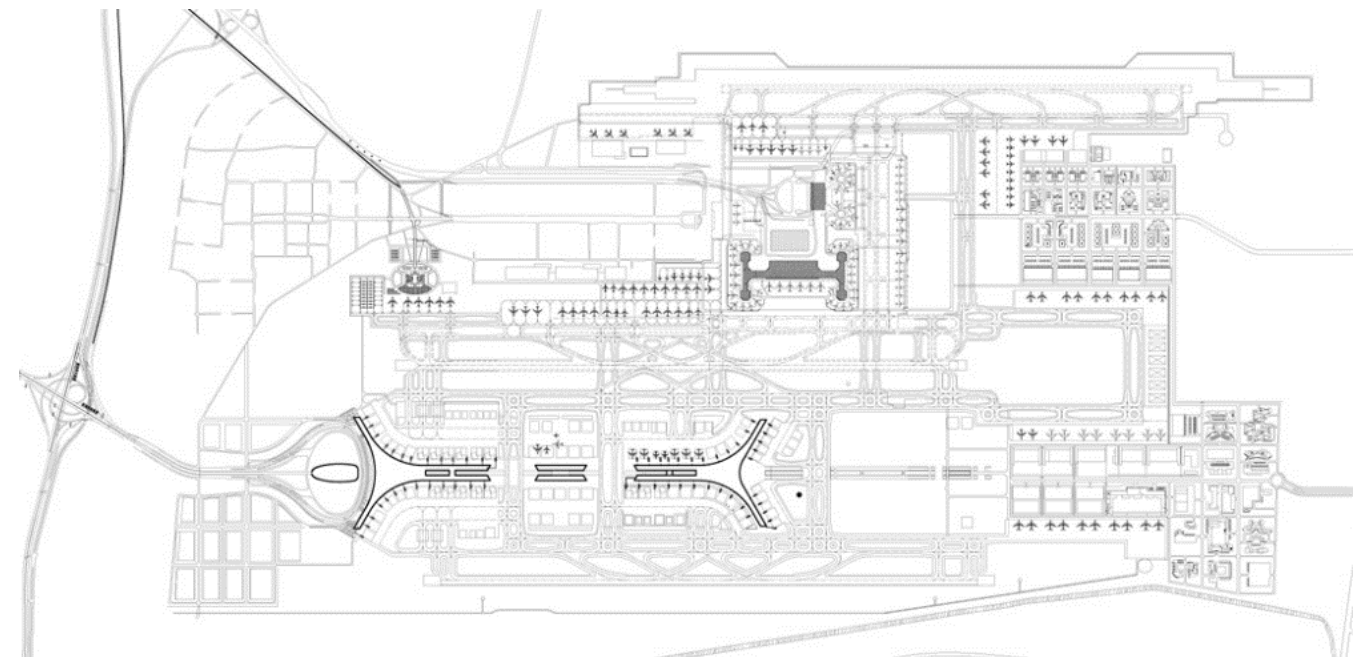


Ilustración 41: Plan maestro Aeropuerto internacional de Beijing. Fuente: Archdaily.

Análisis Compositivo

Escala y Proporción:

El volumen del aeropuerto es monumental, cubriendo casi un millón de metros cuadrados, lo que refleja su importancia en Beijing. Los cuerpos en forma de Y, que se extienden casi un kilómetro cada uno, están en proporción con la capacidad operativa necesaria para gestionar grandes flujos de pasajeros y aeronaves. Esta escala proyecta poder y resalta su rol como puerta de entrada internacional.

Morfología y Composición Formal:

El aeropuerto se organiza en torno a dos cuerpos en forma de Y, dispuestos simétricamente. Esta simetría aporta cohesión al diseño, mientras que la relación entre los volúmenes principales y el cuerpo central más pequeño crea dinamismo. La curva de la fachada de llegadas, reflejada en el lago, suaviza el impacto visual del volumen y lo conecta con el entorno paisajístico.

Geometría y Ritmo:

El diseño combina elementos curvos y lineales, creando un ritmo visual y espacial que hace que el volumen se perciba como dinámico y fluido, a pesar de su tamaño. Las 360 protuberancias triangulares en la cubierta rompen la monotonía, introduciendo un ritmo visual variado que enriquece la percepción espacial tanto interior como exterior.

Relación entre Masa y Espacio:

El volumen no es solo una masa sólida, sino que incluye espacios internos y externos cuidadosamente articulados. Los volúmenes en forma de Y crean patios y espacios intermedios que permiten la entrada de luz y aire, rompiendo la solidez del volumen y haciéndolo más accesible y habitable. Estos espacios vacíos permiten que el edificio respire y se integre mejor en su entorno.

Contraste y Superficies:

Las protuberancias triangulares en la cubierta juegan un papel clave en el contraste y la textura del volumen. No solo actúan como fuentes de luz, sino que también crean sombras y texturas que

enriquecen la experiencia visual y táctil del edificio, añadiendo complejidad y riqueza a la percepción del volumen.

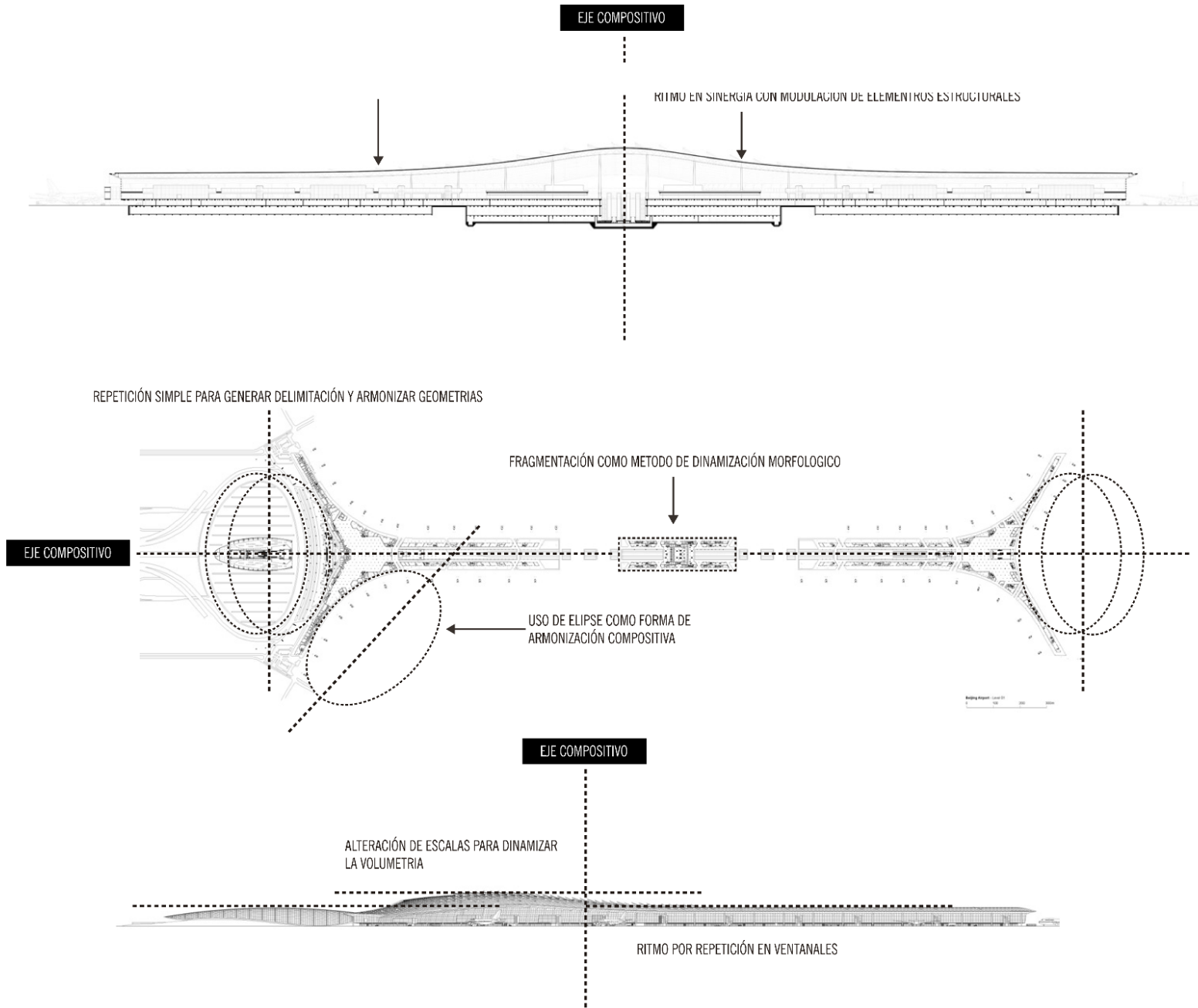


Ilustración 42: Análisis compositivo Aeropuerto Beijín. Fuente: Elaborado por autores.

Estructura

La cubierta está formada por una estructura tridimensional de acero revestida por una chapa metálica coloreada en la que se recortan lucernarios triangulares. Ésta se curva, elevándose en el punto medio para crear un espacio central catedralicio. El edificio incorpora numerosos sistemas pasivos de eficiencia energética, como lucernarios orientados a sureste, e integra un sistema de control medioambiental que minimiza la energía -consumida.

En cuanto a energía, el aeropuerto incorpora diversos conceptos de diseño pasivo como las lucernas orientadas al sur-este para ganar calor durante la mañana y un sistema de control de energía para reducir el gasto en iluminación mal utilizada(Foster + Partners, 2008).

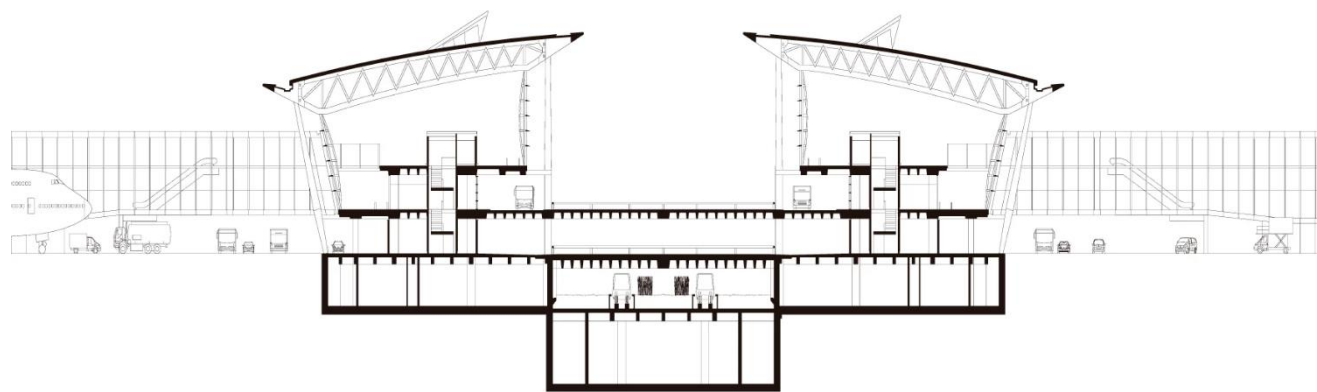
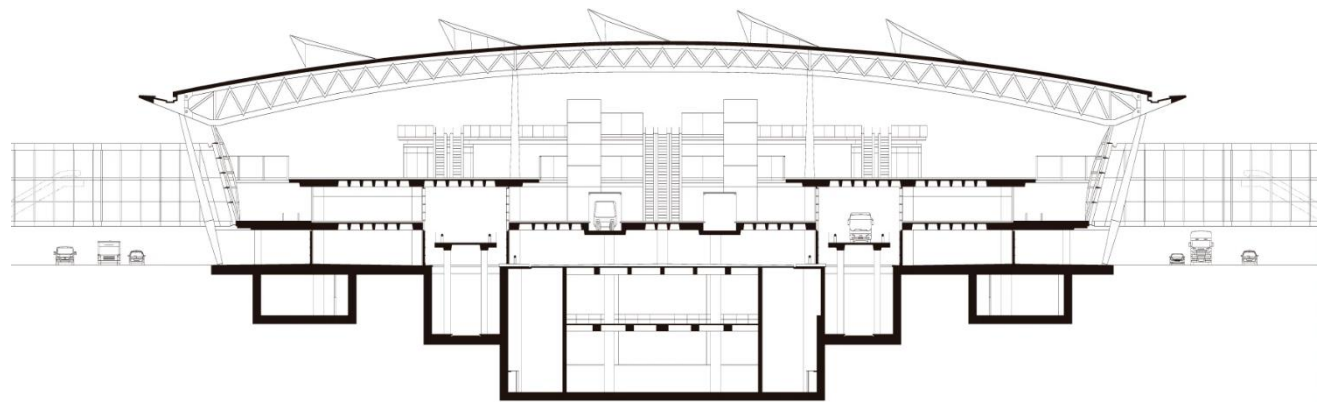


Ilustración 43. Secciones arquitectónicas Aeropuerto de Beijín. Fuente: Archdaily.

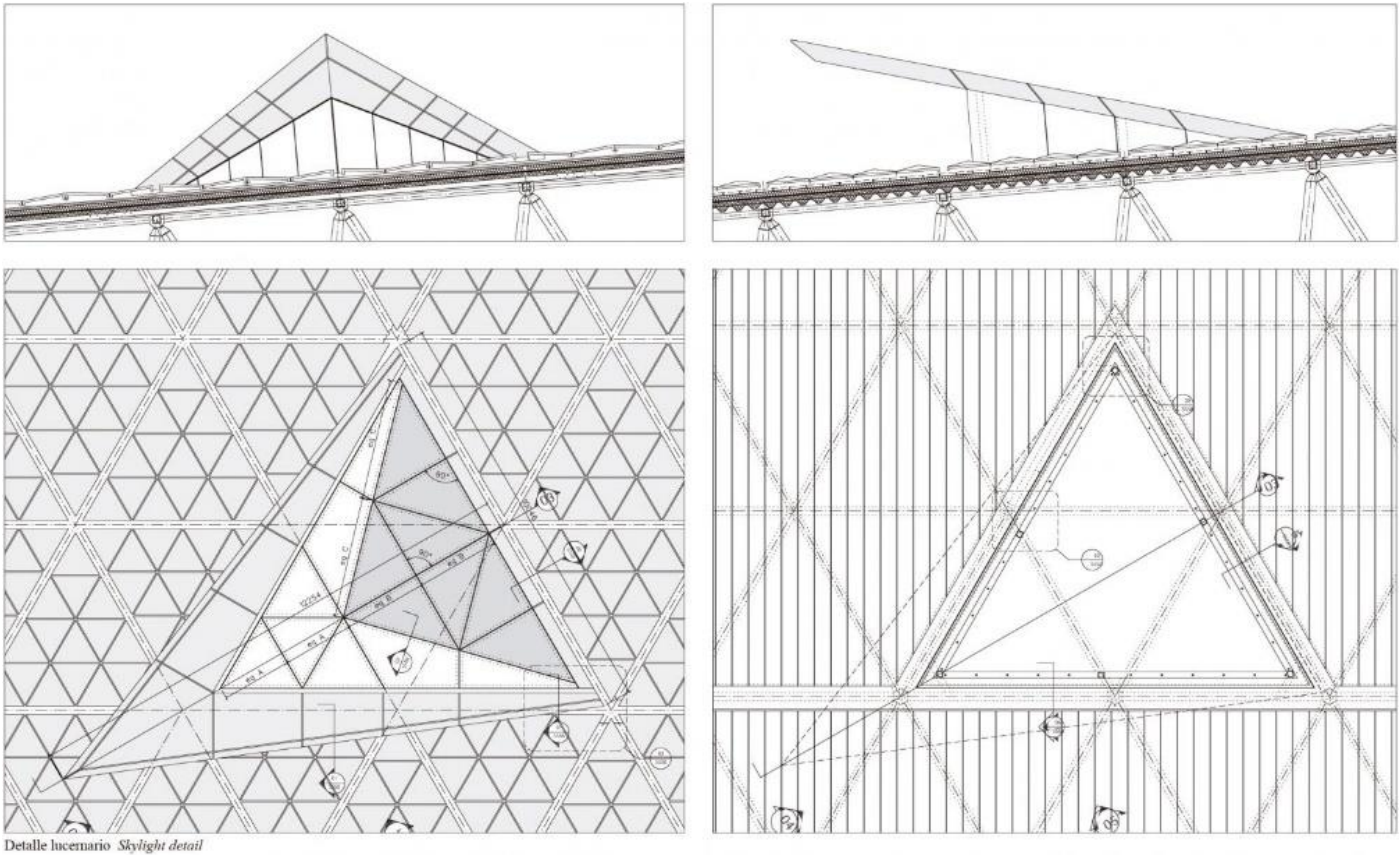


Ilustración 44: Detalle de estructura tridimensional. Fuente: Archdaily.

Elementos a retomar

- Definición de flujos guiados por luz.
- Énfasis en la calidad especial arquitectónica como forma definitoria de flujos aeroportuarios.
- Conectividad Multimodal: Consideración de cómo el diseño facilita la conexión con otros modos de transporte (trenes, autobuses, taxis) y el fácil acceso desde y hacia el aeropuerto.
- Espacios más libres y prioritarios con ventilación natural.
- Optimización del Confort Térmico: Implementación de estrategias de diseño pasivo, como el control de la radiación solar, para mantener un confort térmico adecuado en todas las áreas del aeropuerto.

3.2. AEROPUERTO INTERNACIONAL DE BARAJAS

Nombre: Aeropuerto Internacional de Barajas.

Arquitecto: Richard Rogers Partnership (RRP).

Superficie de la Terminal Principal: 500,000 m².

Capacidad 70 aviones.

Ubicación: Madrid, España.

Inauguración: febrero de 2006.

El aeropuerto de Barajas se consolida como un centro internacional clave, actuando como la principal puerta de enlace entre Europa y América Latina. La planificación de la terminal se fundamenta en los principios de claridad y legibilidad, buscando minimizar las distancias de recorrido para los pasajeros. El diseño lineal de la terminal organiza el flujo de movimiento a lo largo de un eje que atraviesa áreas paralelas dedicadas a la facturación, aduanas, comercio minorista, seguridad y salas de embarque. De manera perpendicular al flujo principal, se sitúan las instalaciones de transporte, como estaciones de tren, aparcamientos y el satélite, creando un esquema que simula una calle comercial, con tiendas y servicios a ambos lados y vías transversales que facilitan el acceso a las paradas y estaciones de transporte.

Morfología

Parte de la filosofía de diseño es la explotación de la cubierta de la terminal como medio para definir el camino a través del edificio. Con las zonas más bajas dedicadas a la venta al por menor, a los bares y a las barreras de seguridad, el techo cobra especial importancia. La terminal está cubierta con un techo ondulado que proporciona luz natural a los niveles superiores, y con una serie de cañones que atraviesan los pisos, la luz se lleva a niveles más bajos.

La forma de onda techo, persianas para el control solar y el enorme techo en forma de 'V'. las columnas estructurales proporcionan un orden arquitectónico que es lo suficientemente robusto para soportar la contaminación visual que es la consecuencia inevitable de los puntos de venta al por menor. El techo es en efecto la arquitectura.



Ilustración 45: Aeropuerto internacional de Barajas. Fuente: Archdaily.

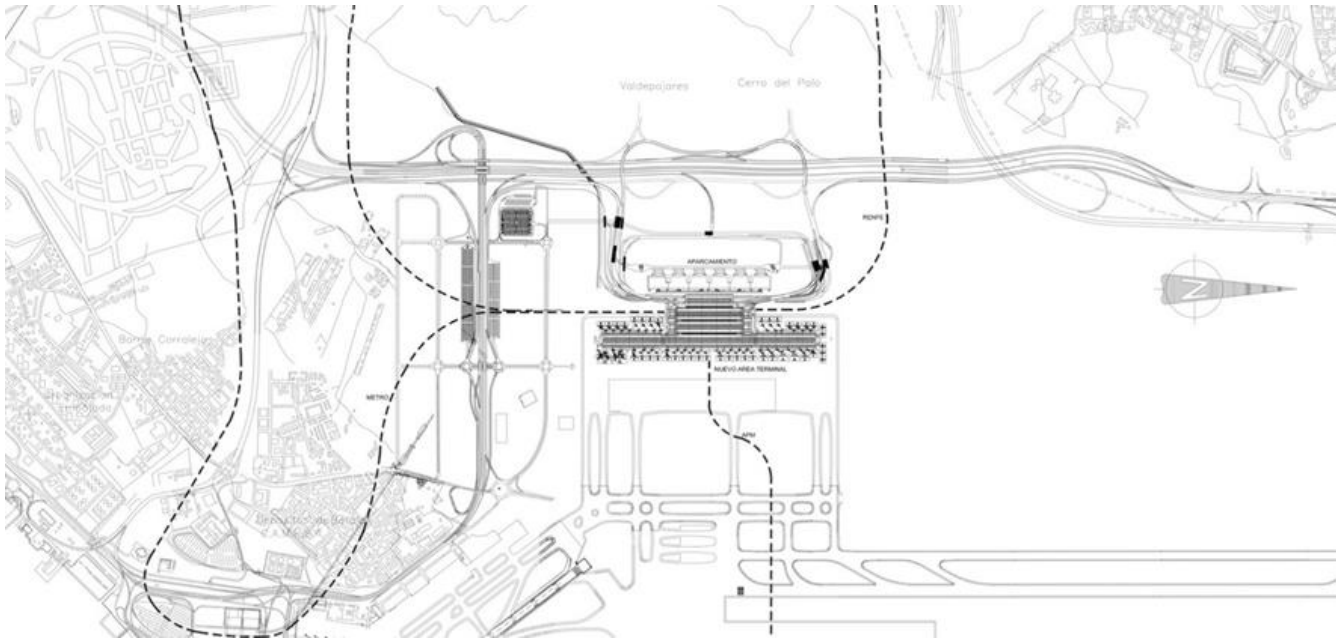


Ilustración 46: Plan maestro Aeropuerto internacional de Barajas. Fuente: Archdaily.

Análisis morfológico

Escala y Proporción:

Diseñado con una escala monumental, el aeropuerto refleja su papel como el principal punto de entrada internacional del país. La Terminal T4, en particular, abarca una extensa superficie que permite gestionar un gran volumen de pasajeros y vuelos diarios. La escala del edificio, con techos altos y amplios espacios abiertos, está en proporción directa con las necesidades operativas de una infraestructura de esta magnitud.

Morfología y Composición Formal:

El diseño se caracteriza por una estructura lineal y una disposición modular que facilita una organización clara y funcional de los espacios. La terminal se divide en varias secciones que, aunque simétricas en su disposición, crean un flujo de movimiento eficiente y natural para los pasajeros. La curvatura del techo ondulante, que se extiende a lo largo de la terminal, introduce un elemento dinámico al diseño, suavizando la rigidez de la disposición lineal.

Geometría y Ritmo:

La geometría combina elementos rectilíneos con suaves curvas, notablemente en el techo ondulado de la Terminal T4. Este diseño geométrico introduce un ritmo visual que guía a los pasajeros a lo largo del edificio, creando un flujo constante que es tanto funcional como estéticamente agradable.

Relación entre Masa y Espacio:

El diseño del volumen no se limita a una simple acumulación de masa, sino que integra espacios abiertos y luminosos que rompen con la solidez del edificio. Los grandes ventanales y los patios interiores permiten la entrada de luz natural y aire, creando una sensación de apertura y conexión con el entorno.

Contraste y Superficies:

El uso de materiales como el vidrio, el acero y la madera juega un papel crucial en el contraste y la textura del volumen. Las superficies lisas de vidrio reflejan la luz y el entorno, mientras que las vigas de madera añaden calidez y un toque natural al diseño moderno. Este contraste entre materiales

industriales y naturales, entre superficies lisas y texturizadas, enriquece la experiencia visual y sensorial dentro del aeropuerto, contribuyendo a una percepción del volumen que es tanto sofisticada como acogedora.

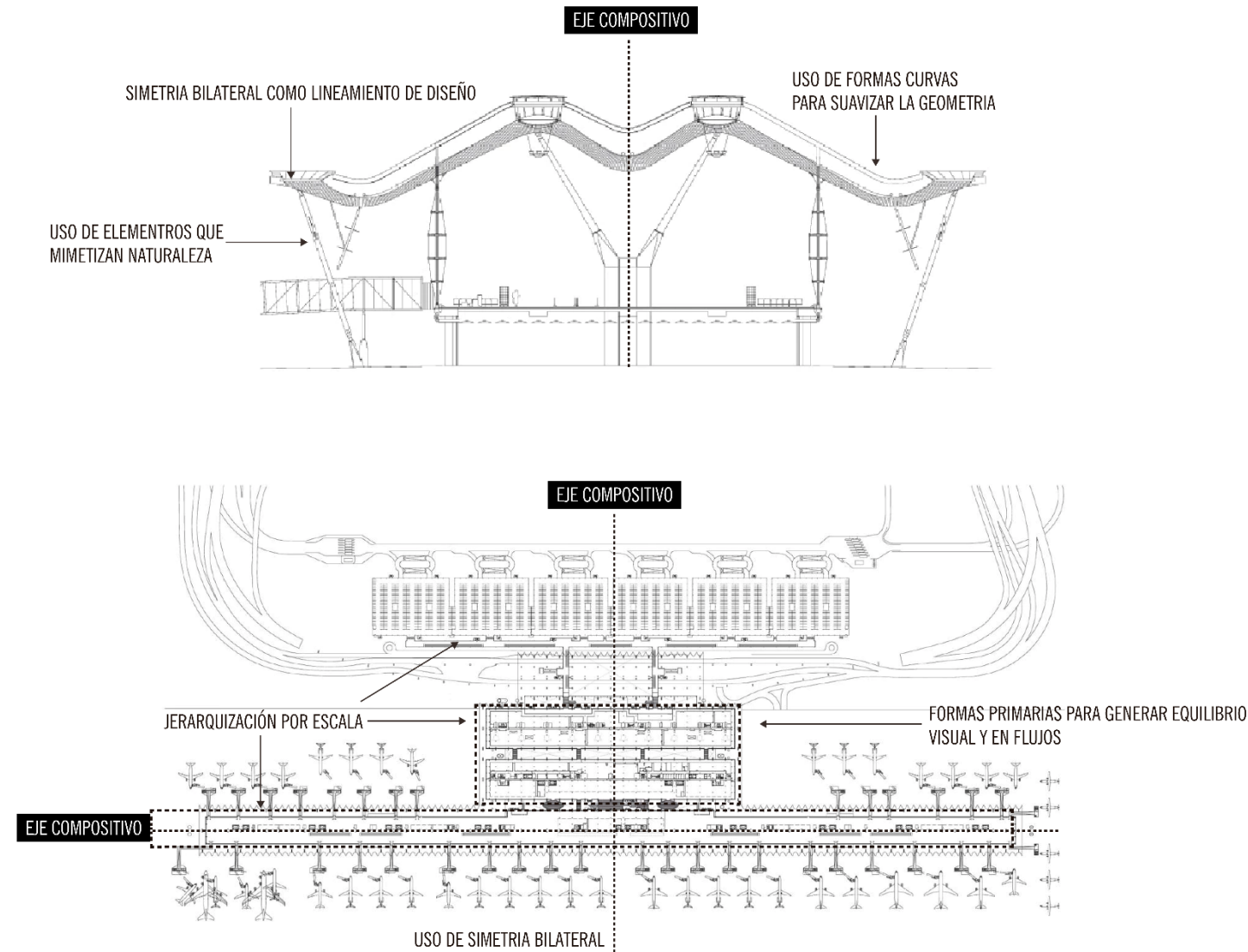


Ilustración 47: Análisis compositivo Aeropuerto de Barajas. Fuente: Elaborado por autores.

Estructura:

El sistema estructural del aeropuerto se ha diseñado meticulosamente para equilibrar eficiencia, estética y funcionalidad, teniendo en cuenta la necesidad de controlar la altura total del edificio. Para lograr esto, se emplearon vigas postensadas con un canto de 90 centímetros, lo que permite mantener una estructura robusta sin sacrificar espacio vertical.

Uno de los elementos más distintivos del sistema estructural son los pilares de hormigón, diseñados en forma de "árboles", cada uno de los cuales despliega cuatro "ramas" inclinadas. Estas ramas actúan como soportes para las parejas de perfiles de acero que forman parte de la estructura de la cubierta. Los perfiles de acero, diseñados con una forma de doble S, son fundamentales para conferir alabeo a la cubierta, creando una curvatura elegante y funcional que define la estética del aeropuerto.

Este enfoque estructural no solo garantiza la estabilidad del edificio, sino que también permite una mayor apertura y amplitud en los espacios interiores. Las ramas de los "árboles" de hormigón distribuyen el peso de manera eficiente, minimizando la necesidad de columnas adicionales y maximizando los espacios abiertos. Además, la forma de doble S de los perfiles de acero no solo soporta la carga, sino que también contribuye al diseño ondulado del techo, que es uno de los elementos arquitectónicos más destacados de la Terminal T4.

La integración de estos componentes estructurales crea un equilibrio entre la forma y la función, permitiendo que la terminal mantenga una apariencia ligera y fluida, a pesar de la complejidad de su construcción. Este sistema es un ejemplo de cómo la ingeniería y la arquitectura pueden trabajar en conjunto para crear un espacio que es tanto funcional como visualmente impactante.

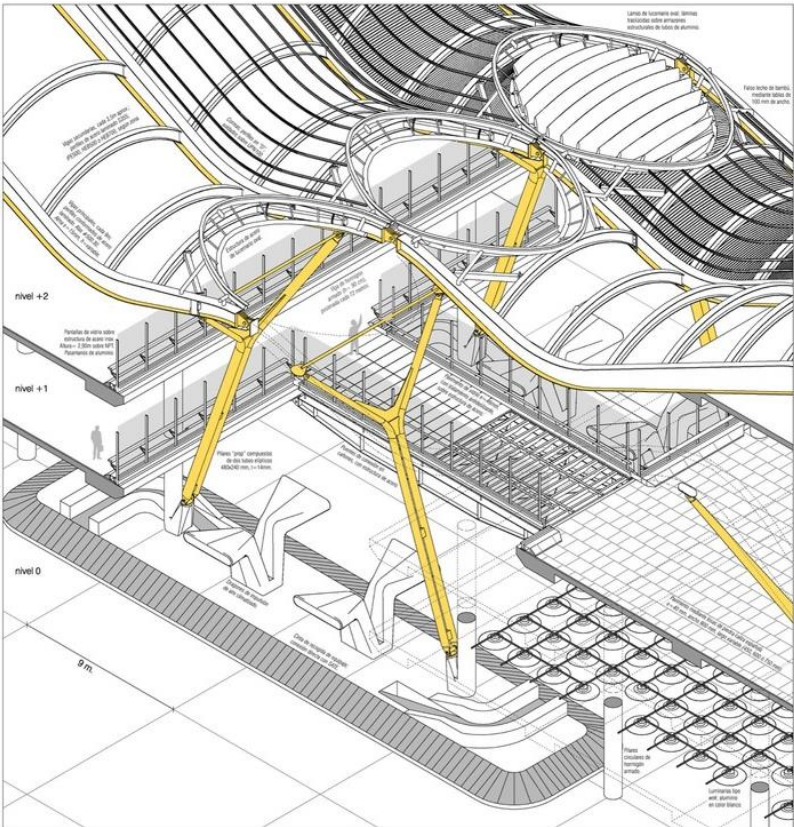


Ilustración 48: Axonometrico estructural Aeropuerto de Barajas. Fuente: Archdaily.

Elementos a retomar

- Diseño modular para facilitar la expansión y adaptación futura.
- Utilización de luz natural y ventilación para mejorar la experiencia del usuario.
- Integración estética entre ingeniería y arquitectura para crear fluidez estructural.
- Creación de espacios intermedios para permitir vistas panorámicas y circulación fluida.
- Aplicación de principios de diseño sostenible para eficiencia energética.

3.3. REFERENCIAS PARA LA CIUDAD AEROPORTUARIA

Para dimensionar adecuadamente la ciudad aeroportuaria del nuevo aeropuerto internacional de Nicaragua, se han analizado exhaustivamente datos de diversos aeropuertos ubicados en Estados Unidos y otros países. Entre los aeropuertos considerados se encuentran el Aeropuerto Internacional de Portland (EE. UU.), el Aeropuerto Internacional de Phoenix Sky Harbor (EE. UU.), el Aeropuerto Internacional de Dallas Fort Worth (EE. UU.), el Aeropuerto Internacional de Incheon (Corea del Sur), el Aeropuerto Internacional de Múnich (Alemania), el Aeropuerto Internacional de Changi (Singapur) y el Aeropuerto Internacional de Guangzhou Baiyun (China). Estos aeropuertos fueron seleccionados debido a su relevancia en términos de tamaño, capacidad, y complejidad operativa, lo que proporciona una base comparativa robusta para el desarrollo del nuevo proyecto. Además, la elección de estos ejemplos responde a la necesidad de estudiar modelos que hayan demostrado eficacia en la integración de infraestructuras de transporte, comercio, y servicios en un entorno urbano dinámico. Estos estudios permiten identificar mejores prácticas y posibles desafíos en la implementación de un proyecto aeroportuario de gran envergadura.

Este estudio mixto tiene como objetivo analizar aeropuertos en diferentes contextos urbanos, con variadas historias y diseños comparables al del nuevo aeropuerto internacional de Nicaragua. La ausencia de ejemplos centroamericanos y sudamericanos se debe a la falta de datos específicos sobre bienes raíces y usos del suelo en estas regiones. Mientras que los datos internacionales han sido considerados para la hotelería, para el comercio solo se han tomado en cuenta los datos de aeropuertos en Estados Unidos debido a la disponibilidad de información.

El estudio se basa en datos publicados por Costar Real Estate y se categorizan en 5 grupos:

- Comercio
- Industria
- Oficina

- Hotelería
- Residencial

En los usos comerciales diferentes funciones y servicios son consolidados incluyendo talleres de reparación de autos, bancos, entretenimiento, restaurantes, guarderías, estaciones de gasolina, supermercados, gimnasios, tiendas, entre otros.

En los usos industriales se incluyen centros de distribución, procesamiento de alimentos, fabricación, refrigeración / almacenamiento, servicios, salas de exposición, telecomunicaciones y alojamiento de datos, terminales de camiones, almacenes, entre otros.

En los usos de oficina se incluyen loft y espacios creativos, oficinas médicas, unidades de uso mixto vida/trabajo, oficinas genéricas de alquiler, entre otros.

En los usos residenciales se incluyen apartamentos, dormitorios, casa, condominios, entre otros.

En los usos de hotelería se incluyen hoteles, pensiones, hostales y también se incluyen instalaciones para centros de convenciones y conferencias que son típicamente parte de los componentes hoteleros.

Los datos de referencia se normalizan comparando el metro cuadrado del área desarrollo con los millones de pasajeros anuales (MAP) y la huella de desarrollo de la ciudad aeroportuaria estudiada.

A continuación, se presenta el análisis del Aeropuerto Internacional de Dallas Fort Worth y el Aeropuerto Internacional de Portland, que sirven como base para el desarrollo de la nueva ciudad aeroportuaria del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua:

3.3.1. AEROPUERTO INTERNACIONAL DE DALLAS FORT WORTH (USA)

Para el Aeropuerto Internacional de Dallas Fort Worth, se ha analizado un área de 600,464 km² para definir el desarrollo de una ciudad aeroportuaria.

Análisis de Uso del Suelo:

Clasificación de Propiedades:

Las propiedades se dividen en diferentes categorías de uso: industrial, hotelería, oficinas y residencial.

Normalización:

Los datos se ajustan utilizando la relación m²/sitio/MAP para comparar los diferentes usos del suelo.

Resultados:

Desarrollo Balanceado: El enfoque es en un desarrollo mixto, con una mezcla equilibrada de diferentes usos.

Densidad Baja: La densidad de ocupación en el área es baja, promoviendo espacios más amplios y menos congestionados.

MAP	65 713 568		
Área Km2	422,07		
USO	m2	Porcentaje del Total	M2/Km2/MAP
Comercio y Servicios	2 532 908	12%	91
Industria	5 813 726	28%	210
Oficina	4 648 978	22%	168
Residencial	6 661 197	32%	240
Unidades Residenciales	70 716	-	-
Hotelería	1 211 470	6%	44
ÁREA TOTAL	20 868 280		752

Tabla 12: Análisis de uso de suelo para desarrollo de ciudad aeroportuaria Dallas.. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).

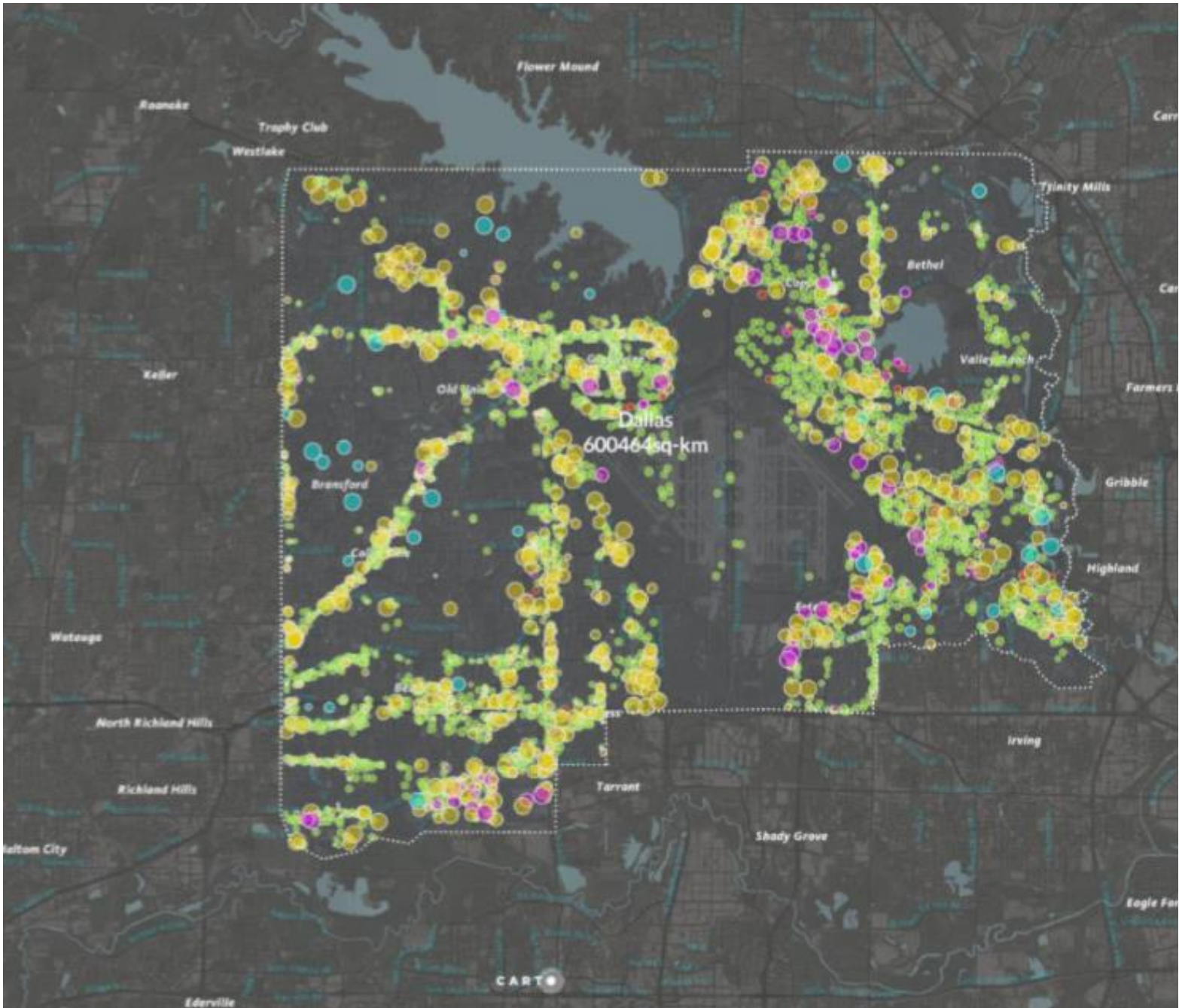


Ilustración 49: Analisis de uso de suelo de Aeropuerto de Dallas. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM)

3.3.2. AEROPUERTO INTERNACIONAL DE PORTLAND (USA)

Para el Aeropuerto Internacional de Phoenix Sky Harbor, se ha analizado un área de 147,755 km² para desarrollar una ciudad aeroportuaria.

Análisis de Uso del Suelo:

Clasificación de Propiedades:

Las propiedades se dividen en usos industriales, hoteleros, oficinas y residenciales.

Normalización:

Los datos se ajustan usando la relación m²/sitio/MAP para comparar los diferentes usos del suelo.

Resultados:

Predominio Industrial: La mayor parte del área está destinada a usos industriales, adecuados para la operación del aeropuerto.

Menor Ocupación en Otros Usos: La ocupación para hotelería, oficinas y residencias es menor, reflejando un enfoque principal en la industria.

MAP	44 006 205		
Área Km2	102,737		
USO	m2	Porcentaje del Total	M2/Km2/MAP
Comercio y Servicios	336 992	5%	75
Industria	3 840 964	59%	850
Oficina	998 347	15%	221
Residencial	1 057 141	16%	234
Unidades Residenciales	12 711	-	-
Hotelería	320 363	5%	71
ÁREA TOTAL	6 553 806		1 450

Tabla 13: Análisis de uso de suelo para desarrollo de ciudad aeroportuaria Portland.. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).

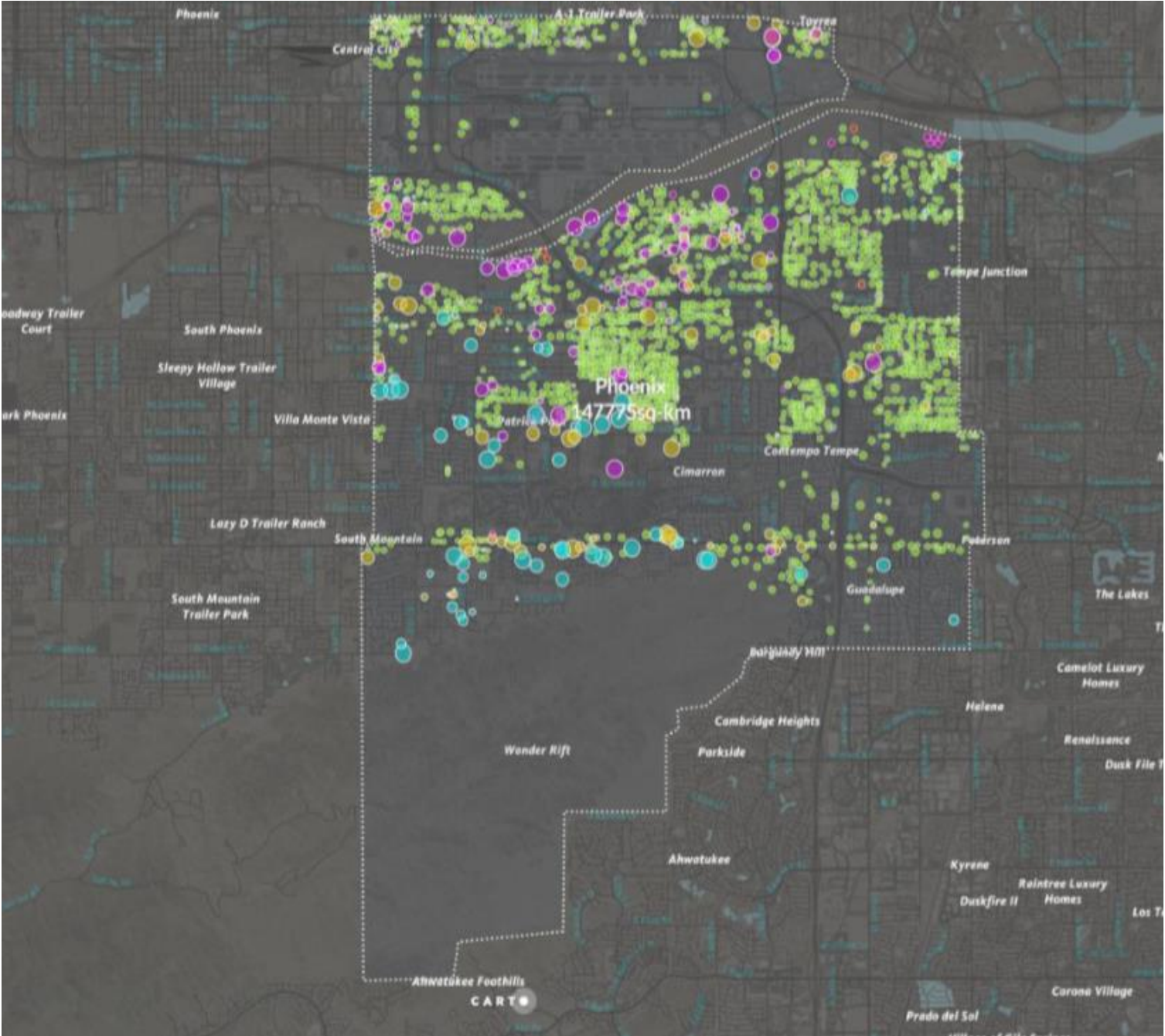


Ilustración 50: : Análisis de uso de suelo de Aeropuerto de Portland. Fuente: Airport Development Reference Manual (ADRM).

3.4. CONCLUSIÓN

Con base en las referencias anteriormente expuestas, el área para la ciudad aeroportuaria puede ser calculada utilizando los valores promedios que se muestran a continuación:

Valores promedios ciudad aeroportuaria

Comercio y Servicios	5%-12%
Industria	28%-70%
Oficina	6%-22%
Residencial	2%-32%
Hotelería	5%-13%

Tabla 14: Valores promedio para ciudad aeroportuaria. Fuente: Elaborado por autores.

Partiendo de esto, se asume que el desarrollo de la ciudad aeroportuaria del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua estará restringido a una altura máxima de 6 pisos, equivalente a aproximadamente 24 metros. Esta limitación se establece para cumplir con las alturas máximas y las áreas libres necesarias para las operaciones aeroportuarias. Se prevé que la altura promedio de los edificios oscile entre 5 y 6 pisos, y se establecerá una cobertura de lote del 60% para incluir adecuadamente áreas de estacionamiento.

El plan también incorporará una red de caminos para facilitar el tránsito, amplias áreas verdes para promover el bienestar y la calidad de vida, y zonas de parque y esparcimiento para el disfrute de los residentes y visitantes. Además, se añadirá una barrera natural para reducir los niveles de ruido, conforme a la normativa vigente, con el fin de garantizar la seguridad y la eficiencia de la ciudad aeroportuaria.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE SITIO

4. GENERALIDADES DEL SITIO

Para el desarrollo del plan maestro en el municipio de San Francisco Libre, Punta Huete, es fundamental considerar una serie de variables clave que influyen en la planificación y el diseño del proyecto. Estas variables incluyen las características geográficas, el medio físico natural, los riesgos ambientales, los focos de contaminación, las características del medio construido y los equipamientos cercanos.

Características Geográficas

Localización:

El sitio de Punta Huete se encuentra al norte del Departamento de Managua, a aproximadamente 45km del núcleo urbano de la capital. Esta ubicación estratégica le confiere una posición privilegiada para conectar con otras partes del país, ofreciendo diversas ventajas para el desarrollo económico y la integración regional. La cercanía a Managua facilita el acceso a servicios y recursos, mientras que la distancia relativa proporciona una oportunidad para desarrollar un área con menos congestión urbana.

Punta Huete se sitúa al sureste de San Francisco Libre, en una zona intermedia o central que sirve de transición entre los terrenos accidentados del norte y las áreas más planas al sur. Esta transición geográfica, que incluye terrenos variados que van desde áreas montañosas hasta llanuras, se encuentra en la subcuenca del Lago Xolotlán y limita al oeste con el Río Pacora. La variabilidad del terreno y la proximidad a cuerpos de agua importantes como el Lago Xolotlán y el Río Pacora aportan tanto desafíos como oportunidades para el desarrollo. La influencia de estos cuerpos de agua debe ser considerada en el diseño del plan maestro para asegurar una gestión adecuada de los recursos hídricos y la preservación del entorno natural.

Aspectos Adicionales:

La ubicación de Punta Huete también ofrece un entorno natural diverso que puede ser aprovechado para el desarrollo sostenible. La variada topografía y los recursos hídricos presentes proporcionan

oportunidades para crear espacios verdes y áreas recreativas que integren la naturaleza en el diseño urbano. La planificación debe considerar cómo estas características geográficas pueden ser utilizadas para mejorar la calidad de vida de los residentes y fomentar un desarrollo que respete y aproveche las características del entorno natural.

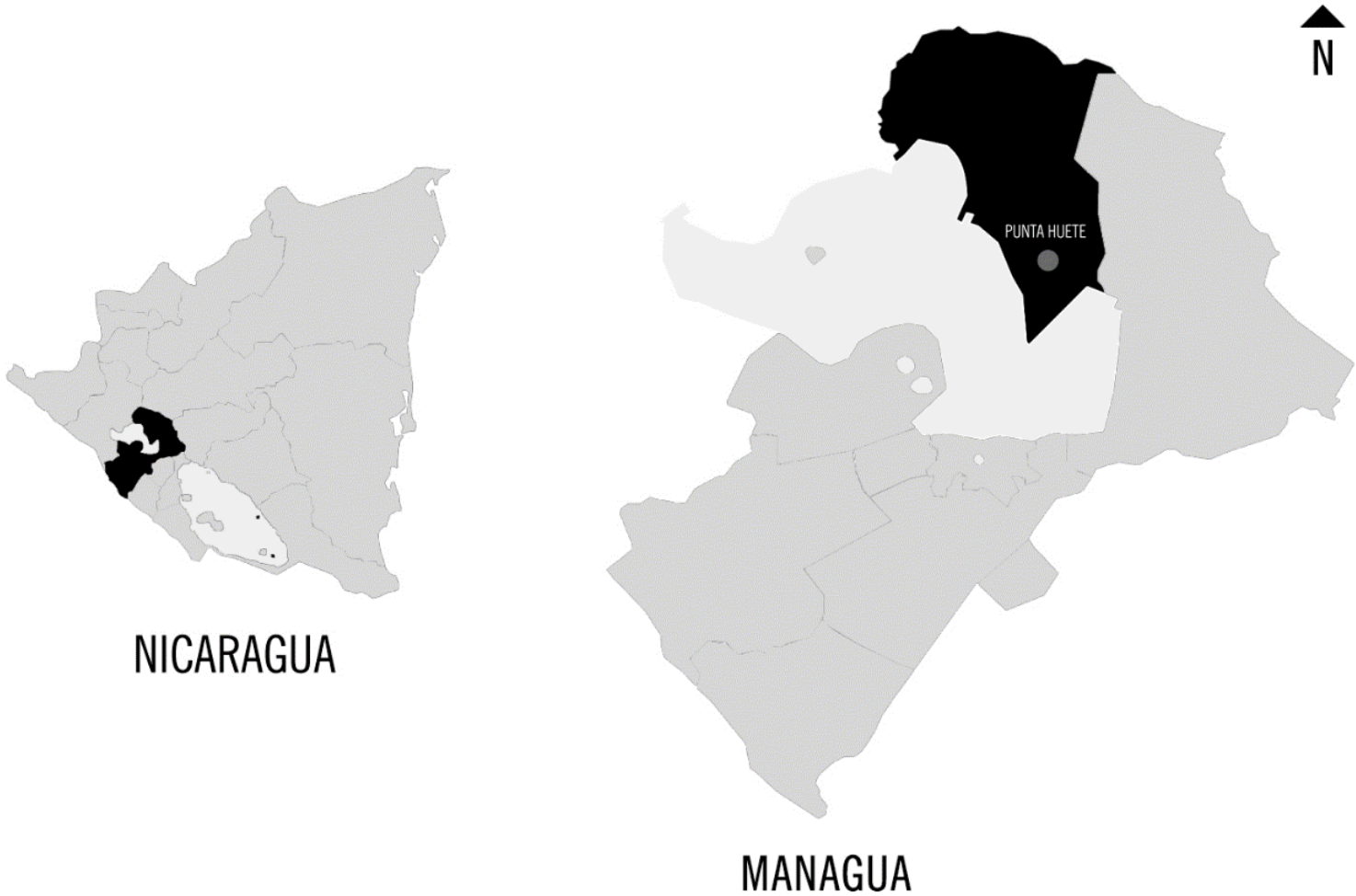


Ilustración 51: Localización. Fuente: Elaboración propia.

4.1. Características medio Natural

Clima

Según la clasificación climática de Nicaragua establecida por Köppen, Punta Huete se ubica en Clima Caliente y Sub-Húmedo con Lluvia en Verano; AW (AWo, AW1, AW2), específicamente en la categoría AWo, este se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre–Abril) y otra lluviosa (Mayo–Octubre).

En este punto se presentan aspectos relacionados al Clima puntualizando en la Precipitación, Régimen térmico, Humedad Relativa, Régimen de viento e insolación.

Vientos Predominantes

La dirección predominante del viento se dirige en dirección predominante de este a oeste con velocidades 1.9-2.9 m/s entre enero y abril equivalente, a 6.84- 10.44 km/h.

Precipitaciones

El comportamiento de las lluvias medias anuales varía de 1000 a 1100 mm, con variaciones hasta de 1200 mm. La distribución es bastante irregular.

Esta irregularidad y mala distribución de las lluvias produce un marcado desbalance hídrico para los cultivos anuales de la zona actualmente.

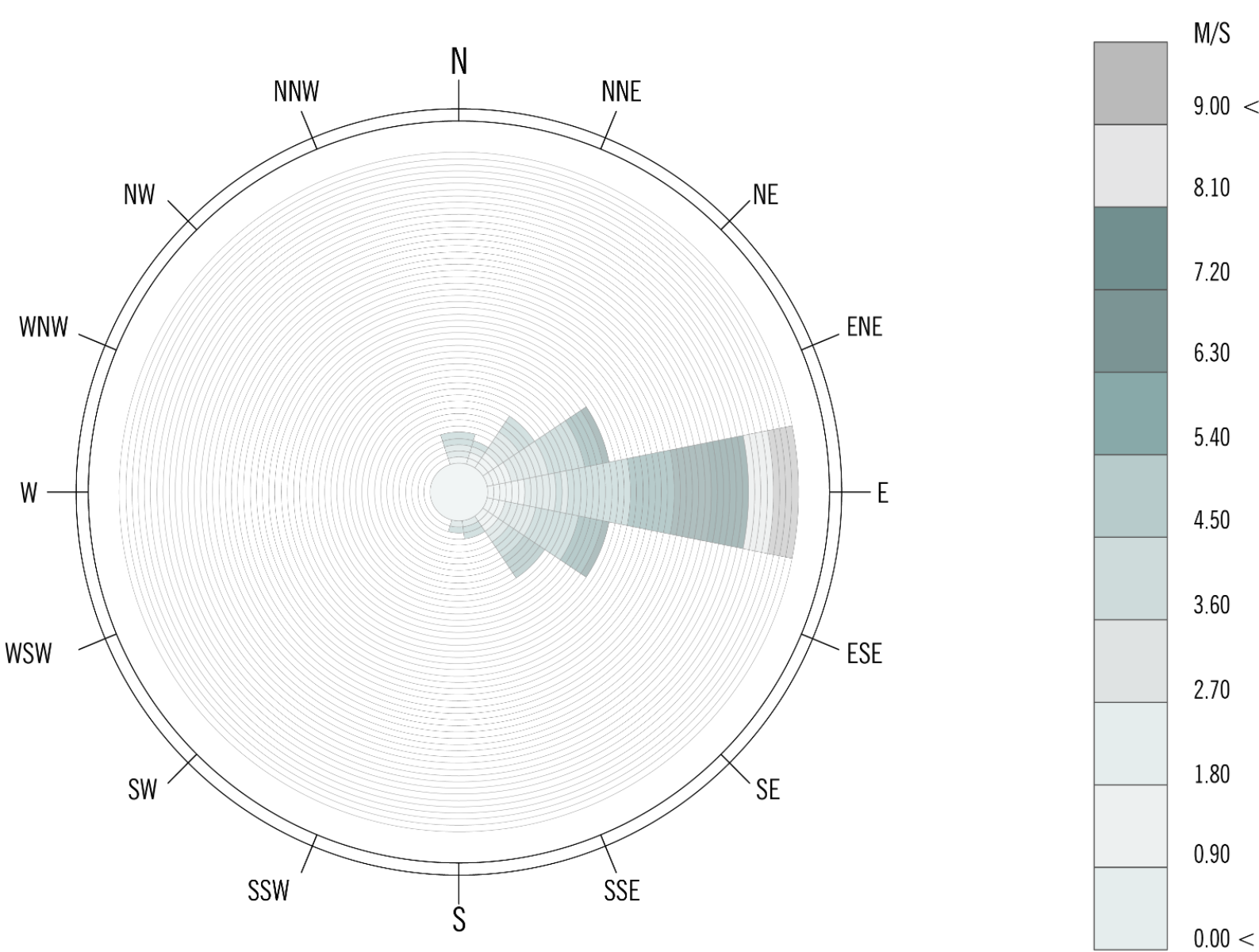


Ilustración 52: Rosa de vientos. Fuente: Elaboración propia.

4.2. RUEDA DE VIENTOS POR MES

Análisis Temporal de los Vientos:

Enero a Mayo:

Orientación: Principalmente hacia el este y sureste.

Velocidad Máxima: En abril, los vientos alcanzan su velocidad máxima, superando los 20 m/s.

Humedad Relativa: Varía entre el 30% y el 70%.

Junio a Octubre:

Orientación: Se mantiene hacia el este y sureste.

Humedad Relativa: Aumenta, alcanzando más del 70% y se mantiene alta hasta noviembre.

Noviembre a Diciembre:

Orientación: Cambia a predominancia noreste.

Humedad Relativa: Disminuye, ajustándose entre el 30% y el 70%.

Criterios para el Diseño del Aeropuerto:

Orientación de las Pistas:

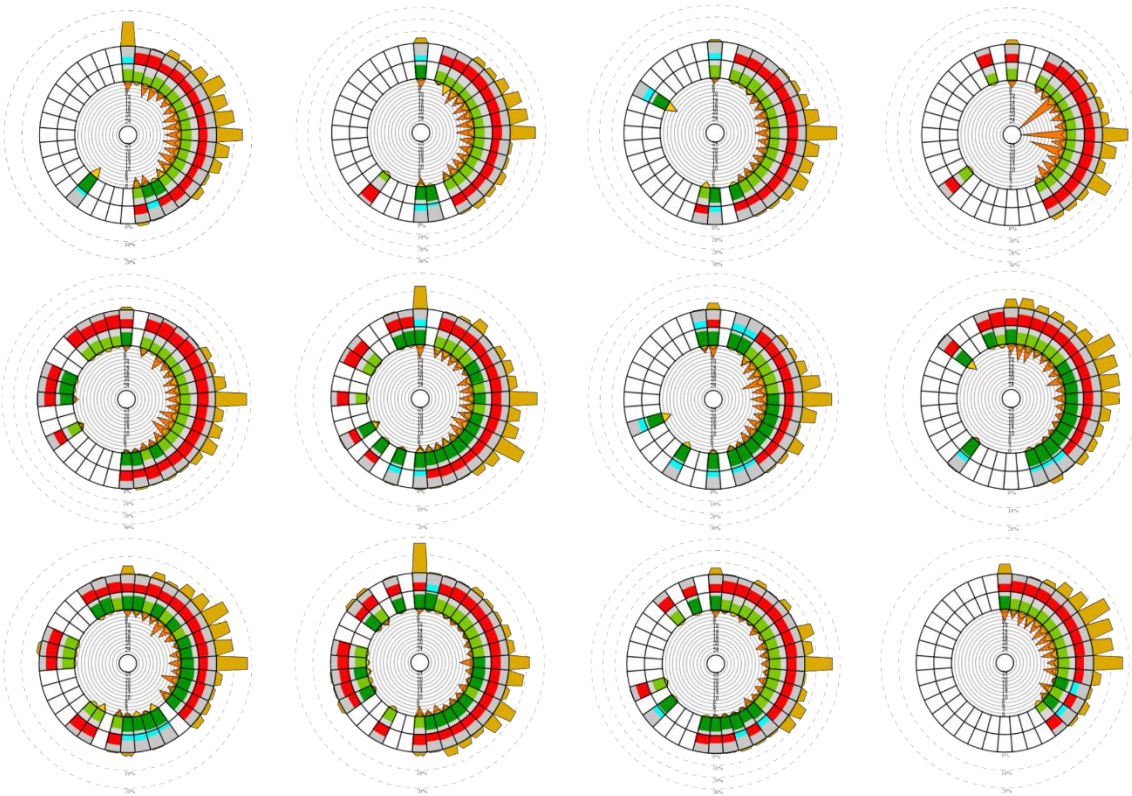
Las pistas deben orientarse predominantemente hacia el este y sureste para aprovechar los vientos favorables durante los meses de mayor velocidad y humedad, minimizando la resistencia al despegue y aterrizaje.

Diseño de la Terminal y Áreas de Servicio:

La disposición de las áreas de espera y servicios debe considerar la alta humedad durante la mayor parte del año. Se deben emplear materiales resistentes a la corrosión y técnicas de construcción que minimicen la acumulación de humedad y el deterioro.

Ventilación y Climatización:

Incorporar estrategias de ventilación natural que aprovechen las corrientes de aire predominantes para reducir la necesidad de sistemas de climatización artificial. La orientación y el diseño de aberturas y ventilaciones deben facilitar el flujo de aire eficiente.



4.3. UBICACIÓN DE PENDIENTES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS PARA NAIN

El anexo 14 para diseño de Aeródromos de la OACI (Organización Internacional de Aviación Civil), en su capítulo 4, menciona la regulación y pautas que se deben de seguir para la adecuada posición y orientación de la pista.

La ubicación correcta de la pista no solo la determina la dirección de los vientos, sino todo un estudio de las condiciones del contexto, como la topografía en las cercanías, o las construcciones en los alrededores del Aeropuerto. A continuación, se realiza el análisis de ubicación de pendientes y obstáculos para el NAIN.

Este análisis se enfoca en la pista clave E, que tiene unas dimensiones de 3000 metros de longitud por 45 metros de ancho. Para asegurar la viabilidad operativa de esta pista, se han considerado los siguientes factores:

Pendientes: Se verifica que la pista esté nivelada y que las pendientes en su entorno no afecten el rendimiento de despegue y aterrizaje. La pista debe tener una pendiente mínima para garantizar una superficie uniforme y segura.

Obstáculos: Se identifican y se eliminan obstáculos en la pista y sus alrededores que puedan interferir con las operaciones aéreas. Esto incluye una evaluación detallada de las áreas de aproximación y ascenso para asegurar que estén libres de obstrucciones.

Superficie de Aproximación: Se asegura que la zona de aproximación a la pista esté despejada, permitiendo un aterrizaje seguro. Esta área debe tener un espacio suficiente y sin obstáculos para que las aeronaves puedan aproximarse con seguridad.

Superficie de Ascenso al Despegue: Se garantiza que el área de ascenso al despegue esté libre de obstáculos, permitiendo a las aeronaves alcanzar la altitud necesaria para despegar de manera segura.

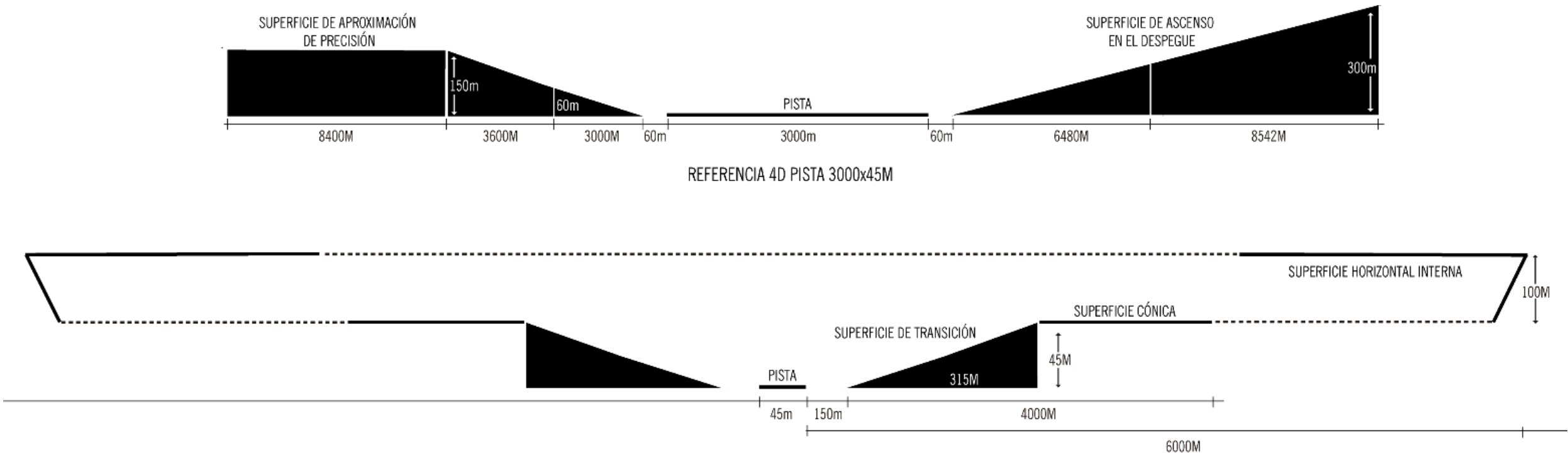


Ilustración 54: Pendientes limitadoras de obstáculos. Fuente: Elaborado por autores.

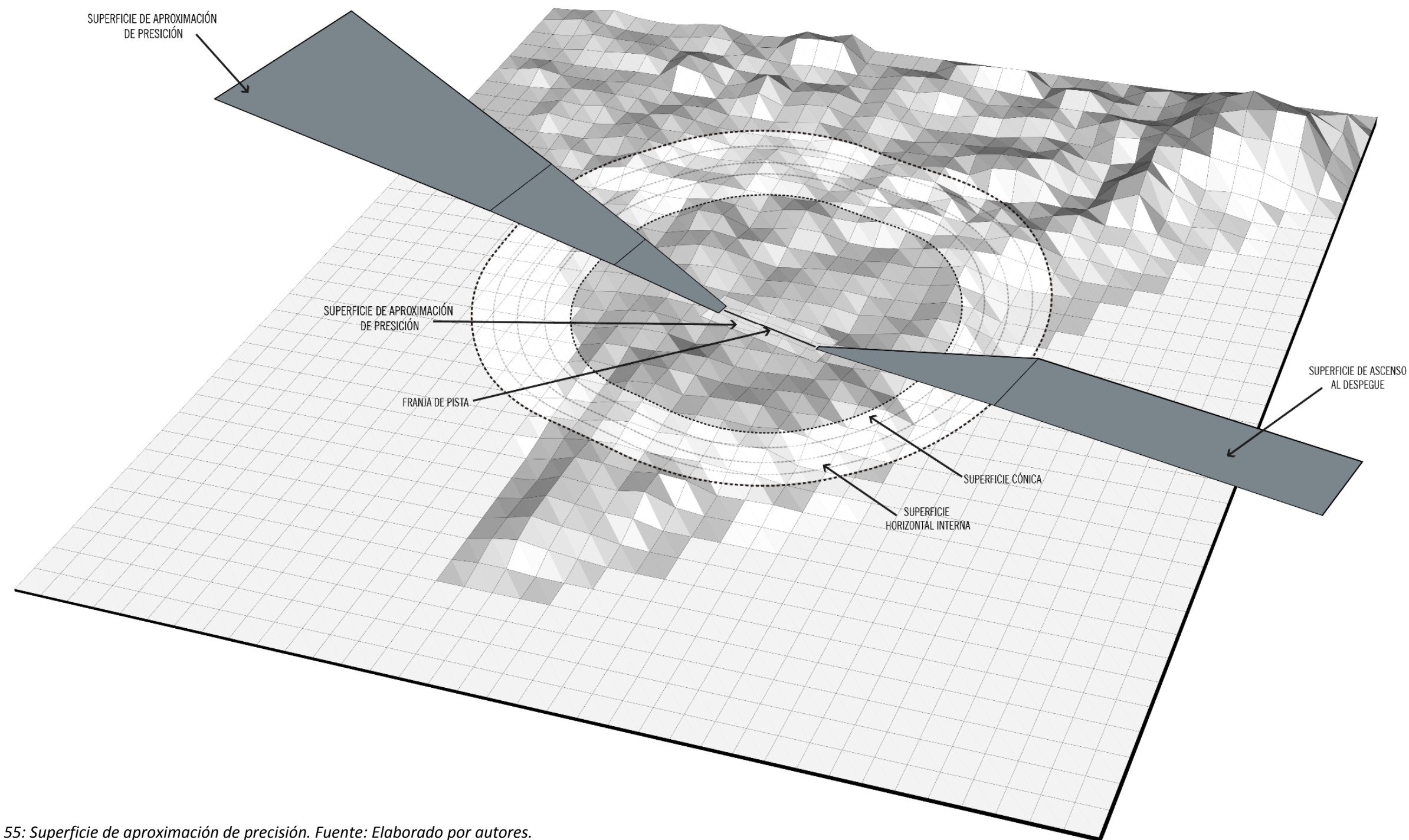


Ilustración 55: Superficie de aproximación de precisión. Fuente: Elaborado por autores.

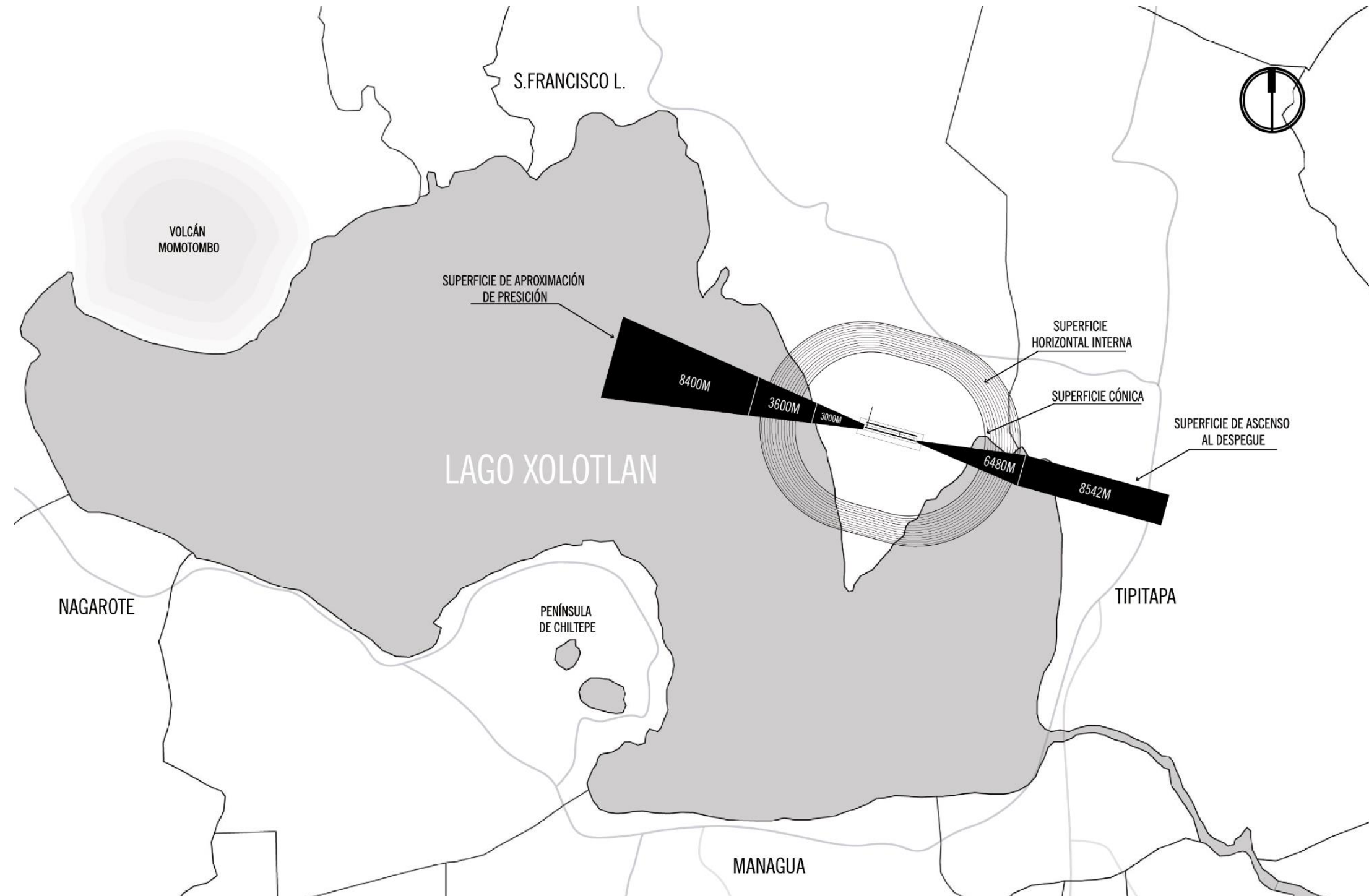


Ilustración 56: Proyección ortogonal superficie de aproximación de precisión. Fuente: Elaborado por autores.

4.4. TEMPERATURA

El sitio según los estudios realizados presenta una temperatura promedio bastante uniforme con parado a otros sitios de Nicaragua con una temperatura media anual que registra valores de 28°C en el sitio. Lo que hace que el Sitio sea uno de los lugares más cálidos del pacifico y la temperatura prevalece elevada casi todo el año.

En verano la temperatura supera los 31º C en abril y mayo, mientras que en la época lluviosa es ligeramente inferior a los 25° C principalmente en los meses de octubre y diciembre. En el sitio se identifican dos zonas diferenciadas con temperaturas medias anuales de 28.5° C en la parte Este, 29.3° C

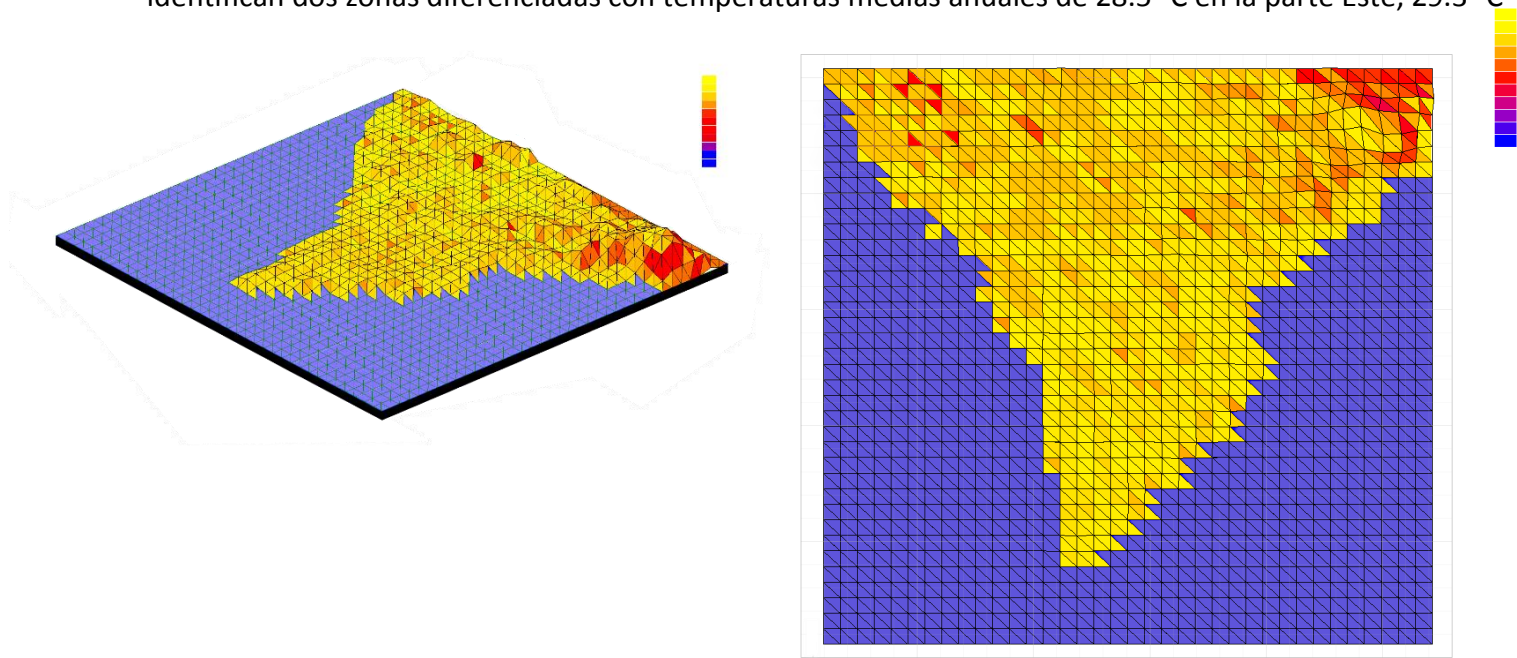


Ilustración 57. Análisis de radiación en superficie geográfica. Fuente: Elaborado por autores.

Rango de temperaturas horarias. Temperatura de bulbo seco

La grafica nos permite corroborar que la temperatura promedio durante todos los meses del año oscila entre los 24-38 grados, de 6am a 10pm presentando variaciones, en las madrugadas con temperaturas que oscilan entre 20-24° grados, y con excepciones en los meses de abril y mayo, donde casi se mantienen temperaturas altas.

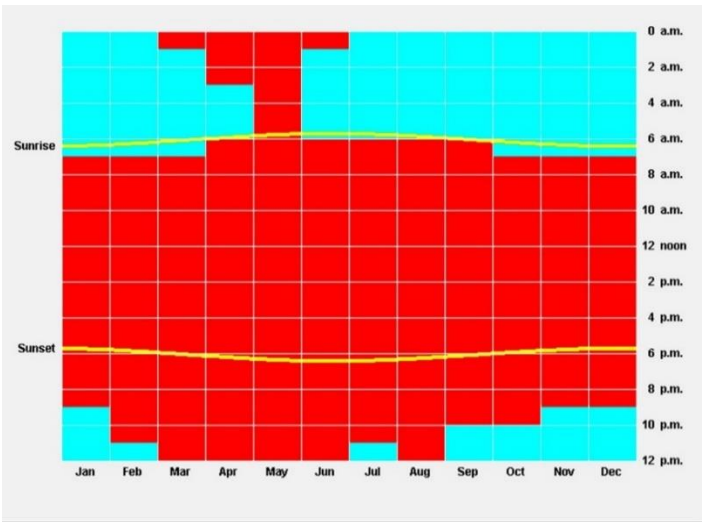


Ilustración 58: Rango de temperaturas. Fuente: Climate Consultant.

Rango de humedades relativas

En la gráfica se puede evidenciar que para los meses de diciembre a mayo la humedad está en un rango medio, la cual puede favorecer dadas las altas temperaturas del verano, que pueden incrementar la sensación térmica, en los meses de junio a noviembre está sufre un incremento asociándose a las temporadas de lluvias, siendo estas en las que se concentran las mayores humedades.

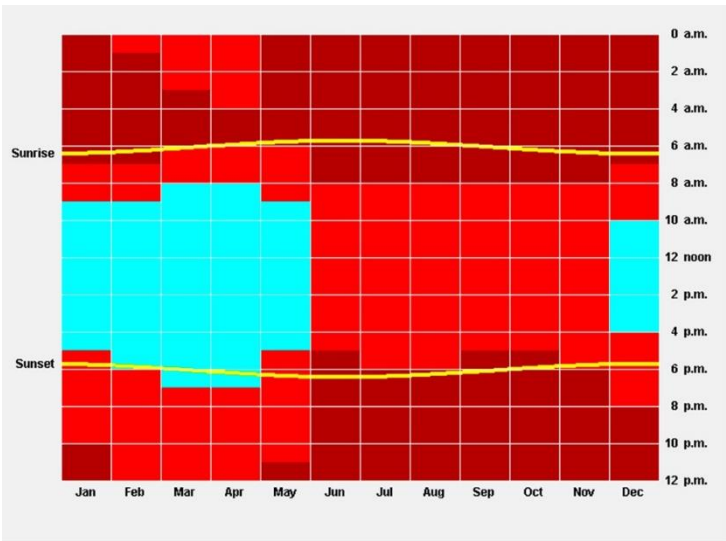


Ilustración 59: Rango de humedades relativas. Fuente: Climate Consultant.

4.5. TIPO DE SUELO DEL SITIO

Tipo de Suelo

La selección del emplazamiento para un aeropuerto está condicionada por las características del suelo, ya que un adecuado análisis geotécnico puede prevenir problemas estructurales y ambientales. En el caso de Punta Huete, el suelo está compuesto principalmente por rocas volcánicas, incluyendo ignimbritas, tobas, aglomerados y escorias basálticas. Estos materiales, caracterizados por su alta densidad y resistencia, proporcionan una base sólida para la construcción de infraestructuras pesadas, como pistas de aterrizaje y terminales. Según estudios geotécnicos realizados por el Instituto de Geología y Recursos Minerales de Nicaragua (2023), las ignimbritas ofrecen una estabilidad superior que es fundamental para soportar las cargas dinámicas de las operaciones aeroportuarias.

Hidrología

La gestión del agua es crucial en el diseño de un aeropuerto, especialmente en áreas propensas a inundaciones. Punta Huete se encuentra dentro de la Cuenca del Río San Juan, en la Subcuenca del Lago Xolotlán, que incluye varias microcuencas como los ríos Viejo, Pacora y San Antonio. Estas microcuencas pueden influir en el manejo de aguas superficiales y subterráneas en el área del aeropuerto. Según la Autoridad Nacional del Agua de Nicaragua (2022), es vital implementar sistemas de drenaje eficientes y técnicas de gestión de aguas pluviales para mitigar el riesgo de inundaciones. Esto incluye la instalación de drenajes pluviales subterráneos y sistemas de retención de aguas para controlar el escurrimiento y evitar acumulaciones que puedan afectar las operaciones del aeropuerto.

Inundaciones

A pesar de que Punta Huete se encuentra en una región relativamente seca, las inundaciones representan una amenaza significativa debido a su proximidad al Lago de Managua y a los ríos locales. Durante la temporada de lluvias, las tormentas tropicales y las crecidas del lago pueden causar inundaciones que interrumpen el acceso y dañan las infraestructuras. Para abordar estos riesgos, el diseño del aeropuerto debe incluir medidas preventivas como la elevación de la infraestructura crítica y

la construcción de diques y barreras contra inundaciones. Según el estudio de manejo de inundaciones del Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INEST, 2021), se recomienda la implementación de una red de drenaje avanzada y la planificación de zonas de amortiguamiento alrededor del aeropuerto para minimizar los impactos de las inundaciones. Además, se deben considerar técnicas de ingeniería como la construcción de pavimentos permeables y la creación de estanques de retención para gestionar el exceso de agua y reducir el riesgo de daños durante eventos meteorológicos extremos.

Estas medidas son esenciales para garantizar la operatividad continua del aeropuerto y para proteger las instalaciones de las amenazas asociadas con las características hidrológicas y geológicas del sitio. La correcta integración de estas técnicas contribuirá a una infraestructura aeroportuaria resiliente y adaptable a las condiciones ambientales de Punta Huete.



Ilustración 60: Aeropuerto de Punta Huete. Fuente: La prensa.

4.6. FLORA

La flora del Municipio de San Francisco Libre es propia del trópico seco. De acuerdo a las características mencionadas, se encuentran tres tipos de Vegetaciones:

En la parte norte del municipio la vegetación esta compuestas por árboles y arbustos, hacia el este y noreste existe un predominio de bosques y en menor proporción existen áreas de bosques espaciados y maleza compacta, en la parte sur prevalece la maleza compacta y una vegetación Herbáceas. La mayor parte del área del municipio tiene potencial forestal (48%) o agroforestal (26.7%). Actualmente, un 31.3% del territorio lo cubren praderas y pastos, un 34.1% está salpicado de arbustos y matorrales, y un 25% lo ocupan bosques ralos, de una calvicie muy resistente (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales [MARENA], 2014).



Ilustración 61: Flora de San Francisco Libre. Fuente: Marena.

4.7. FAUNA

Respecto a la fauna de San Francisco Libre, la sobreexplotación del recurso forestal ha tenido un impacto significativo en los ecosistemas locales. La deforestación en el municipio y su cabecera ha alterado drásticamente el hábitat natural de muchas especies animales, forzándolas a emigrar hacia otras regiones en busca de condiciones más adecuadas para su supervivencia. Esta pérdida de hábitat ha disminuido notablemente la biodiversidad de la zona, afectando negativamente a las especies que dependían de estos bosques para su alimentación, refugio y reproducción.

Además, la caza indiscriminada de fauna ha acelerado la reducción de varias especies, contribuyendo a su extinción en la región. Las prácticas de caza, a menudo desreguladas y sin consideración de la sostenibilidad, han mermado las poblaciones de animales que una vez fueron comunes en el área. La combinación de la pérdida de hábitat y la presión de la caza ha llevado a que muchas de las especies que existían anteriormente en San Francisco Libre ya no se encuentren en el municipio. Esta situación ha generado una escasez de fauna, evidenciando la necesidad urgente de implementar medidas de conservación y gestión sostenible de los recursos naturales para proteger la biodiversidad remanente y restaurar los ecosistemas locales (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales [MARENA], 2014).



Ilustración 62: Fauna de San Francisco Libre. Fuente: Marena.

4.8. CARACTERÍSTICAS DE MEDIO CONSTRUIDO

Accesibilidad

El sitio se enlaza con la carretera panamericana a la altura del Km. 41 cerca del empalme de San Benito, desde ahí se comunica con el resto de ciudades del país. El tramo que conecta a la panamericana con el municipio son 36 Km de carretera cubiertos de macadán, la cual finaliza en el bulevar de acceso a la cabecera municipal; y se convierte en la vía principal adoquinada. La Carretera Troncal Principal, que es la Carretera Panamericana, donde el kilómetro 41 se establece como el único acceso al Municipio. La Colectora Principal, recorre 36km desde el acceso principal al municipio hasta llegar a la entrada de la Cabecera Municipal, posee un derecho de vía de 50 metros, actualmente tiene un ancho de 20 metros.

Para llegar al Aeropuerto de Punta Huete, se debe acceder dos kilómetros antes de llegar a la Comarca de Santa Rosa donde se localiza la entrada a San Ramón que conecta con el Aeropuerto a una distancia de 9.5km (INAC, 2011).

Servicios Básicos

Energía Eléctrica

La energía eléctrica que abastece al Sitio, proviene la red de distribución que viaja desde la Planta Hidroeléctrica Carlos Fonseca hasta la Subestación Eléctrica ubicada en Tipitapa. Este servicio público en las comarcas aledañas es domiciliar y es administrado por Unión Fenosa en relación al alumbrado público este es deficiente y no da abasto (INAC, 2011).

Agua Potable

El sitio cuenta con servicio público de agua potable cuya administración está a cargo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). Este servicio se presta a través de conexiones

domiciliares, y no atiende en su totalidad a la cabecera municipal. Cabe destacar que la calidad del servicio es deficiente e irregular, el contenido de cloro es alto, las Tuberías no han sido cambiadas desde su instalación y las pilas de almacenamiento carecen de limpieza periódica.

Drenaje Pluvial

No cuentan con un drenaje pluvial en el sitio y en las zonas más urbanas colindantes al sitio presenta un déficit del 100% ya que este es inexistente, es por eso que las evacuaciones se producen por escurrimiento natural de las aguas, la incidencia de este déficit es mayor en la época lluviosa, y que provoca el estancamiento de agua e inundaciones (INAC, 2011).

Equipamientos cercanos

Actualmente solo cuenta con las instalaciones construidas de la torre de control que esta sin mantenimiento y las pistas de Panchito sin ningún otro equipamiento en un radio de 9 km del sitio (INAC, 2011).

Transporte

Los medios de transporte presentes hasta el sitio son el terrestre y el Acuático. Dentro del terrestre está el Transporte Colectivo Interurbano y el transporte individual como: Camiones, Vehículos livianos, Motocicletas, moto taxis (Caponeras), bicicletas y de tracción animal (INAC, 2011).

El transporte acuático y el barco que viene de Managua presta servicios privados para turistas extranjeros y nacionales, bajo el mando de la Empresa Portuaria Nacional.



CAPÍTULO 5. PLAN MAESTRO

5. PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE NICARAGUA

Nicaragua es un país que ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años, evidenciado en diversos ámbitos, no solo en el desarrollo comercial impulsado por los nuevos tratados de libre comercio, sino también en el aumento del turismo y la mejora en la calidad de vida. La crisis mundial provocó una baja considerable a mediados de la última década, pero el país ha logrado recuperarse en los últimos años. Se proyecta un incremento en la demanda comercial, laboral y de producción nacional en los próximos años, gracias a los acuerdos internacionales que Nicaragua ha promovido.

Gracias a los tratados de libre comercio que Nicaragua ha establecido junto con otras naciones, tanto los productos nacionales como el país como destino turístico han abierto un mercado cada vez más accesible al mundo entero, beneficiando también a los nicaragüenses. Durante la década de 2000 a 2010, se firmaron varios tratados comerciales que favorecieron la importación y exportación de productos. Entre estos, el tratado con Estados Unidos es uno de los más importantes, ya que no solo permite el crecimiento en la cantidad de productos que se pueden importar y exportar, sino que también incrementa el número de operaciones de vuelos y promueve el desarrollo de movimientos comerciales y turísticos en la región (Banco Central de Nicaragua [BCN], 2021).

Otro de los tratados recientes que proyecta un gran crecimiento nacional es el realizado con la República Popular China, un país que apuesta por el desarrollo de la región, abriendo las puertas a Nicaragua para exportar sus productos y optar por tecnologías y estudios en la región asiática. Este mercado es realmente gigantesco y su demanda no cesa, lo que crea mayores oportunidades de crecimiento. Lo mismo ocurre con los tratados comerciales realizados con México, países del Caribe, Chile, Panamá, Venezuela, República Dominicana y Canadá (Banco Central de Nicaragua [BCN], 2021).

Todo esto genera un impresionante desarrollo comercial que exige nuevos procesos de conexión con estos países y el mundo entero, lo que crea la necesidad de una planificación adecuada de infraestructura destinada a puertos y aeropuertos preparados para recibir la creciente demanda.

Esta es solo una de las muchas necesidades de infraestructura que enfrenta nuestro país. Este capítulo muestra cómo, a partir del análisis de los capítulos anteriores, se proyecta un desarrollo industrial, y comercial, descongestionando la sobrecargada actividad que se ha generado en Managua, lo cual ha

provocado problemas viales internos. Se proyecta un plan integral que responde a las necesidades actuales de un aeropuerto de carácter internacional, conforme a las nuevas normas de infraestructura y seguridad. Además, se presentan proyecciones y escenarios que ilustran cómo se desarrollará toda la infraestructura aeroportuaria hasta su fase final.

5.1. LADO AIRE DESARROLLO

Para dimensionar el lado aire del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua, se han considerado las tendencias de aeronaves y los requisitos de la OACI establecidos en el marco normativo. A continuación, se describen los componentes clave:

1. Pistas de Vuelo:

Se proponen dos pistas: una de categoría clave E para aeronaves como el Boeing 787 y otra de categoría clave F para aeronaves más grandes como el Airbus A380. La longitud de la pista clave F superará los 4,000 metros para cumplir con las necesidades de despegue y carga (OACI, 2021).

2. Calles de Rodaje:

Las calles de rodaje estarán diseñadas para facilitar el acceso a las pistas y acomodar aeronaves de categorías E y F. Esto garantizará una circulación eficiente y segura de las aeronaves en el aeropuerto (OACI, 2021).

3. Áreas de Maniobras:

Estas áreas, destinadas a despegues, aterrizajes y rodajes, deben manejar un volumen de al menos 60 operaciones por hora en el máximo desarrollo. Inicialmente se priorizarán aeronaves de categorías D y E, con planificación para la inclusión futura de aeronaves de categoría F (OACI, 2021).

4. Plataformas y Áreas de Estacionamiento:

Las plataformas estarán diseñadas para acomodar aviones de categorías C, D, E y F. Se implementará un sistema de rampa para permitir el estacionamiento eficiente de múltiples aeronaves en un solo espacio (OACI, 2021).

5. Estándares de Diseño:

Los diseños se basan en las normativas del Anexo 14 de la OACI, que define las especificaciones geométricas y funcionales para los componentes del lado aire del aeropuerto (OACI, 2021).

A continuación, se detallarán las dimensiones y el desarrollo por fases de cada uno de estos componentes.

LADO AIRE	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Pista Clave E - 3100 x 45	m ²	139,500	139,500	139,500
Calles de Salida Rápida	m ²	14,600	29,200	29,200
Calles de Salida	m ²	8,000	11,000	11,000
Calles de Salida Tipo 2	m ²	8,000	16,000	16,000
Calles de Rodaje	m ²	60,000	120,000	120,000
Viraje de Pista	m ²	23,500	23,500	23,500
Área Verde Pista Clave E	m ²	509,231	509,231	509,231
Servicio de Extensión de Incendios para Pista Clave E	m ²	1800	1800	1800
Almacenamiento y Tratamiento de Agua	m ²	8000	8000	8000
Superficie Libre de Obstaculos	m ²	2,164,017.67	2,164,017.67	2,164,017.67
Pista Clave F - 4000 x 60	m ²	-	240,000	240,000
Calles de Salida rápida	m ²	-	27,000	45,000
Calle de Salida	m ²	-	26,000	26,000
Calles de Salida Tipo 2	m ²	-	15,000	27,000
Calles de Rodaje	m ²	-	89,146	178,292
Viraje de Pista	m ²	-	70,000	70,000
Área Verde Pista Clave F	m ²	-	829,285	829,285
Área de Prueba de Motores (GRE)	m ²	-	-	90,000
Superficie Libre de Obstaculos	m ²	3,394,794.54	3,394,794.54	3,394,794.54
Plataforma	m ²	413,000	566,500	720,000
Calle de Rodaje Plataforma	m ²	39,180	39,180	39,180
Área Verde Plataforma	m ²	91,000	91,000	91,000
Área de Protección Plataforma	m ²	274,175.91	274,175.91	274,175.91
Calle de Servicio de Asistencia Lado Aire	m ²	1,623,092.16	1,623,092.16	1,623,092.16
Terminal de Carga	m ²	40,000	72,500	105,000
Área de soporte a tierra y manternimiento	m ²	51,000	102,000	102,000
Zona de repostaje de combustible	m ²	900	900	900
Zona de carga de batería	m ²	900	900	900
Servicio de extención de incendios	m ²	1,800	1,800	1,800
Central electrica	m ²	1,180	1,180	1,180
Tanque temporal de residuos	m ²	4,000	4,000	4,000
Almacenamiento y tratamiento de agua	m ²	8,000	8,000	8,000
Almacenamiento de cumbustible	m ²	8,300	8,300	8,300
Hangares	m ²	22,000	44,000	44,000
Área de estacionamiento de Hangares	m ²	50,500	101,000	101,000
Helipuerto + estacionamientos	m ²	17,000	17,000	17,000
Torre de Control	m ²	5,750	5,750	5,750
Operaciones policiales	m ²	6,000	6,000	6,000
Estacionamiento Personal Lado Aire y Apoyo	m ²	18,000	18,000	18,000
Vias de asistencia	m ²	4.00	4.00	4.00
Área Total Lado Aire	m ²	9,146,721.28	10,698,752.28	11,093,898.28

Tabla 15: Área total Lado Aire. Fuente: Elaborada por autores.

5.2. PROGRAMA TERMINAL DE PASAJEROS

La planificación de la terminal de pasajeros se basará en las recomendaciones del Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADRM – Airport Development Reference Manual, 10ª edición) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA – International Air Transport Association). Este manual adopta un enfoque centrado en el Nivel de Servicio (LoS – Level of Service), el cual define el rendimiento y confort de cada componente aeroportuario en lugar de establecer un espacio mínimo requerido por pasajero (PAX – Space per Passenger). Este enfoque permite considerar cada subsistema del aeropuerto de manera individual, abordando la naturaleza dinámica del aeropuerto y aumentando la eficiencia operativa y espacial del edificio.

El programa para la terminal de pasajeros será desarrollado mediante una combinación de factores y fórmulas del ADRM V10, complementado con referencias comparativas de otros aeropuertos internacionales y datos proyectados de las operaciones actuales del Aeropuerto Internacional de Managua. Esta metodología permitirá una planificación adaptativa y precisa, ajustada a las necesidades operativas y al contexto específico del nuevo aeropuerto.

Los cálculos para el procesamiento de pasajeros se realizan conforme al Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADMR V10), salvo indicación contraria, y asumen un estándar de nivel de servicio óptimo (LoS). Este manual proporciona la guía básica para el dimensionamiento de áreas y los tiempos de espera considerados en el planeamiento del edificio de la terminal.

El nivel de servicio (LoS) de las instalaciones de procesamiento y los espacios de circulación y espera se evalúa en función del espacio asignado, los tiempos máximos de espera y en proporción al pasajero en hora punta (PHP), tal como se calcula en el pronóstico de tráfico. El Manual ADMR V10 de la IATA tiene como objetivo asegurar que la cantidad de área y tiempo asignados a cada proceso concuerde con el nivel óptimo de servicio (LoS) establecido.

En base a lo anterior, el cálculo de cada espacio de procesamiento de la terminal se realiza considerando dos factores principales:

El tiempo de espera y el tiempo de procesamiento para los pasajeros en cada etapa.

El número de posiciones y el espacio requerido para que el equipo y el área de espera cumplan con los tiempos de espera y procesamiento establecidos dentro del nivel de servicio (LoS).

Supuestos Generales

Pasajeros en clase económica y negocios

Para efectos de todos los cálculos de áreas y posiciones de procesamiento, se supone que los pasajeros en clase negocios/Premium serán un 10% del total. Los pasajeros de primera clase no se consideran con base en la tipología actual de servicio ofrecido.

Tiempos de Procesamiento

Los datos de procesamiento se han utilizado con base en encuestas cuando están disponibles. En caso de no disponer de estos datos, se utilizan estándares internacionales.

5.2.1. Tipos de Pasajeros y Diagramas de Flujo

La terminal del nuevo aeropuerto internacional de Nicaragua (NAIN) tendrá que ser capaz de procesar una variedad de pasajeros diferentes, asegurando la mejor experiencia posible para todos ellos. Cada tipo de pasajero tiene requerimientos distintos en términos de sus necesidades en las instalaciones aeroportuarias, el tiempo de permanencia dentro del aeropuerto y los procesos de seguridad e inmigración. La capacidad de combinar estos flujos en la mayor medida posible, pero proporcionando espacios a la medida, permite simplificar y gestionar los flujos. Esto resulta en instalaciones consolidadas y amenidades que brindan a todos los pasajeros acceso a todo lo que ofrece la terminal, tiempos de procesamiento reducidos, aumento en los ingresos de los comercios y orientaciones optimizadas.

Las categorías principales de pasajeros que utilizarán el NAIN se identifican de la siguiente manera:

Pasajeros Domésticos:

Los pasajeros domésticos usualmente vuelan con aerolíneas locales pequeñas y actualmente son procesados a través de instalaciones dedicadas (dentro o fuera de la terminal principal). Los pasajeros domésticos estarán sujetos a los mismos procesos de registro de documentación y seguridad para asegurar que se mantengan los estándares adecuados de seguridad en todo el complejo aeroportuario.

Pasajeros Internacionales:

Los pasajeros internacionales representan la mayor parte del tráfico para el nuevo aeropuerto internacional de Nicaragua (NAIN). Todos estos pasajeros serán procesados en una instalación centralizada diseñada para mejorar su experiencia. Estos pasajeros deberán pasar por los procesos de inmigración y aduanas al entrar o salir del país.

Pasajeros de Conexión:

Diferentes tipos de pasajeros de conexión serán procesados en el nuevo aeropuerto internacional de Nicaragua (NAIN). Estos son los más notorios:

Internacional – Internacional: Estos pasajeros no abandonan el lado aire de la terminal. Deben mantenerse separados de los pasajeros domésticos para evitar pasar por los procesos de inmigración y aduanas, y permitir tiempos de conexión más rápidos, lo que beneficiará a las aerolíneas y fomentará las oportunidades de un centro de operaciones para las aerolíneas (HUB).

Flujo de Pasajeros de Embarque:

Los pasajeros de embarque, después de haber llegado al aeropuerto, se dividen en diferentes categorías, ya que muchos de ellos probablemente ya se han registrado con pases impresos o dispositivos digitales. El número de pasajeros que se registran con dispositivos digitales o que pasan por alto el salón de registro sin equipaje será menor que en un aeropuerto típico debido a la desproporción entre pasajeros internacionales y domésticos, pero se incrementará con el tiempo basado en las tendencias operacionales de las aerolíneas.

A continuación, se muestra un flujograma de la transición del pasajero:

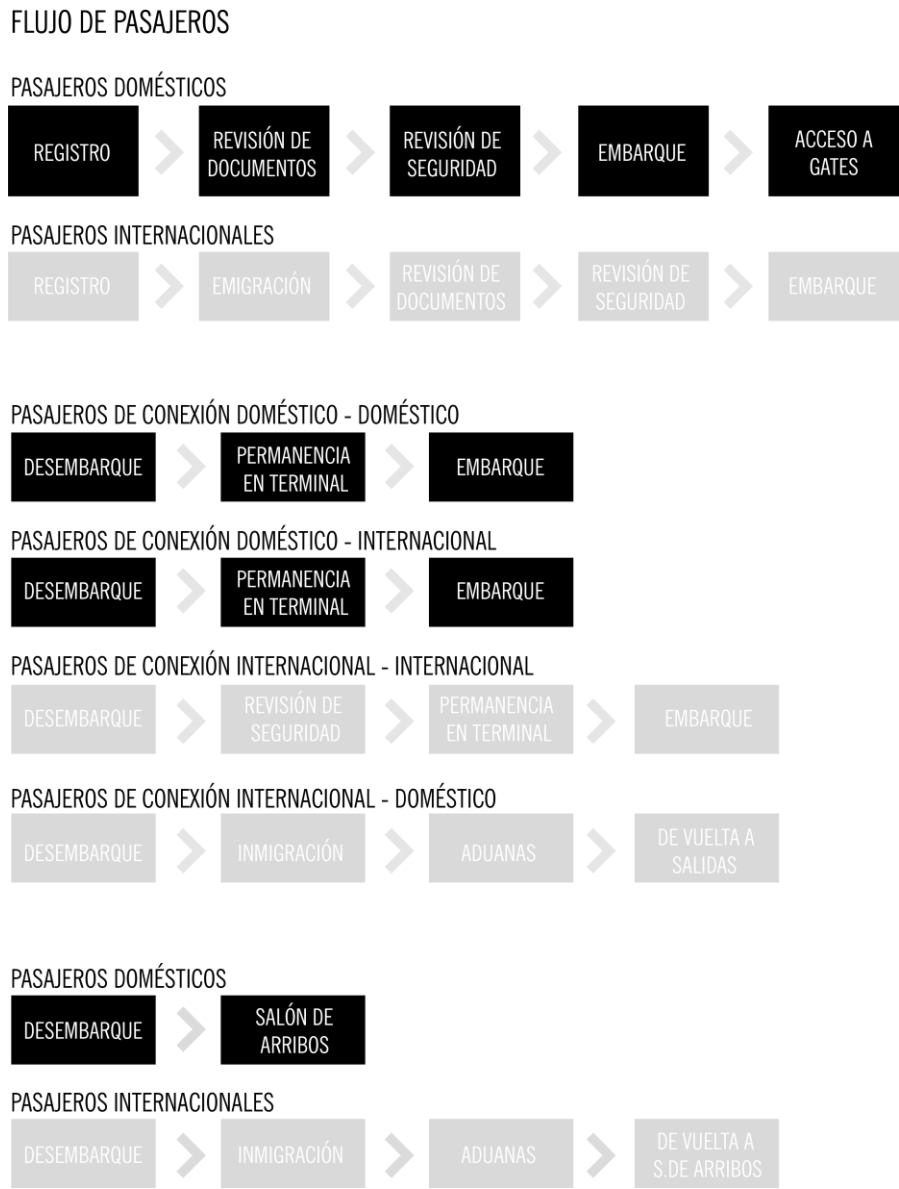


Ilustración 63: Flujo de pasajeros. Fuente: Elaborado por autores.

5.3. REQUERIMIENTOS DE TERMINAL.

El dimensionamiento de las áreas de procesamiento en una terminal se realiza de manera diferenciada para las instalaciones nacionales e internacionales. Cada una de estas áreas puede ser consolidada en una terminal centralizada o dividida en múltiples procesadores, según las necesidades operativas específicas. Los cálculos para cada proceso incluyen no solo las posiciones de los equipos y el espacio requerido por pasajero, sino también las áreas de espera y circulación antes y después de cada etapa de procesamiento. Además, se consideran espacios complementarios para servicios, soporte, circulación y estructura, entre otros, que se calculan por separado para garantizar un diseño integral y funcional.

En el planeamiento y dimensionado de la terminal y sus instalaciones, se estructuran tres fases distintas basadas en la demanda efectiva de tráfico. Las primeras tres fases del proyecto se diseñan conforme al pronóstico de tráfico para el escenario base, con la primera fase programada para abrir 10 años después de la finalización del plan maestro. Posteriormente, se contemplan dos fases adicionales para operación y expansión potencial, en intervalos de 10 años. La fase final, conocida como fase de expansión máxima, se basa en el pronóstico de tráfico más optimista, garantizando que la infraestructura pueda adaptarse a las proyecciones más ambiciosas.

El proceso de dimensionamiento y planificación de la terminal de pasajeros considera la fase correspondiente a los 17 millones de pasajeros anuales (17 MAP), según lo previsto en el plan de uso de suelos. Esta fase asegura la reserva del área necesaria para el desarrollo máximo del proyecto, permitiendo que las futuras necesidades de tráfico y operación sean atendidas de manera eficiente. Este desarrollo se pronostica tomando en cuenta el tráfico actual del Aeropuerto Augusto César Sandino, lo que permite ajustar las proyecciones a las tendencias emergentes y las demandas específicas del aeropuerto en función del crecimiento del tráfico y las necesidades futuras.

La planificación incluye la integración de tecnologías avanzadas y la implementación de prácticas sostenibles que anticipan las futuras demandas y optimizan la eficiencia operativa. La infraestructura está diseñada para incorporar sistemas de automatización y gestión del tráfico que mejoran la fluidez de las operaciones y reducen el impacto ambiental. Estos elementos tecnológicos y sostenibles están alineados con las tendencias globales en la industria aeroportuaria y contribuyen a un diseño adaptable y resiliente frente a posibles cambios en las regulaciones o en el comportamiento del mercado.

La planificación anticipada y la consideración de escenarios alternativos permiten una adaptación efectiva a las fluctuaciones en la demanda y garantizan que la infraestructura siga siendo funcional y eficiente a lo largo del tiempo. Esta estrategia no solo optimiza la capacidad del aeropuerto, sino que también mejora la experiencia del usuario al minimizar posibles congestiones y asegurar un flujo continuo y eficiente dentro de la terminal. La incorporación de espacios modulares y adaptativos, junto con la previsión de futuras expansiones, asegura que el aeropuerto pueda ajustarse de manera ágil a las necesidades cambiantes y mantener un alto nivel de servicio y operatividad en el largo plazo.

		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
UNIDAD				
ÁREA GENERAL / PASAJEROS				
Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,140.00	2,052.00	4,719.0
Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	35.00	35.00	35.00
Total	m ²	39,900.00	71820.00	165,165.00
Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)				
Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	25.00	25.00	25.00
Total	m ²	4,250.00	7,650.00	17,595.00
Total	m ²	44,150.00	79,470.00	182,760.00

Requerimientos de Terminal

Tabla 16: Definición de área de terminal por fases de desarrollo. Fuente: Elaborado por autores.

A continuación, se detalla el cálculo de áreas para cada etapa del proceso, proporcionando una visión clara y precisa de cómo se distribuyen y dimensionan los diferentes espacios de la terminal.

5.3.1. SALÓN DE REGISTRO DE EMBARQUE

El área destinada al salón de registro ha sido diseñada para ofrecer una combinación eficiente de mostradores de registro de tiquetes convencionales, operados por funcionarios especializados, kioscos de autoservicio de uso general y estaciones de descarga y registro de equipaje de autoservicio. Esta configuración permite una atención integral y fluida de los pasajeros durante el proceso de embarque.

Para dimensionar el área de registro de tiquetes, también conocido como salón de salidas, se ha utilizado el factor de pasajeros en hora punta (PHP) como base para los cálculos. El diseño ha sido meticulosamente planificado para acomodar adecuadamente a todos los pasajeros que transitarán por esta área, garantizando no solo la capacidad requerida sino también un flujo eficiente. En estos cálculos, se asume que el factor pico de 30 minutos abarca el 60% de los pasajeros en hora punta, una cifra estándar en la industria que asegura una planificación eficiente y acorde con las necesidades operativas.

Además, se han considerado principios de ergonomía y diseño centrado en el usuario para maximizar la comodidad y la eficiencia del proceso de registro. La disposición de los mostradores, kioscos y estaciones de equipaje ha sido diseñada para facilitar un movimiento fluido y minimizar los tiempos de espera, basándose en referencias clave como el libro "Airport Planning and Management" de Seth Young y Alexander Wells, así como "The Airport Business" de Rigas Doganis.

Dado que el aeropuerto manejará un alto volumen de tráfico internacional, con una notable presencia de turistas, se anticipa que la mayoría de los pasajeros viajarán en grupo y con equipaje. En consecuencia, se estima que una proporción menor de los pasajeros utilizará kioscos de autoservicio para el registro de tiquetes y equipaje. Se prevé que alrededor del 30% de los pasajeros internacionales, así como los domésticos, optarán por estos kioscos, lo que permitirá una gestión más ágil y adaptada a las necesidades del aeropuerto.

El diseño del salón de salidas no solo optimiza el uso del espacio disponible, sino que también se alinea con las mejores prácticas en planificación aeroportuaria, asegurando que el área sea flexible y capaz de adaptarse a futuras expansiones o cambios en los patrones de tráfico. La integración de elementos ergonómicos y de diseño eficiente contribuirá a una experiencia de usuario más satisfactoria y a una

operación más fluida, alineándose con las recomendaciones de los expertos y estándares internacionales en la materia.

SALÓN DE REGISTRO – INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,140.00	2,052.00	4,719.00
Salón Público de Salidas				
Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	2.15	2.15	2.15
Total del Salón Público de Salidas	m ²	2,451.25	4,412.80	10,145.25
Registro – Kioscos de Auto Servicio				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQT = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	3.00	3.00	3.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
SSR = Proporción de Pasajeros Utilizando Kioscos de Auto Servicio	%	30%	30%	30%
PT = Tiempo de Procesado por Pasajero en Kioscos de Auto Servicio	segundos	180.00	180.00	180.00
SSa = Área Ocupada por un Kiosco de Auto Servicio	m ²	0.36	0.36	0.36
AA = Ajuste de Área para un Kiosco de Auto Servicio	%	300.0%	300.0%	300.0%
CAF = Factor de Área de Circulación	%	35.0%	35.0%	35.0%
Número de Posiciones de Kioscos de Registro	#	23	39	44
Área de Registro – Kioscos de Auto Servicio	m ²	85.00	153.00	263.50
Registro - Estación de Registro de Equipaje				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	5.00	5.00	5.00
MQTj/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	3.00	3.00	3.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
Pj = Proporción de Pasajeros en Clase Negocios	%	0%	0%	0%
Pf = Proporción de Pasajeros en Primera Clase	%	0%	0%	0%
BPR = Proporción de Pasajeros que No Utiliza Registro de Equipaje	%	65%	65%	65%
PTy = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Económica	segundos	110.00	110.00	110.00
PTj/f = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Negocios y Primera Clase	segundos	100.00	100.00	100.00
BDd = Profundidad del Área de Procesamiento para Registro de Equipaje	m	3.60	3.60	3.60
BDw = Ancho de una Estación de Registro de Equipaje	m	2.00	2.00	2.00
W = Ancho del Corredor	m	6.00	6.00	6.00

Número de Posiciones para Estaciones de Registro de Equipaje	#	19	25	28
Área para Registro - Estación de Registro de Equipaje	m ²	608	723.00	780.00
Registro - Estaciones				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	15.00	15.00	15.00
MQTj/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	4.00	4.00	4.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
Pj = Proporción de Pasajeros en Clase Negocios	%	10%	10%	10%
Pf = Proporción de Pasajeros en Primera Clase	%	0%	0%	0%
CR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro Tradicional	%	50%	50%	50%
PTy = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Económica	segundos	193.00	193.00	193.00
PTj/f = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Negocios y Primera Clase	segundos	193.00	193.00	193.00
CDd = Profundidad del Área de Procesamiento para Registro	m	3.60	3.60	3.60
CDw = Ancho de una Estación de Registro	m	2.00	2.00	2.00
W = Ancho del Corredor	m	6.00	6.00	6.00
Número de Posiciones para Estaciones de Registro	#	29	44	50
Área para Registro - Estaciones	m ²	751.8	1,291.80	1965.60
Área Total del Salón de Registro – Internacional	m ²	1,444.8	2,167.80	3,009.10

Tabla 17: Salón de Registro de Embarque Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

SALÓN DE REGISTRO – DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
Salón Público de Salidas				
Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	2.30	2.30	2.30
Total del Salón Público de Salidas	m ²	391.00	703.80	1616.90
Registro – Kioscos de Auto Servicio				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQT = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	3.00	3.00	3.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
SSR = Proporción de Pasajeros Utilizando Kioscos de Auto Servicio	%	30%	30%	30%
PT = Tiempo de Procesado por Pasajero en Kioscos de Auto Servicio	segundos	180.00	180.00	180.00
SSa = Área Ocupada por un Kiosco de Auto Servicio	m ²	0.36	0.36	0.36
AA = Ajuste de Área para un Kiosco de Auto Servicio	%	300.0%	300.0%	300.0%
CAF = Factor de Área de Circulación	%	35.0%	35.0%	35.0%
Número de Posiciones de Kioscos de Registro	#	23	39	44
Área de Registro – Kioscos de Auto Servicio	m ²	19.00	34.02	58.09
Registro - Estación de Registro de Equipaje				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	5.00	5.00	5.00
MQTj/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	3.00	3.00	3.00

PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
Pj = Proporción de Pasajeros en Clase Negocios	%	0%	0%	0%
Pf = Proporción de Pasajeros en Primera Clase	%	0%	0%	0%
BPR = Proporción de Pasajeros que No Utiliza Registro de Equipaje	%	65%	65%	65%
PTy = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Económica	segundos	110.00	110.00	110.00
PTj/f = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Negocios y Primera Clase	segundos	100.00	100.00	100.00
BDD = Profundidad del Área de Procesamiento para Registro de Equipaje	m	3.60	3.60	3.60
BDw = Ancho de una Estación de Registro de Equipaje	m	2.00	2.00	2.00
W = Ancho del Corredor	m	6.00	6.00	6.00
Número de Posiciones para Estaciones de Registro de Equipaje	#	5	6	10
Área para Registro - Estación de Registro de Equipaje	m ²	133	239	549.07
Registro - Estaciones				
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.55	1.55	1.55
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	15.00	15.00	15.00
MQTj/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	4.00	4.00	4.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
Pj = Proporción de Pasajeros en Clase Negocios	%	10%	10%	10%
Pf = Proporción de Pasajeros en Primera Clase	%	0%	0%	0%
CR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro Tradicional	%	50%	50%	50%
PTy = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Económica	segundos	193.00	193.00	193.00
PTj/f = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Negocios y Primera Clase	segundos	193.00	193.00	193.00
CDd = Profundidad del Área de Procesamiento para Registro	m	3.60	3.60	3.60
CDw = Ancho de una Estación de Registro	m	2.00	2.00	2.00
W = Ancho del Corredor	m	6.00	6.00	6.00
Número de Posiciones para Estaciones de Registro	#	7	44	50
Área para Registro - Estaciones	m ²	165.9	306	704
Área Total del Salón de Registro – Domestic	m ²	708.9	1,282.82	2,927.99

Tabla 18: Salón de Registro de Embarque Domestic. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.2. EMIGRACIÓN

Con base en las operaciones actuales, el registro de documentos de emigración se ubica antes de los puestos de seguridad. Como se ha expuesto anteriormente, se considera la inclusión de un puesto de control de emigración en el lado aire de la terminal. Independientemente de su ubicación, los puestos de registro de emigración deben estar centralizados para mejorar las operaciones y la flexibilidad.

El intervalo pico de 30 minutos asume un 60% de los pasajeros en hora punta (PHP), y los tiempos de procesamiento se establecen en función de las operaciones típicas. Los tamaños de las estaciones se determinan con base en las unidades existentes en el Aeropuerto Augusto C. Sandino, alineándose con los estándares típicos. Se asume un corredor de circulación de 4 metros antes y después de los puestos de emigración.

EMIGRACIÓN (CONTROL DE PASAPORTE INTERNACIONAL)	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.10	1.10	1.10
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	7.50	7.50	7.50
MQTy/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	2.00	2.00	2.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
CR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro Tradicional	%	50%	50%	50%
BR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro de Equipaje	%	35%	35%	35%
PTPDy = Tiempo de Procesado por Pasajero en Clase Económica	segundos	15.00	15.00	15.00
PDd = Profundidad de Una Estación de Control de Salida	m	4.00	4.00	4.00
PDw = Ancho de Una Estación de Control de Salida	m	1.80	1.80	1.80
W = Ancho de Corredor antes y después de las Líneas	m	4.00	4.00	4.00
Número de Puesto de Registro de Tiquetes de Embarque (Pasajeros Internacionales y Domesticos)	#	6.00	8.00	9.00
Área Total de Puestos de Registro de Tiquetes de Embarque (Pasajeros Internacionales y Domesticos)	m ²	189.50	258.50	294.00

Tabla 19: Emigración. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.3. SEGURIDAD

Las áreas del puesto de control de seguridad comprenden el espacio necesario para los pasajeros, las máquinas de rayos X para el procesamiento de equipaje, los detectores de metales de arco (o escáneres de cuerpo entero), así como las áreas de organización y reorganización antes y después del proceso, circulación y cola. Así mismo se ha considerado un área de 15 metros por 4 metros para cada posición

de procesamiento, alineada con los estándares internacionales (IATA), lo que permite acomodar un escáner sencillo por cada dos máquinas de rayos X. Estas máquinas ofrecen la capacidad de procesar a múltiples pasajeros simultáneamente, reduciendo la cantidad de empleados necesarios.

SEGURIDAD INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.10	1.10	1.10
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	7.50	7.50	7.50
MQTy/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	2.00	2.00	2.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
CR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro Tradicional	%	50%	50%	50%
BR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro de Equipaje	%	35%	35%	35%
PTSEC = Tiempo de Procesado por Pasajero	segundos	15.00	15.00	15.00
SECd = Profundidad de Una Estación de Control de Salida	m	4.00	4.00	4.00
SECw = Ancho de Una Estación de Control de Salida	m	15.00	15.00	15.00
W = Ancho de Corredor antes y después de las Líneas	m	4.00	4.00	4.00
Numero de Líneas de Seguridad	#	19.00	20.00	24.00
Área Total de Seguridad – Internacional	m ²	3092.20	3,253.00	3,905.30

Tabla 20: Seguridad Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

SEGURIDAD DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
SP = Área / Pasajero (PAX)	m ² /PAX	1.10	1.10	1.10
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	7.50	7.50	7.50
MQTy/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	2.00	2.00	2.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
CR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro Tradicional	%	50%	50%	50%
BR = Proporción de Pasajeros Utilizando Registro de Equipaje	%	35%	35%	35%
PTSEC = Tiempo de Procesado por Pasajero	segundos	15.00	15.00	15.00
SECd = Profundidad de Una Estación de Control de Salida	m	4.00	4.00	4.00
SECw = Ancho de Una Estación de Control de Salida	m	15.00	15.00	15.00
W = Ancho de Corredor antes y después de las Líneas	m	4.00	4.00	4.00
Numero de Líneas de Seguridad	#	12.00	13.00	14.00
Área Total de Seguridad – Domestico	m ²	870.00	925.00	997.30

Tabla 21: Seguridad Doméstica. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.4. SALAS DE ESPERA

Las salas de espera, constituyen los espacios donde los pasajeros pasan la mayor parte de su tiempo en el aeropuerto. Estas salas se conciben como plantas libres a lo largo de las puertas de embarque, integrando una variedad de opciones de estancia. El tamaño de las salas de espera ha sido calculado en función del número de pasajeros de las aeronaves en cada puerta de embarque durante la hora pico.

SALAS DE ESPERA (SALÓN DE SALIDA) INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
LF = Factor de Carga de Aeronave	%	83%	83%	83%
SR = Proporción de Asiento	%	65%	65%	65%
SRf = Adjustment Factor to Seat Ratio	%	10%	10%	10%
Gf = Factor de Salón Común de Embarque	%	90%	90%	90%
S(S) = Espacio Requerido por Usuario Sentado	m ²	1.60	1.60	1.60
S(ST) = Espacio Requerido por Usuario de Pie	m ²	1.10	1.10	1.10
X = Porcentaje de Espacio Adicional para el Desarrollo de las Operaciones de Embarque	%	15%	15%	15%
PL = Longitud de Muelle por Aeronave	m	350.00	350.00	350.00
W = Ancho de Corredor de Circulación	m	15.00	15.00	15.00
Número Total de Asientos en Salas de Espera (Salón de Salida) – Internacional	#	5425.00	8225.00	10850.00
Área Total para Reclamo de Equipaje - Internacional	m ²	6345.00	10,674.00	14,080.00

Tabla 22: Sala de Espera Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

SALAS DE ESPERA (SALÓN DE SALIDA) DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
LF = Factor de Carga de Aeronave	%	83%	83%	83%
SR = Proporción de Asiento	%	65%	65%	65%
SRf = Adjustment Factor to Seat Ratio	%	10%	10%	10%
Gf = Factor de Salón Común de Embarque	%	90%	90%	90%
S(S) = Espacio Requerido por Usuario Sentado	m ²	1.60	1.60	1.60
S(ST) = Espacio Requerido por Usuario de Pie	m ²	1.10	1.10	1.10
X = Porcentaje de Espacio Adicional para el Desarrollo de las Operaciones de Embarque	%	15%	15%	15%
PL = Longitud de Muelle por Aeronave	m	350.00	350.00	350.00
W = Ancho de Corredor de Circulación	m	15.00	15.00	15.00
Número Total de Asientos en Salas de Espera (Salón de Salida) – Domestico	#	990.00	1383.00	1680.00
Área Total para Reclamo de Equipaje - Internacional	m ²	6345.00	2,313.00	5,319.00

Tabla 23: Salas de Espera Domestico. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.5. PUENTES DE ABORDAJE

La planificación del área fija para los puentes de abordaje y la circulación vertical asociada se realizará para todas las puertas de abordaje de contacto.

PUENTES DE ABORDAJE INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	#	20	30	40
T(P) = Tiempo de Permanencia para Pasajeros	m ²	90.00	90.00	90.00
T(V) = Tiempo de Permanencia para Visitantes	%	5%	5%	5%
Área Total para Puentes Fijos de Abordaje - Internacional	m ²	1,890.00	2,835.00	3,780.00

Tabla 24: Puentes de abordaje Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.6. INMIGRACIÓN

El salón de inmigración del Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino se diseñará para procesar a todos los pasajeros a través de un salón centralizado con estaciones de oficiales, permitiendo la incorporación de kioscos automatizados en etapas futuras. El espacio y tiempo de espera se basarán en el nivel óptimo de servicio (LoS), considerando que el factor pico de 30 minutos representará el 60% de los pasajeros hora punta (PHP). El tamaño de las estaciones se ajustará a las operaciones típicas y se basará en las unidades empleadas en el aeropuerto, con un corredor de 6 metros frente a las estaciones y 9 metros detrás.

INMIGRACIÓN	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
PT = Tiempo de Procesado en Control de Pasaporte para Ambos	segundos	60.00	60.00	60.00
MQTy = Tiempo de Espera – Clase Económica	minutos	7.50	7.50	7.50
MQTy/f = Tiempo de Espera – Clase Negocios y Primera Clase	minutos	3.00	3.00	3.00
PCd = Profundidad de una Caseta de Control de Pasaporte para Arribos	m	10.00	10.00	10.00
PCw = Ancho de una Caseta de Control de Pasaporte para Arribos	m	1.50	1.50	1.50
SP = Espacio por Persona	m ²	1.10	1.10	1.10
W = Ancho de Corredor Detrás de Caseta de Control	m	9.00	9.00	9.00
Número de Casetas de Control de Pasaporte para Arribos	#	21.00	37,00	82.00
Área Total de Seguridad – Internacional	m ²	670.00	1,189.30	2669.00

Tabla 25: Inmigración. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.7. RECLAMO DE EQUIPAJE

Se asume que el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) contará con un salón de reclamo de equipaje consolidado para pasajeros internacionales y otro para pasajeros domésticos. Esta partición es necesaria debido a los requisitos de procesamiento en aduanas para los pasajeros internacionales.

El tamaño del salón de reclamo de equipaje se calcula con base en los pasajeros hora punta (PHP) y el tipo de aeronaves que arriban. Se estima un promedio de 160 pasajeros para aeronaves de cuerpo estrecho y 350 pasajeros para aeronaves de cuerpo ancho, según las aeronaves que probablemente operarán en el NAIN. Para aeronaves domésticas de código B, se considera un promedio de 37 pasajeros. Para asegurar una capacidad adecuada, se toman en cuenta tanto puertas de desembarque de contacto como remotas.

Aunque la demanda de puertas de desembarque para aeronaves de cuerpo estrecho puede ocurrir fuera de la hora punta, se considera para asegurar que los cinturones de equipaje más grandes, que sirven a estas aeronaves, estén incluidos en la planificación. Estos cinturones se asumen de doble entrada para permitir su uso en múltiples aeronaves de cuerpo estrecho cuando sea necesario.

El espacio asignado por persona en el frente de reclamo se establece en 0.85 metros, de acuerdo con el Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADMR V10) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Se asume que un alto porcentaje de pasajeros internacionales (90%) desembarcarán con equipaje registrado, mientras que un porcentaje menor (50%) lo hará en el caso de los pasajeros domésticos, debido a las características de los usuarios.

Además, se considera un ritmo más lento en la llegada de los pasajeros al área de reclamo de equipaje internacional, dado los procesos de inmigración a los que están sometidos, resultando en una tasa de recirculación del 60%. Para el área de reclamo de equipaje doméstico, la tasa de recirculación se establece en el 40%. El tiempo promedio de ocupación de los cinturones de reclamo por vuelo, según el ADMR V10 de la IATA, es de 20 minutos para aeronaves de cuerpo estrecho y 45 minutos para aeronaves de cuerpo ancho.

Cada carrusel de equipaje tiene un ancho de 6.5 metros, incluyendo el detenedor de equipaje, y se considera un espacio de 3.5 metros a cada lado del equipo para el reclamo, así como 4 metros para circulación. Se reserva un adicional de 10 metros para circulación. La longitud calculada de un carrusel de equipaje para aeronaves de cuerpo estrecho es de aproximadamente 40 metros, y de 80 metros para aeronaves de cuerpo ancho. Estos requisitos deberán verificarse durante el proceso de diseño. Para el reclamo de equipaje doméstico, a pesar de que los requisitos calculados son bajos, se asignarán al menos dos dispositivos de reclamo de equipaje pequeños para garantizar redundancia.

RECLAMO EQUIPAJE INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
PAX(WB) = Número de Pasajeros por Aeronave – Cuerpo Ancho	#	160.00	160.00	160.00
PAX(WB) = Número de Pasajeros por Aeronave – Cuerpo Ancho	#	350.00	350.00	350.00
SP = Frente de Reclamo por Pasajero	m	0.85	0.85	0.85
PR = Porcentaje de Pasajeros Recogiendo Equipaje	%	90%	90%	90%
RR = Tasa de Recirculación	%	60%	60%	60%
P(NB) = Porcentaje de Pasajeros Llegando en Aeronaves de Cuerpo Estrecho	%	88%	88%	88%
P(WB) = Porcentaje de Pasajeros Llegando en Aeronaves de Cuerpo Ancho	%	13%	13%	13%
OT(NB) = Tiempo de Ocupación Promedio de Aparato de Reclamo para Aeronaves E	minutos	20.00	20.00	20.00
OT(WB) = Tiempo de Ocupación Promedio de Aparato de Reclamo para Aeronaves A	minutos	45.00	45.00	45.00
Cw = Ancho de Carrusel	m	6.50	6.50	6.50
SB = Amortiguamiento Lateral para Permitir Movimiento de Pasajeros	m	13.00	13.00	13.00
Número Total de Caruseles para Reclamo de Equipaje	#	2.00	4.00	8.00
Área Total para Reclamo de Equipaje - Internacional	m ²	3710.40	5,659.80	11,319.60

Tabla 26: Reclamo de Equipaje Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

RECLAMO EQUIPAJE DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
PAX(WB) = Número de Pasajeros por Aeronave – Cuerpo Ancho	#	37.00	37.00	37.00
SP = Frente de Reclamo por Pasajero	m	0.85	0.85	0.85
PR = Porcentaje de Pasajeros Recogiendo Equipaje	%	90%	90%	90%
RR = Tasa de Recirculación	%	60%	60%	60%
P(NB) = Porcentaje de Pasajeros Llegando en Aeronaves de Cuerpo Estrecho	%	88%	88%	88%
OT(NB) = Tiempo de Ocupación Promedio de Aparato de Reclamo para Aeronaves C.E	minutos	20.00	20.00	20.00
Cw = Ancho de Carrusel	m	6.50	6.50	6.50
SB = Amortiguamiento Lateral para Permitir Movimiento de Pasajeros	m	13.00	13.00	13.00
Número Total de Caruseles para Reclamo de Equipaje	#	1.00	2.00	3.00
Área Total para Reclamo de Equipaje - Domestico	m ²	256.32	461.30	1061.00

Tabla 27: Reclamo de Equipaje. Domestico. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.8. ADUANAS

Todos los pasajeros internacionales que ingresen al país deberán pasar por la inspección de aduanas. En esta etapa, los pasajeros son procesados para cumplir con los requisitos de las agencias fronterizas pertinentes. De acuerdo con las normativas de las autoridades de Nicaragua, los pasajeros deben someter su equipaje a un escaneo con máquinas de rayos X, donde un oficial asistente verificará sus documentos. Si los pasajeros cumplen con las regulaciones establecidas, se les autoriza a ingresar al país. En caso contrario, se les separa para un procesamiento adicional.

Este proceso, que consiste en una única etapa de revisión del equipaje mediante máquinas de rayos X, difiere ligeramente del procedimiento de dos etapas descrito en el Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADMR V10) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Para este cálculo, se asume un tiempo de procesamiento rápido de 20 segundos por pasajero, acorde con las operaciones actuales, y un tiempo de espera de 5 minutos, en línea con el rango alto de soporte del nivel de servicio (LoS), para compensar el procesamiento y el tiempo general de espera.

El tamaño de las máquinas de rayos X se basa en una unidad típica y se considera un corredor de 6 metros para circulación en los cálculos.

Proceso y Ergonomía

Este proceso de una sola etapa, donde el equipaje se revisa mediante máquinas de rayos X, se ha diseñado para maximizar la eficiencia y comodidad de los pasajeros. Aunque difiere del procedimiento de dos etapas descrito en el Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADMR V10) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA), se han considerado aspectos clave para mejorar la experiencia del usuario:

Tiempo de Procesamiento: Se asume un tiempo de procesamiento rápido de 20 segundos por pasajero, en línea con las operaciones actuales. Además, se considera un tiempo de espera de 5 minutos, conforme al rango alto de soporte del nivel de servicio (LoS), para equilibrar el procesamiento y el tiempo general de espera.

Diseño Ergonómico: El área de inspección está diseñada para facilitar el flujo eficiente de pasajeros, con un diseño ergonómico que minimiza el tiempo de espera y mejora la comodidad. Las máquinas de rayos X están ubicadas a una altura accesible para los oficiales y los pasajeros, reduciendo la necesidad de movimientos incómodos y asegurando una revisión rápida y precisa.

Accesibilidad: Se garantiza que el espacio sea accesible para personas con movilidad reducida, con áreas de espera y circulación amplias y bien señalizadas. Se han incorporado características como rampas y pasillos anchos para facilitar el acceso y movimiento.

Circulación y Espacio: El tamaño de las máquinas de rayos X se basa en unidades típicas, y se ha previsto un corredor de 6 metros para la circulación. Este diseño permite un flujo continuo y ordenado, evitando aglomeraciones y facilitando un tránsito fluido a través del área de inspección.

Seguridad y Privacidad: La disposición de las estaciones de inspección asegura que los pasajeros mantengan la privacidad durante la revisión de su equipaje. Las áreas están diseñadas para minimizar la exposición innecesaria y garantizar la seguridad tanto de los pasajeros como de los oficiales.

ADUANAS	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
PK = Factor Punta de 30 minutos (en % de Pasajero Hora Punta (PHP))	%	60%	60%	60%
PT(PI) = Tiempo de Procesado por Pasajeros en Inspección Primaria	segundos	-	-	-
PT(OR) = Tiempo de Procesado por Pasajero en Instalaciones de Rayos X	segundos	20.00	20.00	20.00
IR = Porcentaje de Pasajeros a ser Inspeccionados	%	100%	100%	100%
PI _d = Profundidad de un Carril de Cabina de Inspección Primario	m	-	-	-
PI _w = Ancho de un Carril de Cabina de Inspección Primario	m	-	-	-
MQT(PI) = Tiempo Máximo de Cola en Inspección Primaria	segundos	-	-	-
MQT(XR) = Tiempo Máximo de Cola en Instalaciones de Rayos X	segundos	5.00	5.00	5.00
XR _d = Profundidad de un Carril de Rayos X	m	4.00	4.00	4.00
XR _w = Ancho de un Carril de Rayos X. Incluye Equipo, Circulación, Oficial	m	3.00	3.00	3.00
SP = Espacio por Persona	m ²	1.50	1.50	1.50
W = Ancho de Corredor Detrás de Escritorios	m	6.00	6.00	6.00
Número de Instalaciones de Rayos X	#	1.00	2.00	4.00
Área total de Instalaciones de Rayos X. Incluye Equipo, Circulación, Oficial - Internacional	m ²	314.00	560.00	1,267.00

Tabla 28: Aduanas. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.9. SALONES DE ARRIBO

La dimensión del salón de arribos en el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) se ha calculado teniendo en cuenta el número de pasajeros hora punta (PHP) que desembarcan. Este cálculo se basa en los tiempos de espera y el número de visitantes, siguiendo las directrices establecidas en el Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADMR V10 – Airport Development Reference Manual, 10ª edición) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA – International Air Transport Association). Estos estándares se alinean con las prácticas generalmente aceptadas en la planificación aeroportuaria.

Para el diseño del salón de arribos, se ha considerado una proporción de asientos que se ajusta al rango medio del nivel óptimo de soporte de servicio (LoS), permitiendo una experiencia de usuario cómoda y eficiente. El espacio asignado por pasajero sentado se ha ajustado al rango alto del nivel de soporte de servicio, lo que facilita la implementación de diversas tipologías de asientos, tales como asientos de planta libre, asientos individuales y asientos grupales, entre otros. Este enfoque asegura flexibilidad y comodidad en el área de espera.

En cuanto al área destinada a los pasajeros de pie, se ha utilizado el rango bajo del nivel de soporte de servicio (LoS), ya que se considera adecuado para la capacidad requerida. Este enfoque permite un manejo eficiente de la densidad de pasajeros, garantizando un flujo continuo que evita la congestión sin comprometer la comodidad ni la funcionalidad del espacio. Además, se ha priorizado la optimización del diseño para maximizar el uso del área disponible, considerando tanto la seguridad como la facilidad de acceso.

La elección de un LoS bajo también facilita la flexibilidad en la disposición del mobiliario, permitiendo adaptaciones futuras según las necesidades operativas. Este enfoque asegura que, a pesar de las fluctuaciones en la demanda, el área mantenga su eficacia operativa sin sacrificar la calidad del servicio al pasajero.

SALONES DE ARRIBO INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0	FASE 1	FASE 2
		ESCENARIO 2033	ESCENARIO 2043	ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
T(P) = Tiempo de Permanencia para Pasajeros	minutos	5.00	5.00	5.00
T(V) = Tiempo de Permanencia para Visitantes	minutos	15.00	15.00	15.00
VR = Número de Visitantes por Pasajero	#	1.00	1.00	1.00
SR = Proporción de Asiento	%	20%	20%	20%
SP(S) = Espacio por Persona Sentada	m ²	2.30	2.30	2.30
SP(ST) = Espacio por Persona de Pie	m ²	2.00	2.00	2.00
Área Total para Salones de Arribo - Internacional	m ²	782.80	1,409.04	3,240.38

SALONES DE ARRIBO INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0	FASE 1	FASE 2
		ESCENARIO 2033	ESCENARIO 2043	ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
T(P) = Tiempo de Permanencia para Pasajeros	minutos	5.00	5.00	5.00
T(V) = Tiempo de Permanencia para Visitantes	minutos	15.00	15.00	15.00
VR = Número de Visitantes por Pasajero	#	1.00	1.00	1.00
SR = Proporción de Asiento	%	20%	20%	20%
SP(S) = Espacio por Persona Sentada	m ²	2.30	2.30	2.30
SP(ST) = Espacio por Persona de Pie	m ²	2.00	2.00	2.00
Área Total para Salones de Arribo - Domestico	m ²	115.00	207.06	475.02

Tabla 29: Salones de Arribo. Fuente: Elaborado por autores.

Proporción y Distribución de Asientos:

La proporción de asientos en el salón se ha determinado utilizando el rango medio del nivel óptimo de soporte de servicio (LoS). Esto asegura que el salón pueda acomodar eficientemente el volumen de pasajeros esperado durante las horas punta. Se ha asignado un espacio generoso por pasajero sentado, en el rango alto de LoS, lo que permite una variedad de configuraciones de asientos. Esto incluye asientos de planta libre, asientos individuales, y asientos grupales, adaptados a diferentes necesidades y preferencias de los pasajeros.

Área para Pasajeros de Pie:

Para el área destinada a los pasajeros de pie, se ha empleado el rango bajo del nivel de soporte de servicio (LoS). Este enfoque garantiza que el espacio sea adecuado para manejar el flujo de pasajeros adicionales sin comprometer la comodidad o la funcionalidad. La planificación incluye suficiente espacio para permitir una circulación fluida y minimizar la congestión.

5.3.10. CONCESIONES COMERCIALES

Para dimensionar el espacio destinado a concesiones comerciales en el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN), se ha tomado en cuenta el volumen previsto de tráfico de pasajeros. El objetivo es garantizar que las concesiones no solo estén adecuadamente proporcionadas al flujo de pasajeros, sino que también presenten una variedad de tipologías y ubicaciones para maximizar su eficacia y servicio.

Metodología de Dimensionamiento

La planificación del espacio para concesiones se ha basado en la mezcla recomendada en el Manual de Referencia para el Desarrollo Aeroportuario (ADRM V10). Según estas directrices, se asigna un 40% del área para alimentos y bebidas (F&B) y un 60% para comercio al por menor y detalles. Para garantizar que estas áreas sean funcionales y suficientes, se han adoptado los siguientes estándares:

Alimentos y Bebidas (F&B): Se ha establecido una tasa de 3.6 m² por pasajero hora punta (PHP).

Comercio al por Menor y Detalle: Se ha previsto una tasa de 4.8 m² por PHP.

Estos estándares aseguran que el espacio para concesiones comerciales en el NAIN sea adecuado para satisfacer las necesidades y expectativas de los pasajeros, proporcionando un equilibrio entre opciones gastronómicas y de compras.

5.3.11. SERVICIOS SANITARIOS

Los servicios sanitarios en el NAIN se dimensionan de acuerdo con estándares internacionales para garantizar un acceso conveniente y eficiente para todos los pasajeros desde cualquier punto del aeropuerto. La planificación de estos servicios considera:

Accesibilidad: Los servicios sanitarios están distribuidos estratégicamente a lo largo del aeropuerto para asegurar que todos los pasajeros puedan acceder fácilmente sin importar su ubicación dentro del edificio.

Capacidad y Diseño: El diseño de los servicios sanitarios se basa en referencias internacionales para asegurar que haya suficiente capacidad durante los picos de demanda. Se han considerado las mejores

prácticas en términos de accesibilidad y confort para todos los usuarios, incluyendo instalaciones para personas con movilidad reducida.

CONSESIONES BASADO EN HORA PUNTA (PHP) – INTERNACIONAL		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Porcentaje para Ventas al Por Menor	%	60%	60%	60%
Porcentaje para Alimentos y Bebidas	%	40%	40%	40%
Área para Ventas al Por Menor por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	4.80	4.80	4.80
Áreas para Alimentos y Bebidas por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	3.60	3.60	3.60
Área para Alimentos y Bebidas Internacionales	m ²	2,995.20	5,909.76	13,590.72
Área para Ventas al Por Menor Internacionales	m ²	1,497.6	2,954.88	6,795.36
Área Total para Concesiones Basado en Hora Punta (PHP) – Internacional	m ²	4,492.8	8,864.64	20,385.36

CONSESIONES BASADO EN HORA PUNTA (PHP) – DOMESTICO		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
Porcentaje para Ventas al Por Menor	%	60%	60%	60%
Porcentaje para Alimentos y Bebidas	%	40%	40%	40%
Área para Ventas al Por Menor por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	4.80	4.80	4.80
Áreas para Alimentos y Bebidas por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	3.60	3.60	3.60
Área para Alimentos y Bebidas Domesticos	m ²	489.60	881.28	2,024.64
Área para Ventas al Por Menor Domesticos	m ²	244.80	440.64	1,012.32
Área Total para Concesiones Basado en Hora Punta (PHP) – Domestico	m ²	734.40	1,321.92	3,036.96

Tabla 30: Concesiones Comerciales. Fuente: Elaborado por autores.

SERVICIOS SANITARIOS - INTERNACIONAL		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque/Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
T(P) = Tiempo de Permanencia para Pasajeros	m ²	0.70	0.70	0.70
Área Total Servicios Sanitarios - Internacional	m ²	1628.57	2931.42	6761.42

SERVICIOS SANITARIOS - INTERNACIONAL		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque/Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
T(P) = Tiempo de Permanencia para Pasajeros	m ²	0.70	0.70	0.70
Área Total Servicios Sanitarios - Internacional	m ²	242.85	437.17	1004.2

Tabla 31: Servicios Sanitarios. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.12. SISTEMA DE MANEJO DE EQUIPAJE (BHS)

El sistema de manejo de equipaje para se ha diseñado con un enfoque específico para el equipaje de salida y, de entrada.

Para el equipaje de salida, se ha planificado un muelle de clasificación por puerta de embarque. Esta área está basada en la unidad típica, que incluye espacio para parqueo, operaciones y calle de acceso. Además, se ha considerado un porcentaje de ajuste para almacenar equipaje que llegue antes de tiempo y para satisfacer las necesidades de aeronaves grandes, con unidades dedicadas para el almacenamiento seguro del equipaje que viaja a o desde Estados Unidos.

Se ha previsto una zona separada para la revisión de equipaje, que incluirá fajas de pre-calificación y escáneres de rayos X. El tamaño de estas áreas se ha dimensionado utilizando referencias de aeropuertos internacionales como el Aeropuerto Internacional de Los Ángeles, el Aeropuerto Internacional de Incheon, el Aeropuerto Internacional de Ciudad de México y el Aeropuerto John Wayne. Además, se incorporarán sistemas de gestión automatizada que optimizan el flujo y la seguridad del equipaje, garantizando una rápida clasificación y reducción de tiempos de espera. La tecnología permitirá una supervisión más eficiente y una respuesta ágil ante cualquier inconveniente.

Para el equipaje de entrada, se ha asumido que no será revisado antes de su distribución, sino después de que los pasajeros lo recojan. En este caso, se considera que un cinturón de entrada es adecuado para cada dispositivo de reclamo, siguiendo la operación estándar. Se ha previsto una integración de tecnologías avanzadas para el seguimiento y la gestión del equipaje, como sistemas de escaneo y etiquetado automatizado, que facilitan la localización y manejo eficiente de las piezas de equipaje.

Estos sistemas contribuirán a una reducción en el riesgo de pérdidas y errores, mejorando la experiencia general del pasajero y la operatividad del aeropuerto. Además, se han contemplado espacios dedicados para el soporte técnico y la atención al cliente, asegurando una respuesta rápida y efectiva a cualquier incidencia con el equipaje.

		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
SISTEMA DE MANEJO DE EQUIPAJE – INTERNACIONAL		UNIDAD		
Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Demanda de Estacionamiento en Hora Punta (Solo Puertas de Embarque de Contacto)	#	20	30	40
Numero de Muelles de Clasificación por Puertas de Embarque	#	1	1	1
Área por Muelle de Clasificación	m ²	192.50	192.50	192.50
Área Total para Muelles de Clasificación	m ²	3,850	5,775	7,700
Pre – Clasificación + Escaneo de Rayos X – Internacional				
Tolerancia de Área por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	0.88	0.88	0.88
Área Total de Escaneo y Clasificación	m ²	915.2	1,805.76	4,152.72
Cinturones de Entrada de Equipaje – Internacional				
Dispositivos de Reclamo – Aeronaves de Cuerpo Angosto	#	4.00	5.00	6.00
Dispositivos de Reclamo – Aeronaves de Cuerpo Ancho	#	1.00	1.00	1.00
Área por Cinturón de Entrada	m ²	210	210	210
Área Total para Cinturones de Entrada	m ²	1,050	1,260	1,470
Área de Oficinas y Equipos para Sistema de Manejo de Equipaje – Internacional				
Área Total de Operaciones	m	5,815.2	8,840.76	13,322.72
Espacio de Oficina en Porcentaje de Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Oficina	m ²	58.15	88.40	133.22
Área Total del Sistema de Manejo de Equipos – Internacional	m ²	5,873.35	8,928.40	13,455.94

		FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
SISTEMA DE MANEJO DE EQUIPAJE – DOMESTICO		UNIDAD		
Embarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
Demanda de Estacionamiento en Hora Punta (Solo Puertas de Embarque de Contacto)	#	10	15	20
Numero de Muelles de Clasificación por Puertas de Embarque	#	1	1	1
Área por Muelle de Clasificación	m ²	192.50	192.50	192.50
Área Total para Muelles de Clasificación	m ²	1,925	2,887	3,850
Pre – Clasificación + Escaneo de Rayos X – Domestic				
Tolerancia de Área por Pasajero Hora Punta (PHP)	m ²	0.88	0.88	0.88
Área Total de Escaneo y Clasificación	m ²	149.6	269.28	618.64
Cinturones de Entrada de Equipaje – Domestic				
Dispositivos de Reclamo – Aeronaves de Cuerpo Angosto	#	1.00	2.00	3.00
Dispositivos de Reclamo – Aeronaves de Cuerpo Ancho	#	0.00	0.00	0.00
Área por Cinturón de Entrada	m ²	210	210	210
Área Total para Cinturones de Entrada	m ²	210	420	630
Área de Oficinas y Equipos para Sistema de Manejo de Equipaje – Domestic				
Área Total de Operaciones	m	2,284.6	3,576.28	5,098.64
Espacio de Oficina en Porcentaje de Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Oficina	m ²	22.84	35.76	50.98
Área Total del Sistema de Manejo de Equipos – Domestic	m ²	2,307.44	3,612.04	5,149.62

Tabla 32: Sistema de Manejo de Equipaje. Fuente: Elaborado por los autores.

5.3.13. ÁREAS PARA FUNCIONES SECUNDARIAS

Además de las áreas de procesamiento de pasajeros y equipaje previamente descritas, que se pueden dimensionar siguiendo códigos y estándares, el aeropuerto incluirá una serie de funciones secundarias esenciales para su funcionamiento. Estas áreas, cuya dimensión precisa solo puede determinarse mediante un detallado esfuerzo de planificación que involucre a aerolíneas, operadores aeroportuarios, agencias gubernamentales, inquilinos, entre otros, se desarrollarán durante el proceso de diseño de la terminal. Sin embargo, para efectos de planificación inicial, se han tomado en cuenta prácticas comunes de la industria.

Entre estas áreas secundarias se encuentran:

Salones para aerolíneas y pasajeros premium, que incluyen salones VIP y CIP (Comercial Important Person).

Oficinas administrativas del aeropuerto, que comprenden casilleros para empleados, comedores y otras instalaciones relacionadas.

Oficinas para aerolíneas, que incluyen casilleros para empleados y áreas de almacenamiento.

Oficinas para agencias gubernamentales.

Espacios destinados a servicios de asistencia en tierra y operaciones, tales como áreas de rampa.

Instalaciones de ingeniería.

Otros espacios para inquilinos, como oficinas y áreas de almacenamiento.

Un centro de control de operaciones aeroportuarias, que también podría ubicarse en un edificio dedicado.

Una torre de control de rampa.

Amenidades para pasajeros, que abarcan áreas de acondicionamiento físico, cuartos de meditación, juegos infantiles, espacios para representaciones, exhibiciones de arte, centro de negocios, bancos, oficinas postales, barberías y salones de belleza, cuartos de descanso, hoteles, guarderías, entre otros.

Áreas verdes, que serán espacios exteriores conectados tanto con el lado aire como con el lado tierra de la terminal. Estas áreas verdes se integrarán con los espacios comerciales, de alimentos y bebidas (F&B) y otras amenidades para los pasajeros, ofreciendo una parte integral de la experiencia en el aeropuerto y reflejando la identidad de Nicaragua para los pasajeros y usuarios en general.

ÁREAS PARA FUNCIONES SECUNDARIAS – INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Salones (Incluyendo VIP/CIP)				
Salones como Porcentaje del Total	%	2%	2%	2%
Área de Salones	m ²	798.00	1,436.40	3,303.30
Oficinas de Gestión/Administración Aeroportuaria				
Oficina de Operaciones de Terminal como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Oficinas de Operaciones de Terminal	m ²	390	718.20	1,651.65
Oficinas de Aerolíneas				
Área de Oficinas de Aerolíneas como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de Oficinas de Aerolíneas	m ²	798.00	1,436.40	3,303.30
Oficinas de Gobierno Varias				
Oficinas de Gobierno Varias como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área Oficinas de Gobierno Varias	m ²	390	718.20	1,651.65
Servicios de Asistencia en Tierra				
Servicios de Asistencia en Tierra como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Servicios de Asistencia en Tierra	m ²	390	718.20	1,651.65
Instalaciones de Ingeniería				
Instalaciones de Ingeniería como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Instalaciones de Ingeniería	m ²	390	718.20	1,651.65
Otros Espacios para Inquilinos				
Instalaciones Secundarias Varias como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Instalaciones Secundarias Varias	m ²	390	718.20	1,651.65
Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias				
Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias como Porcentaje de Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias	m ²	390	718.20	1,651.65
Torre de Control de Rampa				
Torre de Control de Rampa como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Torre de Control de Rampa	m ²	390	718.20	1,651.65
Muelle de Carga + Almacenaje				
Muelle de Carga + Almacenaje como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Muelle de Carga + Almacenaje	m ²	390	718.20	1,651.65
Amenidades para Pasajeros				
Amenidades para Pasajeros como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Amenidades para Pasajeros	m ²	390	718.20	1,651.65
Áreas Verdes y Exteriores				
Áreas Verdes y Exteriores como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de Áreas Verdes y Exteriores	m ²	798.00	1,436.40	3,303.30
Área Total para Áreas para Funciones Secundarias – Internacional en Porcentaje del Total	m ²	6,444.00	10,773.00	24,774.75

Tabla 33: Áreas para funciones secundarias Internacional. Fuente: Elaborado por autores.

ÁREAS PARA FUNCIONES SECUNDARIAS — DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Embarque de Pasajeros Domesticos Hora Punta (PHP)	PAX	170.00	306.00	703.00
Salones (Incluyendo VIP/CIP)				
Salones como Porcentaje del Total	%	2%	2%	2%
Área de Salones	m ²	85.00	153,00	351.90
Oficinas de Gestión/Administración Aeroportuaria				
Oficina de Operaciones de Terminal como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Oficinas de Operaciones de Terminal	m ²	42.50	76.50	175.95
Oficinas de Aerolíneas				
Área de Oficinas de Aerolíneas como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de Oficinas de Aerolíneas	m ²	85.00	153,00	351.90
Oficinas de Gobierno Varias				
Oficinas de Gobierno Varias como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área Oficinas de Gobierno Varias	m ²	42.50	76.50	175.95
Servicios de Asistencia en Tierra				
Servicios de Asistencia en Tierra como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Servicios de Asistencia en Tierra	m ²	42.50	76.50	175.95
Instalaciones de Ingeniería				
Instalaciones de Ingeniería como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Instalaciones de Ingeniería	m ²	42.50	76.50	175.95
Otros Espacios para Inquilinos				
Instalaciones Secundarias Varias como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Instalaciones Secundarias Varias	m ²	42.50	76.50	175.95
Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias				
Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias como Porcentaje de Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Centro de Control de Operaciones Aeroportuarias	m ²	42.50	76.50	175.95
Torre de Control de Rampa				
Torre de Control de Rampa como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Torre de Control de Rampa	m ²	42.50	76.50	175.95
Muelle de Carga + Almacenaje				
Muelle de Carga + Almacenaje como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Muelle de Carga + Almacenaje	m ²	42.50	76.50	175.95
Amenidades para Pasajeros				
Amenidades para Pasajeros como Porcentaje del Área Total	%	1%	1%	1%
Área de Amenidades para Pasajeros	m ²	42.50	76.50	175.95
Áreas Verdes y Exteriores				
Áreas Verdes y Exteriores como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de Áreas Verdes y Exteriores	m ²	85.00	153,00	351.90
Área Total para Áreas para Funciones Secundarias — Domestico en Porcentaje del Total	m ²	637.50	1,147.50	2,639.25

Tabla 34: Áreas para funciones secundarias Domestico. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.14. ÁREAS DE SERVICIO

Se hace una consideración general para espacios de circulación, así como para instalaciones mecánicas, eléctricas y de plomería (MEP). Se destinarán áreas específicas para garantizar un acceso adecuado y mantenimiento eficiente de estos sistemas críticos. Además, se dejarán espacios estratégicamente ubicados que permitan futuras expansiones o modificaciones sin afectar la operación diaria del aeropuerto.

ÁREAS DE SERVICIO COMO PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL - INTERNACIONAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Circulación				
Circulación como Porcentaje del Área Total	%	20%	20%	20%
Área de Circulación	m ²	7,980	14,364	33,033
Núcleos de Circulación Vertical				
Núcleos de Circulación Vertical como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de núcleos de Circulación Vertical	m ²	798	1,436.4	3,223.3
Áreas Totales de Servicio como Porcentaje del Área Total – Internacional	m ²	8,778.00	15,800.4	36,256.00
ÁREAS DE SERVICIO COMO PORCENTAJE DEL ÁREA TOTAL - DOMESTICO	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Circulación				
Circulación como Porcentaje del Área Total	%	20%	20%	20%
Área de Circulación	m ²	850.0	1,530	3,519
Núcleos de Circulación Vertical				
Núcleos de Circulación Vertical como Porcentaje del Área Total	%	2%	2%	2%
Área de núcleos de Circulación Vertical	m ²	85	153	351.9
Áreas Totales de Servicio como Porcentaje del Área Total – Domestico	m ²	935.00	1,683.0	3,870.9

Tabla 35: Áreas de Servicio. Fuente: Elaborado por autores.

5.3.15. ESTACIONAMIENTOS

Los estacionamientos han sido diseñados para atender de manera eficiente las necesidades de los pasajeros y del personal, integrando un sistema multimodal que mejora la conectividad y la accesibilidad. Este sistema incluye áreas específicas para el estacionamiento de pasajeros, vehículos de transporte y personal del aeropuerto, distribuidas estratégicamente cerca de las entradas principales.

ESTACIONAMIENTOS	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Número de Espacios de Estacionamientos	#	1,600	2,800	6,800
Estacionamiento de Corta Estancia 30%	#	480	1,120	2,720
Área de Estructura por Espacio de Estacionamiento m2/vehículo	m ²	35	35	35
Área Estacionamiento de Corta Estancia	m ²	16,800	39,200	95,200
Estacionamiento de Largo Plazo 60%	#	1,120	1,960	4,760
Área de Estacionamiento de Largo Plazo	m ²	39,200	62,720	166,600
Área Total para Estacionamientos de Pasajeros	m ²	56,000	101,720	261,800

ESTACIONAMIENTOS DE EMPLEADOS	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Número de Espacios de Estacionamientos para Empleados	#	200	350	850
m2/vehículo	m ²	30	30	30
Área de Empleados	m ²	6,000	10,500	25,500

ESTACIONAMIENTOS DE TAXIS	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Número de Espacios de Estacionamientos para Taxis	#	200	350	850
m2/vehículo	m ²	30	30	30
Área de Espera para Taxis	m ²	6,000	10,500	25,500

SISTEMA MULTIMODAL	UNIDAD	FASE 0 ESCENARIO 2033	FASE 1 ESCENARIO 2043	FASE 2 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00	2,052.00	4,719.00
Número de Pasajeros por Tren	#	400	400	400
Trenes Hora Pico	#	1	2	2
Área de Vías y Plataforma	m ²	2,912	2,912	2,912
Área del Salón de Pasajeros	m ²	500	500	500
Consideración de 30% para Servicios Sanitarios, Comercio y Servicios	#	150	150	150
Área Total para Estacionamientos de Pasajeros	m ²	3,562	3,562	3,562

Tabla 36: Estacionamientos y sistema Multimodal. Fuente: Elaborada por autores.

5.4. DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS BASE PARA PLANEACIÓN DE LA CIUDAD AEROPORTUARIA

El desarrollo de la ciudad aeroportuaria se basa en los modelos de análisis y la proyección de pasajeros, junto con referencias internacionales que establecen los parámetros básicos del proyecto. Un programa modelo de desarrollo se define y se ajusta a las opciones de desarrollo identificadas para el proyecto.

Para la planificación de la ciudad aeroportuaria, se han categorizado las áreas y funciones de la siguiente manera:

- Servicios primarios: Incluyen un hotel aeroportuario, áreas de venta al por menor, servicios de apoyo para pasajeros y empleados, un centro médico, y oficinas administrativas para el aeropuerto y otras agencias. Estos servicios están estrechamente vinculados con el funcionamiento del aeropuerto y, por tanto, deben estar ubicados cerca de los servicios secundarios.
- Servicios secundarios: Comprenden oficinas adicionales, hoteles, comercio al por menor, servicios, áreas industriales ligeras y residenciales. Estos servicios surgen como consecuencia de los desarrollos primarios y se ubican a mayor distancia, proporcionando soporte adicional.
- Servicios requeridos: Incluyen espacios de estacionamiento para los servicios primarios y secundarios. Estos espacios están distribuidos a lo largo del área de desarrollo del aeropuerto.

Los posibles usos de suelo para la nueva ciudad aeroportuaria incluyen:

- Hoteles
- Edificios de oficinas
- Desarrollos industriales
- Centros de comercio
- Áreas verdes y recreativas
- Residencias

Con base en los datos y modelos desarrollados, se generan configuraciones posibles para el desarrollo de la ciudad aeroportuaria, ajustadas a las características de la terminal. Los programas ubicados en el área primaria de expropiación, cercana a las pistas y a la terminal, deben cumplir con los requisitos funcionales y representar oportunidades comerciales directas para futuros operadores.

Los valores de referencia contemplados para el desarrollo de la ciudad aeroportuaria son los que se presentan a continuación

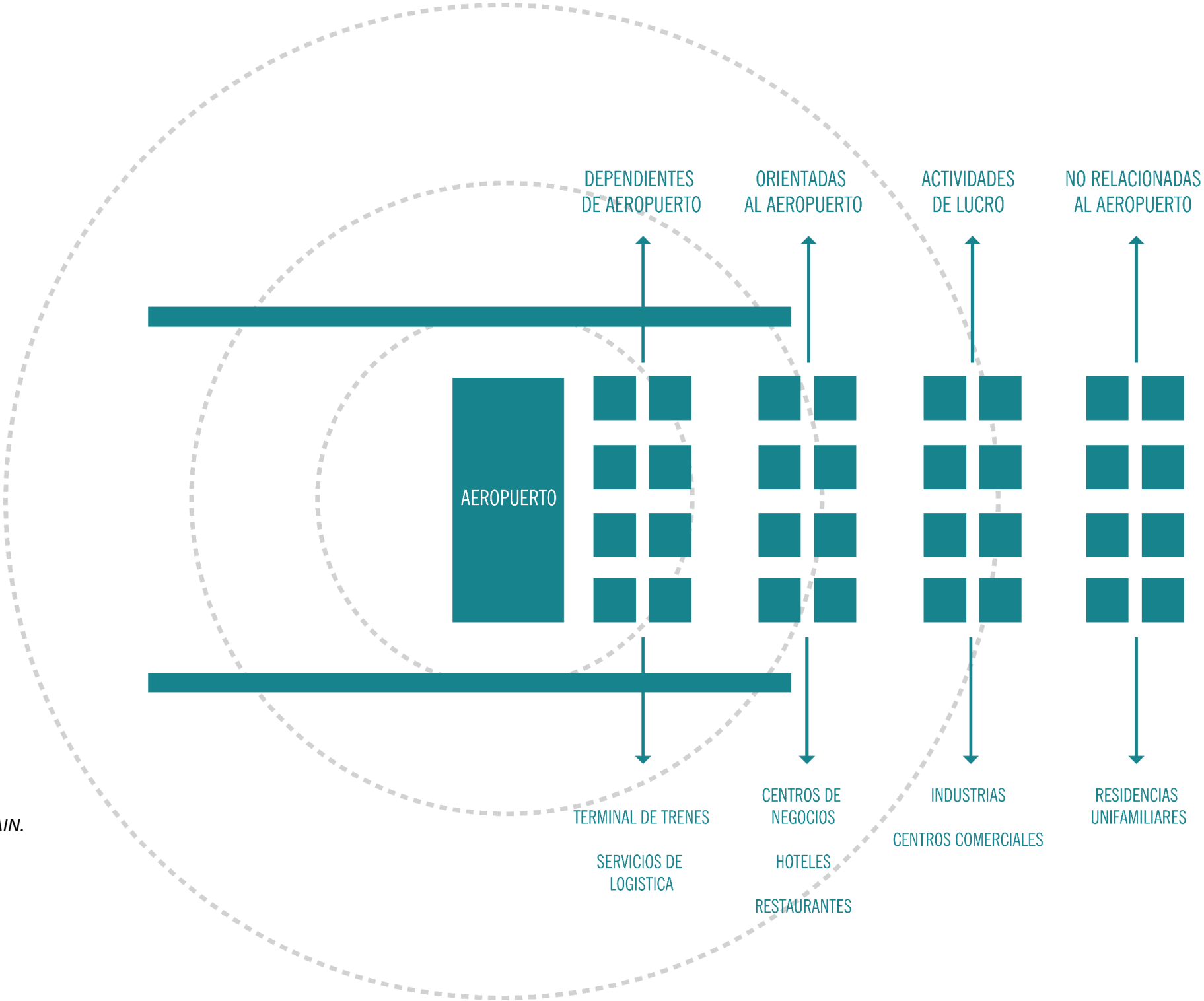


Ilustración 64: Componentes Ciudad Aeropuerto NAIN.

Fuente: Elaborado por autores.

5.4.1. COMERCIO Y SERVICIOS.

Para el sector de Comercio y Servicios, se estima que su desarrollo se concentrará principalmente en las zonas primarias, particularmente en lo referente a comercio y servicios de alto nivel. En cuanto a las zonas secundarias, su crecimiento se prevé como una consecuencia directa de las demandas generadas por el desarrollo en las zonas primarias.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DE DESARROLLO	DE	REFERENCIA	DE	Rango	BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP				MAP	4 148 200	7 466 760	17 173 548	
ÁREA DE SITIO				m2	1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46	
ÁREA DE SITIO				ha	0.0001	0.0001	0.0001	
ÁREA DE SITIO				km2	1.70	1.70	1.70	
Comercio y Servicios				m2	50,000	90,000	115,000	
5-6 Niveles				m2	44,000	77,000	99,000	
60% de Cobertura				m2	26,400	46,200	59,400	
12% Carreteras / Calles				m2	3,168	5,554	7,128	
10% Áreas Verdes				m2	5,000	9,000	11,500	
Huella Total				m2	34,568	60,756	78,028	

Tabla 37. Comercio y Servicios. Fuente: Elaborado por autores.

5.4.2. INDUSTRIA.

Para el caso de los desarrollos industriales, los mismos serán considerados como una función secundaria al desarrollo aeroportuario, y por tanto los mismos se consideran a ser desarrollados. Esto ya que estos usos presentan características incompatibles con los otros programas presentes dentro de la propuesta de ciudad aeropuerto, pero a la vez se ven ligados de manera directa con el funcionamiento total del programa del complejo aeroportuario.

Estas consideraciones para las zonas industriales también le permiten el contar con accesos secundarios vía terrestre que permiten dividir el flujo de tránsito en función de usos y por tanto plantear requerimientos viales particulares a los usos presentes dentro de las zonas planteadas.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DE DESARROLLO	DE	REFERENCIA	DE	Rango	BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP				MAP	4 148 200	7 466 760	17 173 548	
ÁREA DE SITIO				m2	1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46	
ÁREA DE SITIO				ha	0.0001	0.0001	0.0001	
ÁREA DE SITIO				km2	1.70	1.70	1.70	
Industria				m2	200,000	260,000	460,000	
1-2 Niveles				m2	154,200	215,880	400,920	
60% de Cobertura				m2	92,520	129,528	240,552	
12% Carreteras / Calles				m2	11,102	15,543	28,866	
10% Áreas Verdes				m2	20,000	26,000	46,000	
Huella Total				m2	123,62	171,071	315,418	

Tabla 38: Industria. Fuente: Elaborado por autores.

5.4.3. OFICINAS

En el caso de los desarrollos de oficinas, estos estarán mayormente en las áreas destinadas como primarias dentro del desarrollo de la ciudad aeroportuaria. Estos espacios en su mayoría podrán brindar apoyo a las actividades propias del desarrollo aeroportuario y por consiguiente a las actividades que se realicen en función de la misma. De esta forma el desarrollo de oficinas se conformará focalizado como apoyo primordial de las actividades desarrolladas dentro del desarrollo primario de la ciudad aeroportuaria.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DE DESARROLLO	REFERENCIA	DE	Rango		BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP			MAP		4 148 200	7 466 760	17 173 548	
ÁREA DE SITIO			m2		1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46	
ÁREA DE SITIO			ha		0.0001	0.0001	0.0001	
ÁREA DE SITIO			km2		1.70	1.70	1.70	
Oficinas			m2		60,000	108,000	138,000	
5-6 Niveles			m2		51,735	92,475	119,875	
60% de Cobertura			m2		31,041	55,485	71,925	
12% Carreteras / Calles			m2		3,724	6,685	14,385	
10% Áreas Verdes			m2		6,000	10,800	13,800	
Huella Total			m2		40,000	72,970	100,110	

Tabla 39: Oficinas. Fuente: Elaborado por autores.

5.4.4. RESIDENCIAL.

Para el desarrollo residencial dentro del complejo aeroportuario, se considera una amplia gama de opciones que incluyen desarrollos horizontales, verticales y mixtos. Debido a sus requisitos específicos, estos desarrollos se ubican fuera de las áreas primarias del complejo aeroportuario, incorporando elementos de apoyo como parques, zonas de recreo y esparcimiento, y otros componentes que permiten el desarrollo de la vida residencial de manera adecuada para sus usuarios.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DE DESARROLLO	REFERENCIA	DE	Rango		BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP			MAP		4 148 200	7 466 760	17 173 548	
ÁREA DE SITIO			m2		1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46	
ÁREA DE SITIO			ha		0.0001	0.0001	0.0001	
ÁREA DE SITIO			km2		1.70	1.70	1.70	
Residencial			m2		20,000	36,000	46,000	
1-2 Niveles			m2		3,200	6,400	8,320	
60% de Cobertura			m2		5,120	10,240	13,312	
12% Carreteras / Calles			m2		614.4	1,228.8	1,597.4	
10% Áreas Verdes			m2		2,000	3,600	4,600	
Huella Total			m2		7,734.4	15,068	19,509	

Tabla 40: Residencial. Fuentes: Elaborado por autores.

5.4.5. HOTELERÍA

En el caso de Hotelería dentro del complejo aeroportuario, se ha considerado que los desarrollos hoteleros y de hospitalidad constituyen una función primordial del quehacer aeroportuario. Por lo tanto, la mayoría de estos se ubicará en las áreas primarias de desarrollo, priorizando la proximidad y conveniencia. Inicialmente, se contemplan desarrollos específicos que respondan a las características de un hotel aeroportuario, y posteriormente se podrán realizar desarrollos adicionales, más alejados de la terminal, que cumplan con los requisitos de hospitalidad y hotelería.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DESARROLLO	DE	REFERENCIA	DE	Rango	BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP					MAP	4 148 200	7 466 760	17 173 548
ÁREA DE SITIO					m2	1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46
ÁREA DE SITIO					ha	0.0001	0.0001	0.0001
ÁREA DE SITIO					km2	1.70	1.70	1.70
Hoteles					m2	50,000	90,000	115,000
5-6 Niveles					m2	41,004	75,174	95,676
60% de Cobertura					m2	24,602	45,104	57,405
12% Carreteras / Calles					m2	2,952	5,412	6,888
10% Áreas Verdes					m2	5,000	9,000	11,500
Huella Total					m2	32,552	59,512	75,793

Tabla 41: Hotelería. Fuente: Elaborado por autores.

5.4.6. ÁREAS TOTALES CIUDAD AEROPORTUARIA.

El desarrollo integral de la ciudad aeroportuaria se completará para el año 2053, con una capacidad proyectada para manejar hasta 17 millones de pasajeros anuales y una extensión total de 1,707,856 metros cuadrados. A lo largo de las distintas fases del proyecto, se incorporarán componentes adicionales y se implementarán mejoras continuas en los servicios, con el fin de optimizar la experiencia de los usuarios y garantizar una operación eficiente. La planificación contempla también la expansión de la infraestructura de transporte y la incorporación de tecnologías avanzadas para mantener la adaptabilidad y sostenibilidad de la ciudad aeroportuaria. Estos desarrollos están diseñados para posicionar al nuevo aeropuerto como un núcleo clave en la red de transporte regional y global.

					UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO	FASE 2 ESCENARIO	FASE 3 COMPLETO
						2033	2043	2053
RANGO DESARROLLO	DE	REFERENCIA	DE	Rango	BAJO	MEDIO	ALTO	
NAIN MAP					MAP	4 148 200	7 466 760	17 173 548
ÁREA DE SITIO					m2	1,707,875.46	1,707,875.46	1,707,875.46
ÁREA DE SITIO					ha	0.0001	0.0001	0.0001
ÁREA DE SITIO					km2	1.70	1.70	1.70
ÁREA TOTAL DE CIUDAD AEROPORTUARIA					m2	238,476.4	379,377	588,858

Tabla 42. Áreas totales de ciudad aeroportuaria NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

5.5. ETAPAS DEL PROYECTO:

El desarrollo por fases es crucial para la evolución del transporte y el incremento del comercio en el país. Con el crecimiento proyectado en operaciones y comercio, una implementación gradual es esencial para gestionar de manera eficiente los gastos asociados con una inversión de esta magnitud.

Primera Fase

Esta etapa es fundamental, ya que el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) se convertirá en el principal aeropuerto del país, mientras que el Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino pasará a ser un apoyo secundario. La primera fase del plan maestro se completará en 2033 e incluirá la habilitación de la pista 09-27, destinada al aterrizaje y despegue de aeronaves grandes, así como calles de salidas rápidas y calles de rodaje para facilitar las operaciones aeroportuarias. Esta fase también abarcará el desarrollo de infraestructura tanto en el lado tierra como en el lado aire.

Segunda Fase

Completada en 2043, esta fase intermedia incorporará una pista de categoría F que permitirá el manejo de grandes aeronaves, como el Airbus A380. Además, se desarrollarán calles de salidas rápidas y calles de rodaje paralelas para evitar la saturación y mejorar la eficiencia en el manejo de aeronaves. Este desarrollo facilitará una transición fluida hacia la fase final del proyecto.

Tercera Fase

Iniciada en 2053, la tercera fase completará el desarrollo del NAIN y su ciudad aeroportuaria, ofreciendo soporte hasta 2080. Esta etapa ampliará la terminal de pasajeros, aumentando el número de puertas de abordaje a 40. También se actualizarán los sistemas aeronáuticos y aeroportuarios, incluyendo el Servicio de Extinción de Incendios y el Centro de Control Aeronáutico, con tecnología avanzada. La

expansión de la zona de carga consolidará la infraestructura del aeropuerto para satisfacer las demandas futuras.

Por la escala del proyecto, la forma más factible de desarrollar por medio de fases, las cuales cumplen objetivos con alcances que están sujetos a la demanda creciente de vuelos, operaciones y comercio, de acuerdo con los datos planteados en los capítulos anteriores y sus proyecciones. A continuación, se detallan cada una de estas fases, mostrando sus alcances y desarrollo, y un escenario para cada una de ellas.

5.5.1. PRIMERA FASE

Ésta etapa es importante pues desplazaría por completo al Aeropuerto Internacional Augusto Cesar Sandino como el principal aeropuerto nacional, convirtiéndose éste en apoyo para el NAIN. La primera Fase del plan maestro aeroportuario se habilitará en el año 2033, esta conlleva el desarrollo de elementos de infraestructura para el funcionamiento lado tierra, lado aire y consistirá en habilitar la pista 09-27 clave E de 3100 metros ubicada según el plan maestro en el lado sur del proyecto para el aterrizaje y despegue de naves de gran envergadura, así mismo incorporar calles de salidas rápidas, calles de rodajes y auxiliares para operaciones aeroportuarias.

Así mismo el desarrollo de la plataforma en esta primera fase contara con 413,000 m2, con sistemas aeronáuticos y aeroportuarios para el control en tierra de las operaciones tales como Torre de Control, Servicio de Extinción de Incendios, Centro de Control Aeronáutico, La primera fase de desarrollo de la terminal de pasajeros con un área 44,150 m² y 20 puentes de abordaje.

Dado el aumento de Exportaciones e Importaciones para esta etapa se incorpora una zona de carga con un área 40,000 m², Un Hangar clave F, Helipuerto, así como también otros proyectos auxiliares como lo son la activación de la planta de tratamiento, sistemas de drenajes y almacenamiento de aguas pluviales y residuales cumpliendo un compromiso Bio sustentable de las instalaciones.

En lo que respecta el desarrollo urbano de la ciudad aeroportuaria el área base destinada al desarrollo en su primera fase para los servicios conexos al aeropuerto será de 238,476 m2.

ÁREA TOTAL PLAN MAESTRO NAIN FASE 1	UNIDAD	FASE 1 ESCENARIO 2033
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	1,040.00
Número de Pasajeros	#	4,148,200 .00
Área Lado Aire	m ²	9,146,721.28
Área Lado Tierra	m ²	115,712
Área Ciudad Aeropuerto	m ²	238,436.4
Área Total Plan Maestro de NAIN	m ²	9,500,869.68

Tabla 43: Área total NAIN Fase 1. Fuente: Elaborado por autores.

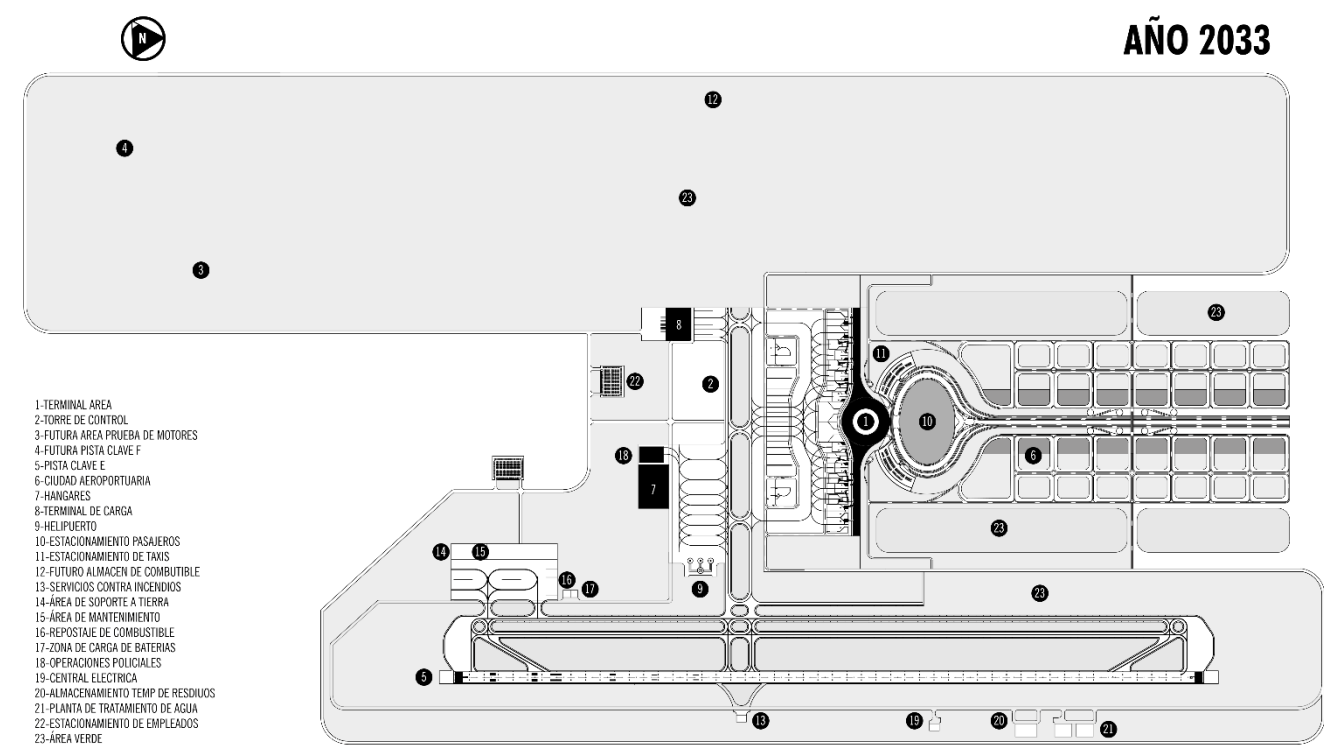


Ilustración 65:Primera Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.



AÑO 2033

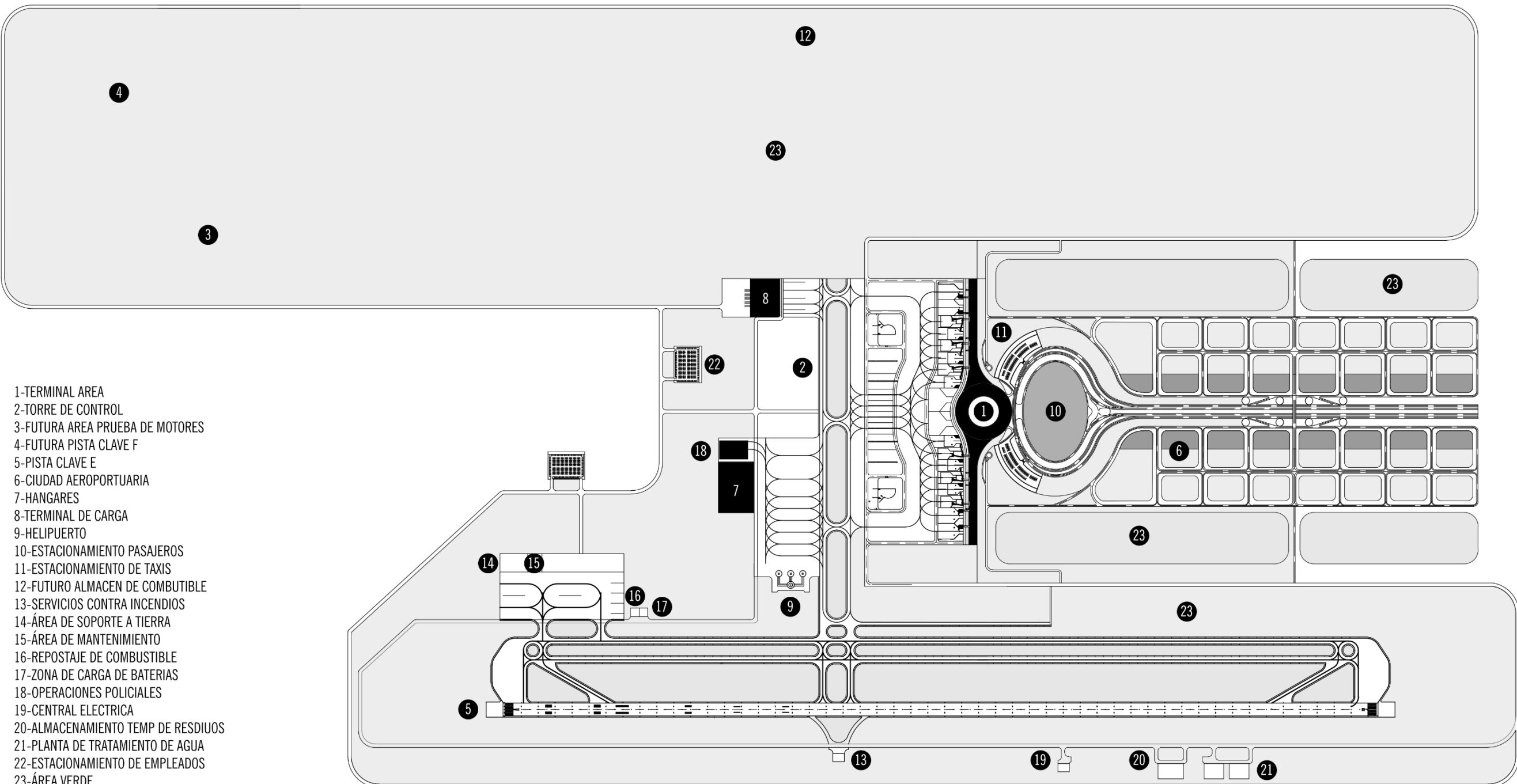


Ilustración 66: Primera Etapa NAIN 2033. Fuente: Elaborado por autores.

5.5.2. SEGUNDA FASE

Este desarrollo aeroportuario se completará en el año 2043, es de transición intermedia a la final y consistirá en la incorporación de la Pista categoría F que tendrá una distancia de 4,000m, así como Calles de salidas rápidas, calles de rodaje de pista, servicios auxiliares a la pista, facilitando el acceso de grandes aeronaves como el Airbus A380 y operaciones en pistas paralelas, sin saturación del recorrido en calles de rodaje.

En esta fase se concluirá la ampliación de las áreas de la plataforma con un área de 566,500 m², mientras que la terminal de pasajeros aumentará a de 79, 570 m² como parte del aumento de flujo de pasajeros, se incrementará el número de puentes de abordaje a 30, también el aumento de flujo de cargas representará una necesidad de ampliar la zona de carga a un segundo Nivel en más de 32,000 m².

Según lo desarrollado en la primera etapa, la tarea de la segunda es consolidar el aeropuerto en su actividad, no solo interna sino también en su contexto.

El Desarrollo urbano de la Ciudad Aeroportuaria Experimentara un crecimiento en el aérea comercial de 60,756 m² dado su alto índice de inversión, flujo económico privado y estatal, en el área industrial se prevé un crecimiento de 260,000m² los cuales estarán ocupados por centros industriales de no más de dos niveles, según las normativas, mientras que el área inmobiliaria de oficinas y residencial representarán un crecimiento de más de 72,970,000m² con aproximadamente 6 niveles y el área residencial tendrá un crecimiento de 36,000 m² con una tipología multifamiliar de no más de 6 Niveles con estacionamientos en Sótanos. La expansión hotelera representara un crecimiento exponencial en la primera etapa de 59,912 m² y aumentando por el flujo de visitantes, llegando la ciudad aeroportuaria a un área de 379,377 m².

ÁREA TOTAL PLAN MAESTRO NAIN FASE 2		FASE 2 ESCENARIO 2043
	UNIDAD	
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	2,052.00
Número de Pasajeros	#	7,466,760.00
Área Lado Aire	m ²	10,698,752.28
Área Lado Tierra	m ²	321,464
Área Ciudad Aeropuerto	m ²	379,377.0
Área Total Plan Maestro de NAIN	m ²	11,399,593.28

Tabla 44. Área total NAIN Fase 2. Fuente: Elaborado por autores.

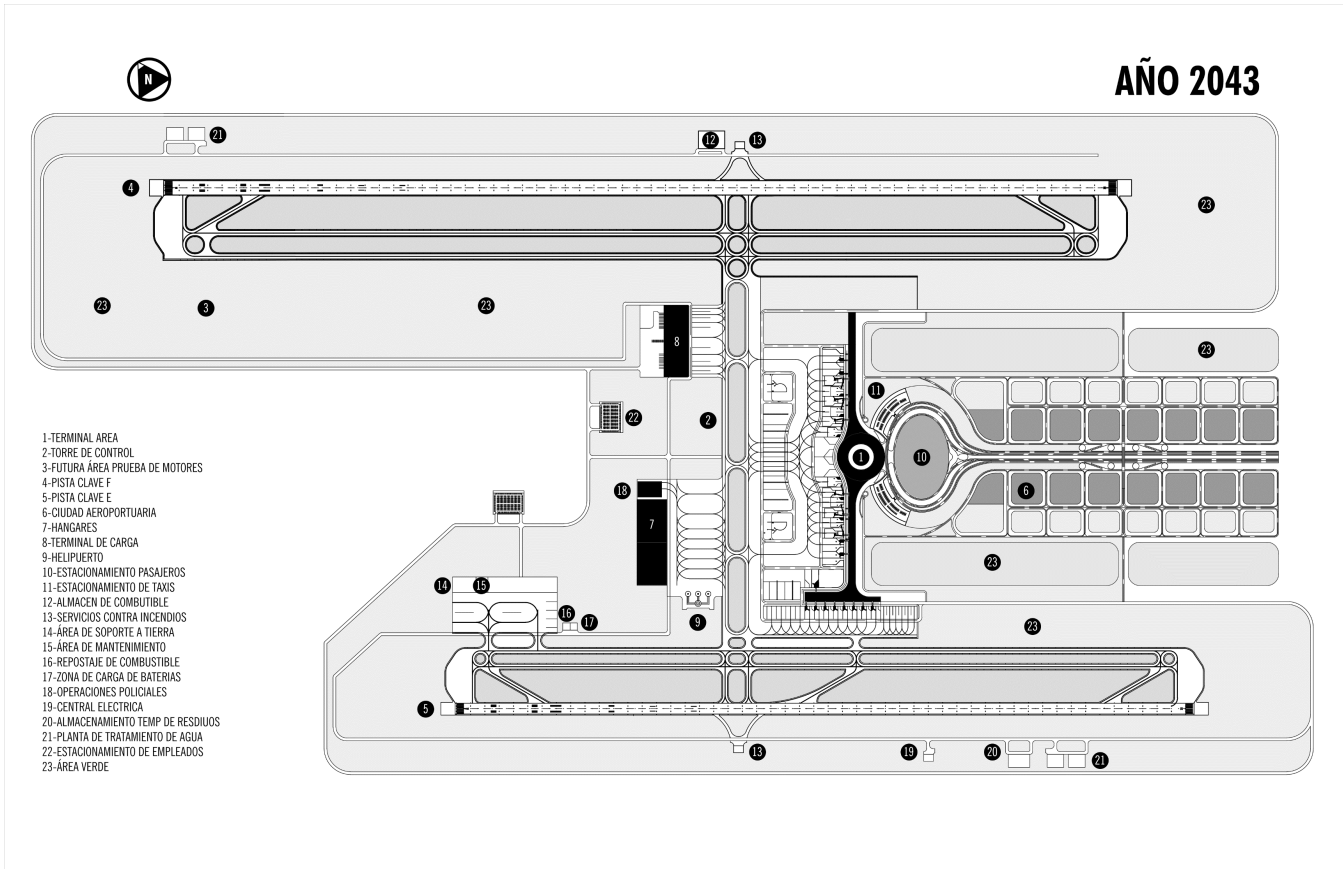


Ilustración 67: Segunda Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

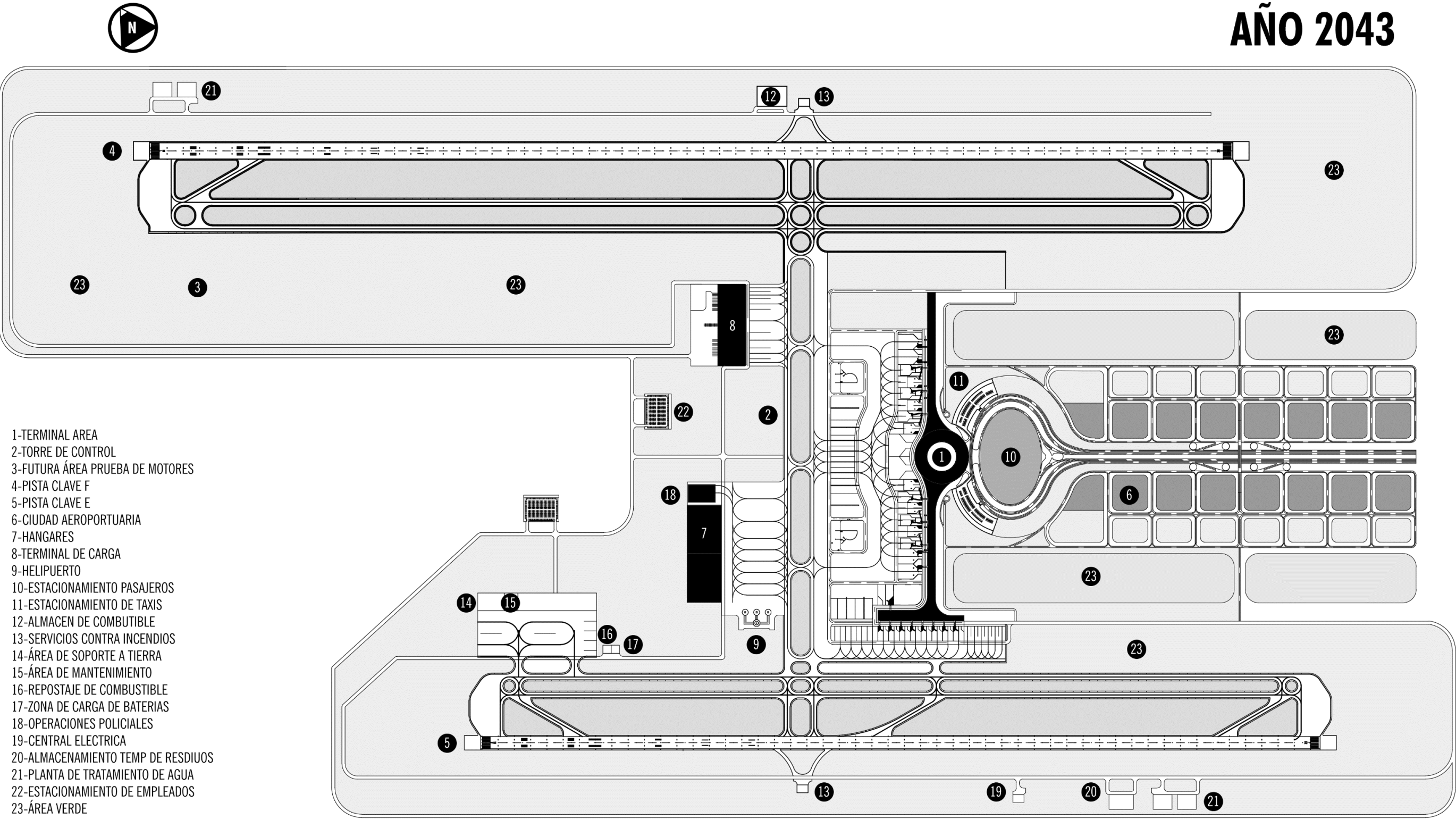


Ilustración 68: Segundo Etapa NAIN 2043. Fuente: Elaborado por autores.

5.5.3. LA TERCERA FASE

La tercera fase de desarrollo aeroportuario iniciara en el año 2053 esta fase es la final de todo el proyecto. Con lo desarrollado en la primera y segunda etapa, esta se encarga de consolidar toda una ciudad y complejo aeroportuario que le brindaría soporte a Nicaragua hasta el año 2080

Durante esta etapa se habilitarán calles de salida rápida y calles de rodajes complementarias según necesidades, la finalización de las plataformas en un área estimada de 720,000 m², así como implementar un sistema de prueba de motores y pistas conexas a este.

Se expandirá a su máximo la terminal de Pasajeros con un área de 182,760 m² incrementando su nivel de puente de abordajes a 40, al igual que complementar los Sistemas aeronáuticos y aeroportuarios para el control en tierra de las operaciones, Servicio de Extinción de Incendios, Centro de Control Aeronáutico equipándolos de los más altos estándares de tecnología, mientras que la zona de Carga se expandirá a 105,000 m².

En lo que respecta el Desarrollo urbano de la Ciudad Aeroportuaría Experimentara un crecimiento en el aérea comercial de más de 78,028 m² dado su alto índice de inversión y flujo económico. El área Industrial tendrá un crecimiento exponencial de más de 315,418 m² los cuales estarán ocupados por centros industriales de no más de dos niveles, según permitido por normativas. El desarrollo de oficinas tendrá un crecimiento de más de 100,110m² con aproximadamente 6 niveles por zona inmobiliaria y el área residencial tendrá un crecimiento de más de 19,509 m² con una tipología multifamiliar de no más de 6 Niveles con estacionamientos en Sótanos. El área de hoteles tendrá una expansión de áreas ocupadas de más 75,973 m² manteniendo el flujo de visitantes en su capacidad máxima, llegando la ciudad aeroportuaría a un área de 588,858 m².

ÁREA TOTAL PLAN MAESTRO NAIN FASE 3	UNIDAD	FASE 3 ESCENARIO 2053
Desembarque de Pasajeros Internacionales Hora Punta (PHP)	PAX	4,719.00
Número de Pasajeros	#	17,173,548.0
Área Lado Aire	m ²	11,093,828.28
Área Lado Tierra	m ²	499,122
Área Ciudad Aeropuerto	m ²	588,858.0
Área Total Plan Maestro de NAIN	m ²	12,181,808.28

Tabla 45: Área total NAIN Fase 3. Fuente: Elaborado por autores.

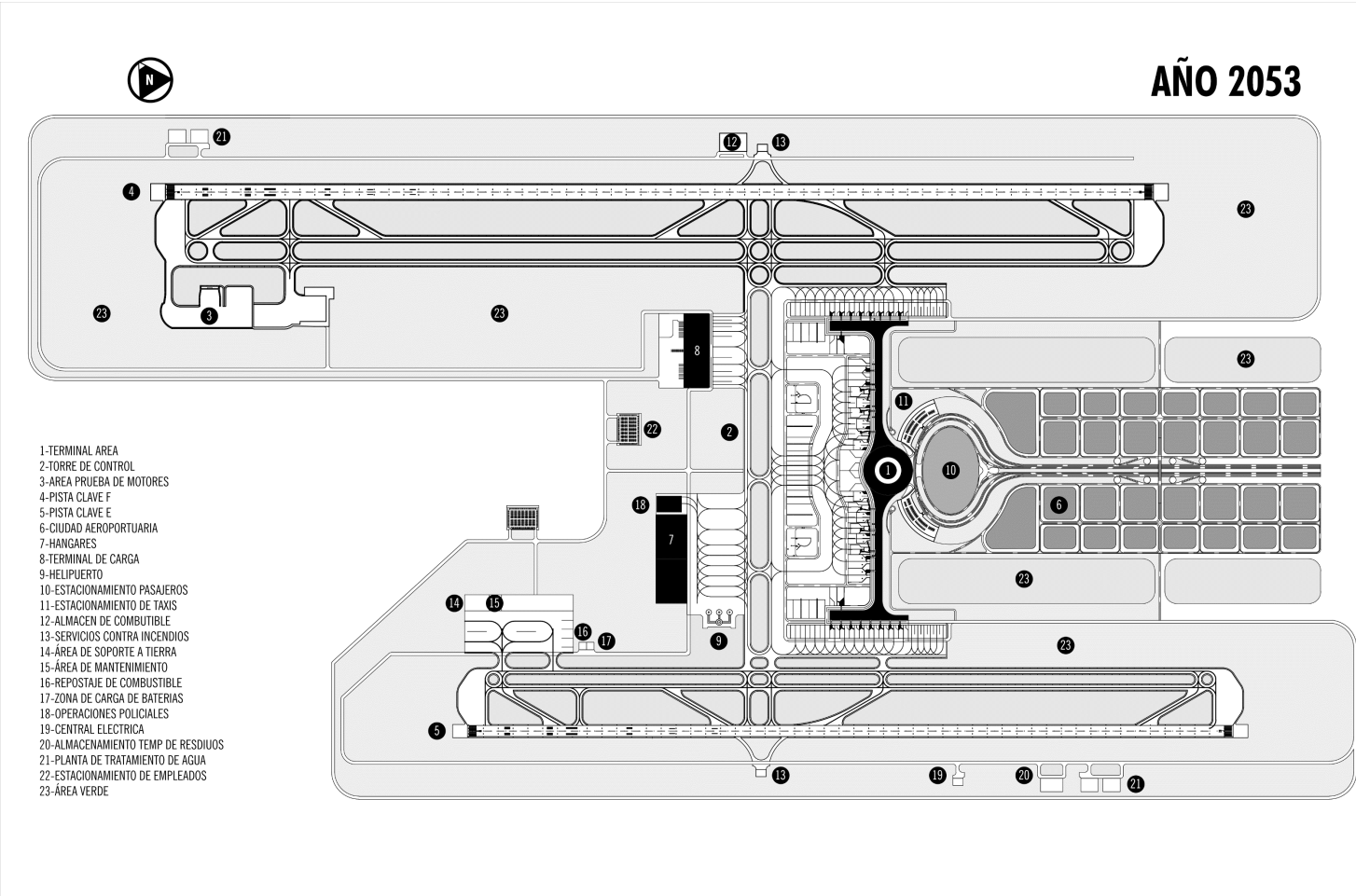


Ilustración 69: Tercera Etapa NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

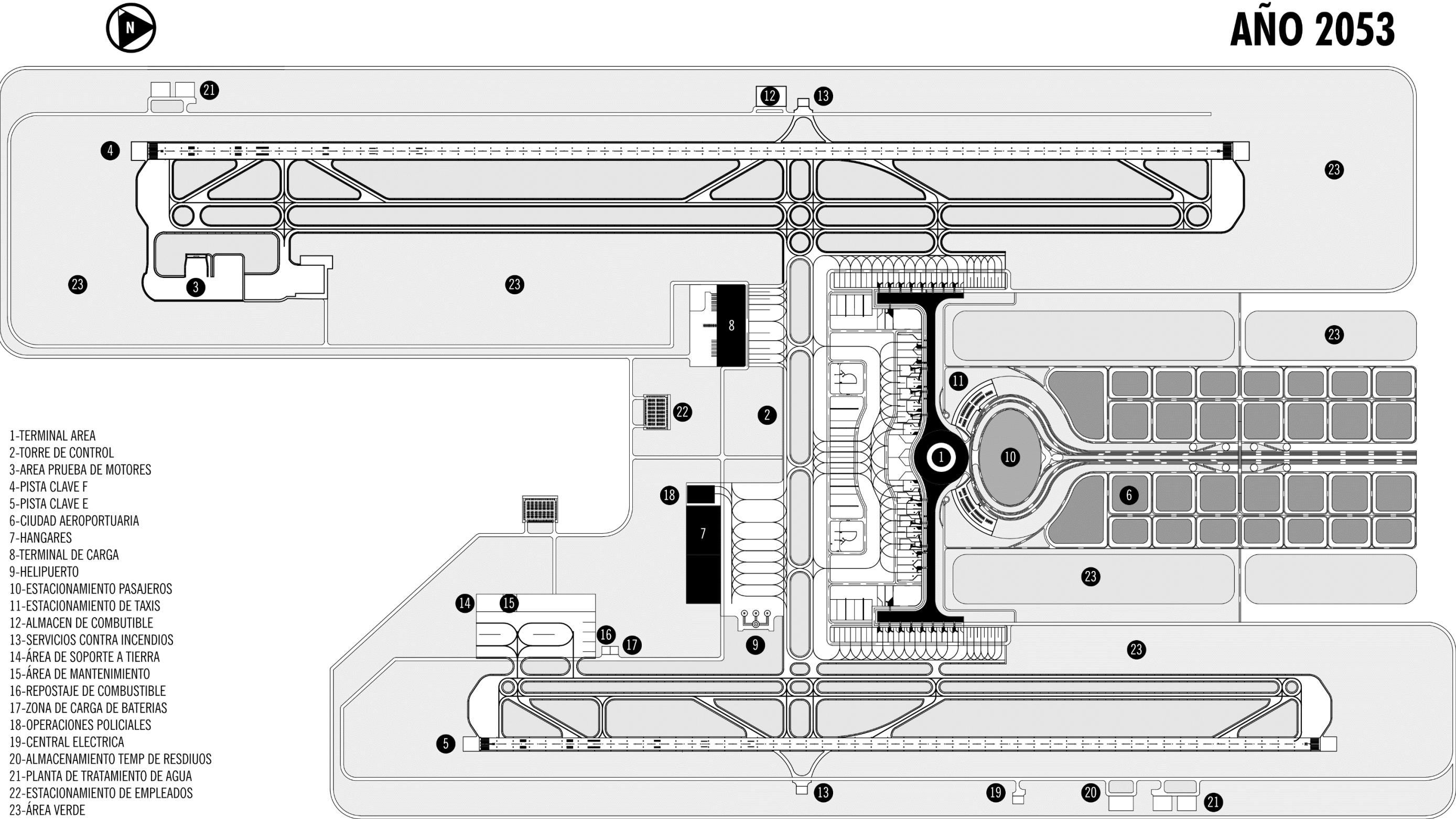


Ilustración 70: Tercera Etapa NAIN 2053. Fuente: Elaborado por autores.

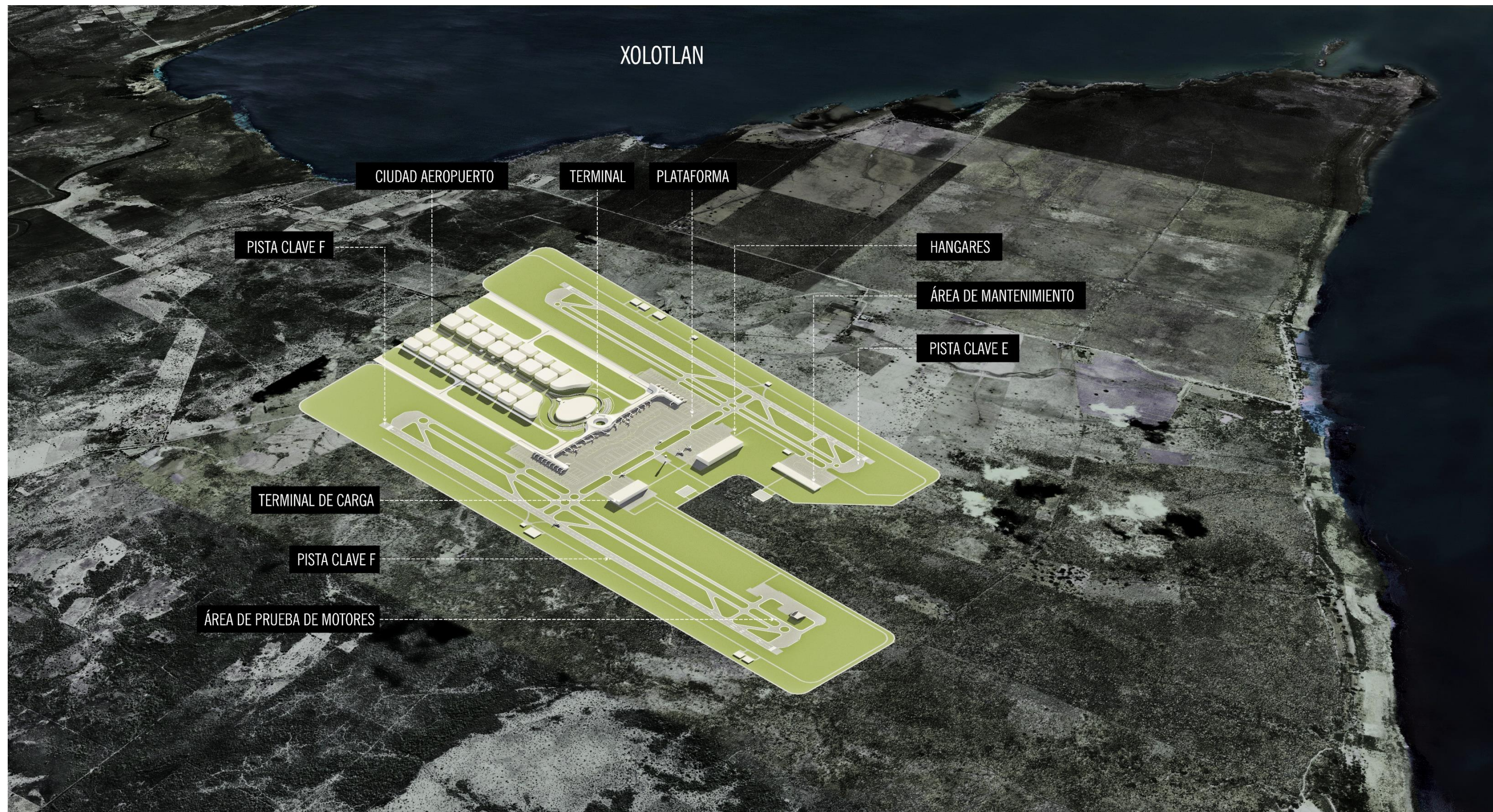


Ilustración 71: Perspectiva Axonometrica plan maestro NAIN 2053. Fuente: Elaborado por autores.

5.6. PROPUESTA CONCEPTUAL.

La conceptualización de un aeropuerto internacional va más allá de la creación y diseño de una estructura sorprendente, sino que tiene que denotar la experiencia y unicidad en cada viaje, dado que los aeropuertos no son lugares donde se inscriben relaciones sociales duraderas, los individuos se mueven sin relacionarse, pero son guiados por la inteligibilidad y calidad espacial reflejada en un lugar de transición.

Aunque no hay una traducción exacta del idioma náhuatl, para la palabra Nicaragua diferentes versiones apuestan por traducciones como: “tierra rodeada de agua” o “Aquí junto al agua”.

Nicaragua tiene una relación consustancial con el agua, el Océano Pacífico representa la frontera oeste y el Océano Atlántico la frontera este del país, mientras que el territorio nicaragüense está compuesto por dos grandes Lagos (Cocibolca y Xolotlán), alrededor de 30 lagunas reconocidas de las cuales 11 son de origen volcánico, así como Lagunas costeras, bahías y otros de los recursos hidrológicos del territorio.

Cada cuerpo de agua en Nicaragua se ha constituido como un elemento de demarcación determinante para moldear núcleos urbanos y rurales definiendo así parte de nuestra identidad cultural y nuestra relación con la naturaleza. Gran parte del atractivo y rareza de nuestras lagunas volcánicas son sus propiedades endémicas que han hecho evolucionar de diferentes formas nuestra flora y fauna. Este efecto trasciende a nuestras dinámicas humanas y se ve reflejado al ver vistas aéreas de como estos recursos hidrológicos han moldeado el crecimiento urbano alrededor de ellos.

Es partiendo de esto se tomó una analogía que refleja nuestra identidad nacional, a través de una morfología que parte de un círculo concéntrico y usa un espacio interno que se ha configurado como mónada de flujos dinámicos y experiencia de los pasajeros a través de todo el proceso de embarque y desembarque, brindando la calidad la espacial y experiencia a cada recorrido a través de ese patio interno iluminado y ventilado de forma natural. que no sólo alterna flujos, sino que es un elemento que genera confort térmico, y evoca la identidad nacional en cada viaje.

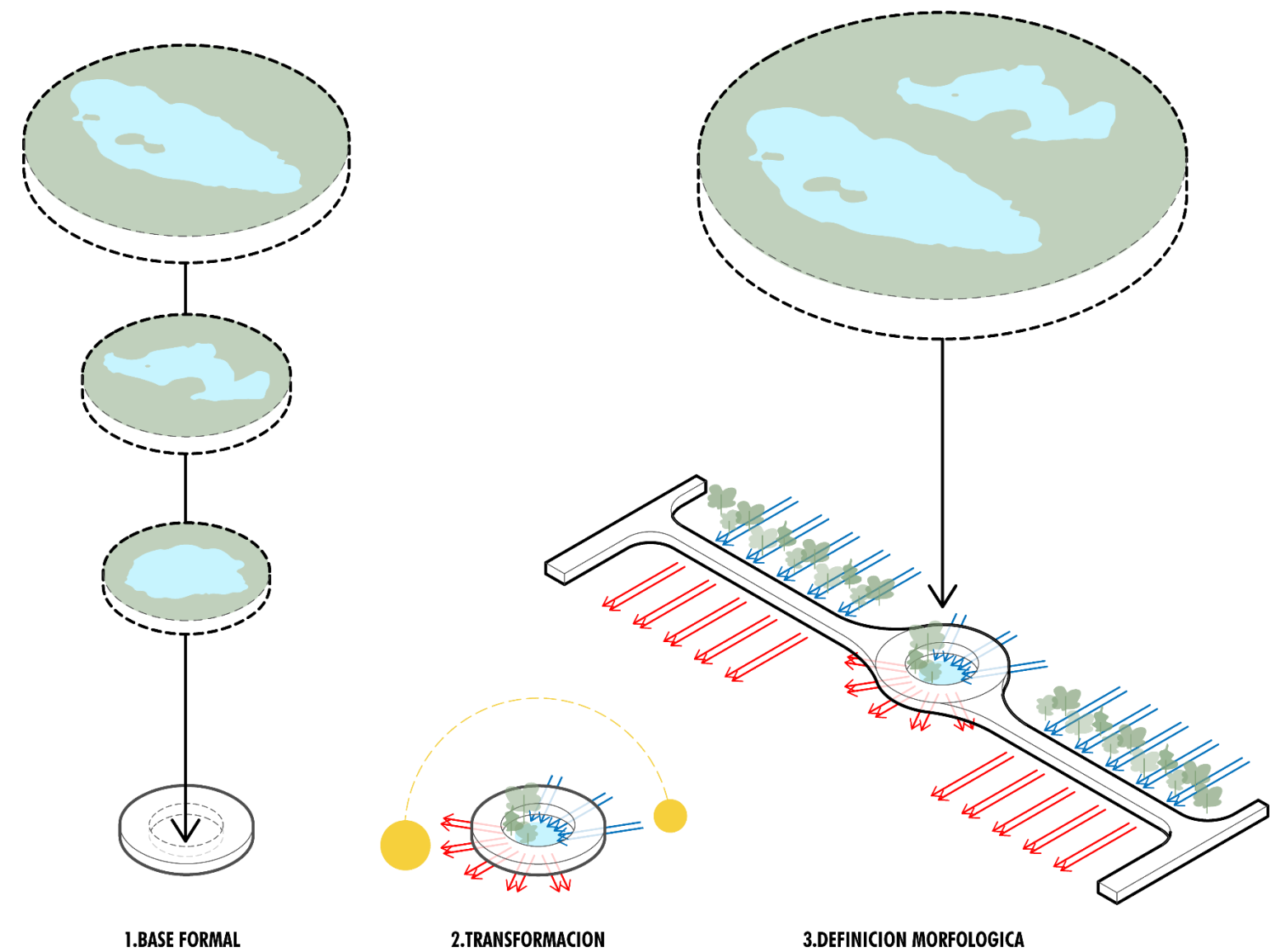
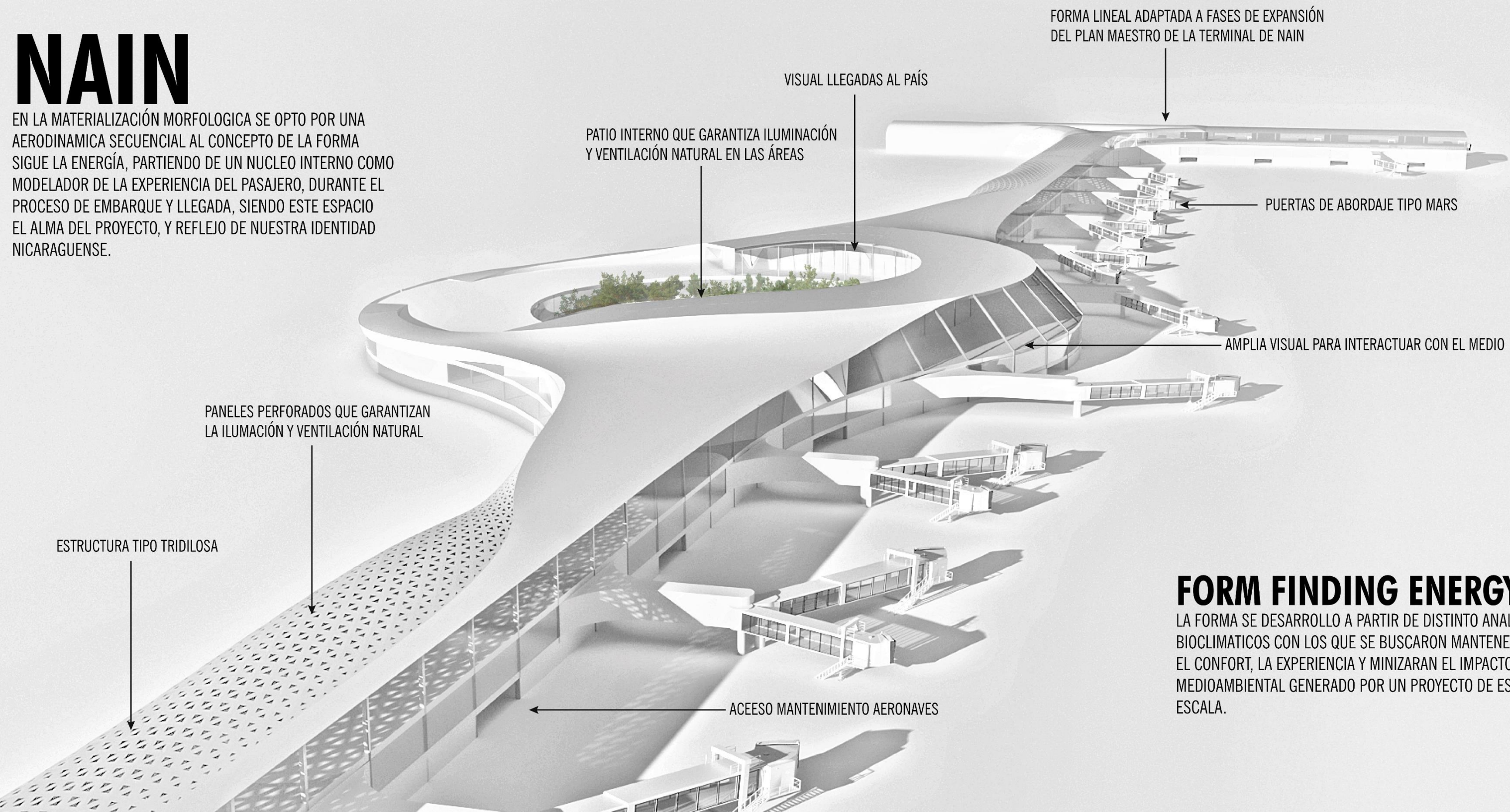


Ilustración 72: Proceso conceptual NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

NAIN

EN LA MATERIALIZACIÓN MORFOLOGICA SE OPTO POR UNA AERODINAMICA SECUENCIAL AL CONCEPTO DE LA FORMA SIGUE LA ENERGÍA, PARTIENDO DE UN NUCLEO INTERNO COMO MODELADOR DE LA EXPERIENCIA DEL PASAJERO, DURANTE EL PROCESO DE EMBARQUE Y LLEGADA, SIENDO ESTE ESPACIO EL ALMA DEL PROYECTO, Y REFLEJO DE NUESTRA IDENTIDAD NICARAGUENSE.



FORM FINDING ENERGY

LA FORMA SE DESARROLLO A PARTIR DE DISTINTO ANALISIS BIOCLIMATICOS CON LOS QUE SE BUSCARON MANTENER EL CONFORT, LA EXPERIENCIA Y MINIZARAN EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL GENERADO POR UN PROYECTO DE ESTA ESCALA.

Ilustración 73: Definición morfológica conceptual NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

5.7. ESQUEMA FUNCIONAL DE PLANTAS

Los niveles principales, el nivel 1 y 2, son los que contienen la mayoría de actividades del aeropuerto y por ende los que son más transitados. Núcleos fuertes como migración, ventanillas de aerolíneas, restaurantes y las salas de espera se encuentran en éstos. Los niveles superiores, el 3 y 4, poseen actividades más exclusivas, el 3ero se concentra en la actividad comercial y el 4to en la administrativa, para dejar el nivel 0 exclusivo para actividades de logística.

El nivel 1 de la terminal aérea está compartido entre el área de llegadas y el soporte aeroportuario. Este nivel incluye espacios asignados a cada una de las aerolíneas que tienen contrato con la administración del aeropuerto, quienes se encargan de su gestión. Los espacios disponibles comprenden oficinas de administración, bodegas y áreas multiuso destinadas al mantenimiento y abastecimiento de las aeronaves.

El sector central de la terminal concentra los ductos que vienen desde el nivel 2 con las bandas transportadoras de equipaje, en el sector donde se junta tanto el ala de las puertas de abordaje con el módulo central existe la recepción del equipaje que pasa por una serie de sensores que leen el código de barras que es asignado por cada aerolínea correspondiente, y ésta la dirige a un sector donde un camión de carga lo espera para transportarlo hacia la aeronave correspondiente. Éste transportador de equipaje se dirige al módulo de logística de la aerolínea, indicado en el diagrama funcional de color celeste.

El Acceso a este sector de la terminal es exclusivo, este nivel solo trabajadores de las aerolíneas, del sector soporte, mantenimiento y seguridad lo pueden acceder. Por lo que su acceso principal es distinto a los demás, el acceso a éste nivel se realiza por medio de sector de control aeroportuario, ubicado en la parte central del plan maestro, éste lugar presenta una serie de parqueos y facilidades para los trabajadores, aquí se presentan se registran tanto en la entrada como en la salida, ya que también los trabajadores que mantienen contacto con el equipaje y las aeronaves deben pasar por los filtros de seguridad pertinentes.

ESQUEMA FUNCIONAL DE PLANTAS

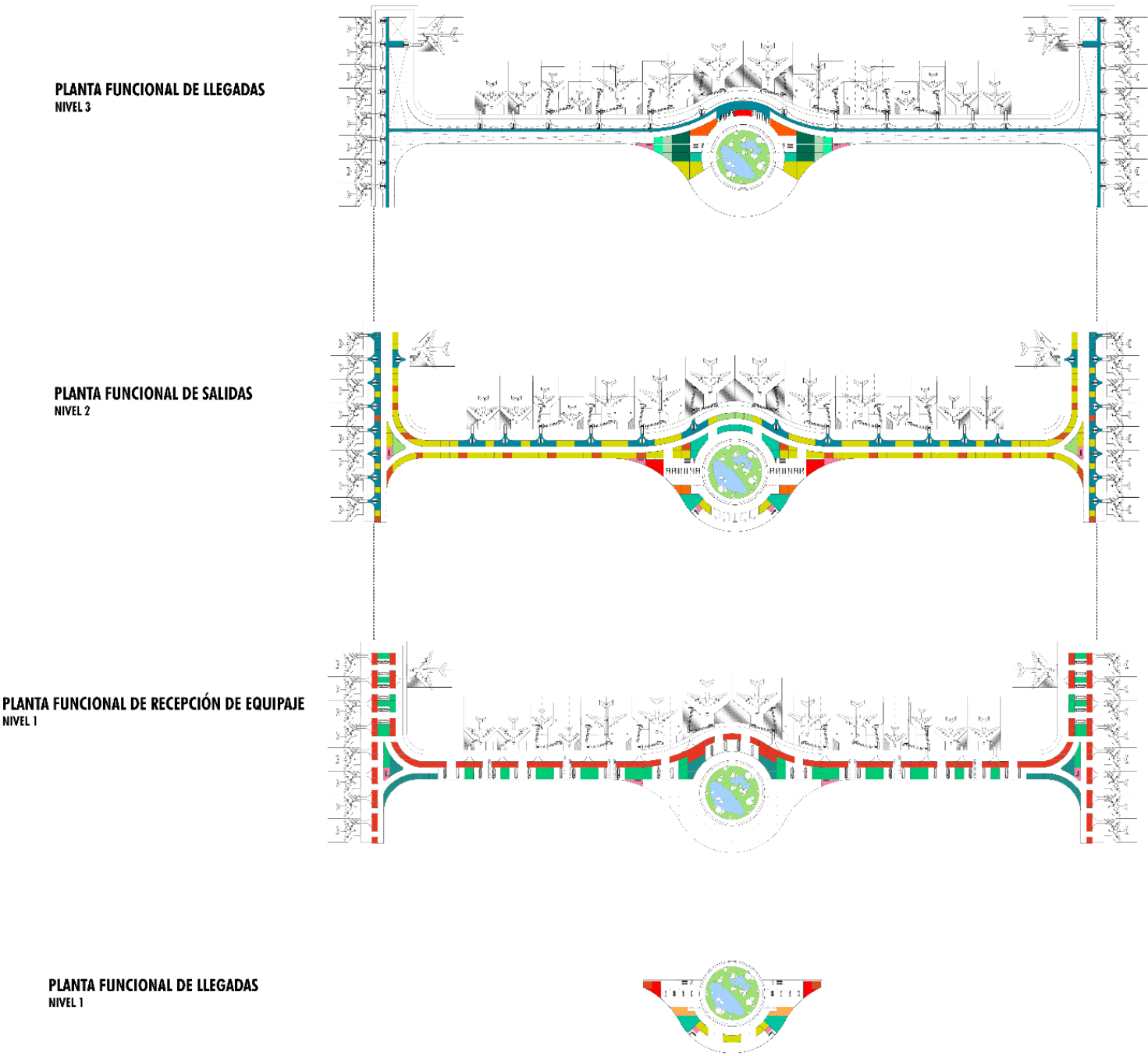


Ilustración 74: Esquema funcional de plantas. Fuente: Elaborado por autores.

5.7.1. PLANTA FUNCIONAL DE RECEPCIÓN DE EQUIPAJE – NIVEL 1

El nivel de recepción de equipaje del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) está diseñado para manejar de manera eficiente la llegada y entrega de equipaje a los pasajeros que llegan al aeropuerto. Este nivel asegura un proceso fluido desde la llegada del vuelo hasta la recuperación del equipaje por parte de los pasajeros.

Diseño del Nivel de Recepción de Equipaje

Este nivel organiza el flujo de equipaje y pasajeros para garantizar una experiencia de llegada rápida y eficiente.

Espacios y Funcionalidades

Conveyor Systems (Sistema de Cintas Transportadoras): Las cintas transportadoras trasladan el equipaje desde el área de descarga del avión hasta la zona de recogida. Están equipadas con tecnología avanzada para gestionar grandes volúmenes de equipaje de manera eficiente.

Oficinas de Atención al Cliente: Disponibles para asistencia en caso de problemas con el equipaje, como equipaje perdido o dañado.

Acceso a Servicios de Atención: Oficinas y puntos de atención al cliente están disponibles para resolver cualquier inconveniente relacionado con el equipaje.

Área de Descanso y Transporte: Espacios para que los pasajeros descansen o se preparen para continuar su viaje, así como opciones para transporte desde el aeropuerto.

Área de Operaciones: Este espacio incluye las instalaciones necesarias para la supervisión y gestión de las operaciones diarias del manejo de equipaje, incluyendo el monitoreo del flujo, la coordinación con otros departamentos, y la optimización de los procesos operativos.

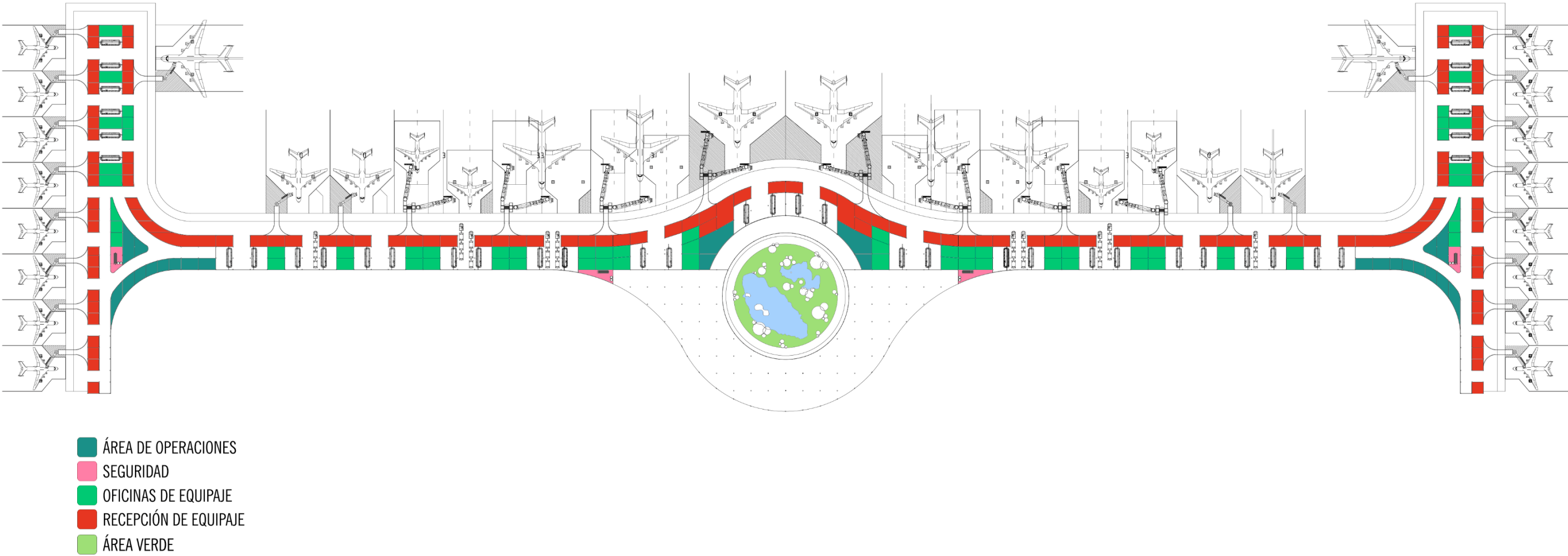
Seguridad y Control

Seguridad del Equipaje: El área está equipada con sistemas de seguridad para garantizar que el equipaje sea manejado de manera segura y eficiente.

Acceso Restringido: Áreas clave están restringidas al personal autorizado para asegurar un manejo adecuado del equipaje.

Ilustración 75: Planta de Recepción de Equipaje nivel 1. Fuente. Elaborado por autores.

PLANTA FUNCIONAL DE RECEPCIÓN DE EQUIPAJE
NIVEL 1



5.7.2. PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS - NIVEL 1

Este nivel se organiza para optimizar el flujo de pasajeros que llegan al aeropuerto, facilitando su transición desde el avión hasta la salida.

Espacios y Funcionalidades

Zona de Desembarque: La entrada del nivel 1 cuenta con áreas específicas para el desembarque de pasajeros. Estos espacios están equipados con mangas de embarque y pasarelas que conectan directamente los aviones con el nivel de llegadas.

Recogida de Equipaje: La zona de recogida de equipaje está equipada con cintas transportadoras amplias y bien señalizadas. Se asegura un flujo continuo y eficiente de las maletas, con pantallas informativas que proporcionan detalles sobre la cinta asignada para cada vuelo.

Control de Inmigración: Después de recoger su equipaje, los pasajeros pasan por el control de inmigración. Este proceso está diseñado para ser rápido y eficiente, con múltiples puestos de control para minimizar tiempos de espera y garantizar una inspección adecuada.

Salidas y Transporte: Una vez superado el control de inmigración, los pasajeros tienen acceso a áreas de salida que conectan con diferentes opciones de transporte. Este espacio está bien señalizado para facilitar el acceso a taxis, transporte público, y servicios de transporte privado.

Servicios y Experiencias

Atención al Cliente: Oficinas de atención al cliente están disponibles para resolver cualquier consulta o problema relacionado con la llegada, así como para proporcionar asistencia general.

Área de Encuentros: Se ha habilitado una zona de reuniones para que los pasajeros puedan encontrarse con sus familiares o amigos. Este espacio incluye asientos cómodos y áreas designadas para esperar.

Información y Orientación: Se proporcionan mapas y señales claras para ayudar a los pasajeros a navegar fácilmente desde el área de desembarque hasta las áreas de recogida de equipaje y salida del aeropuerto.

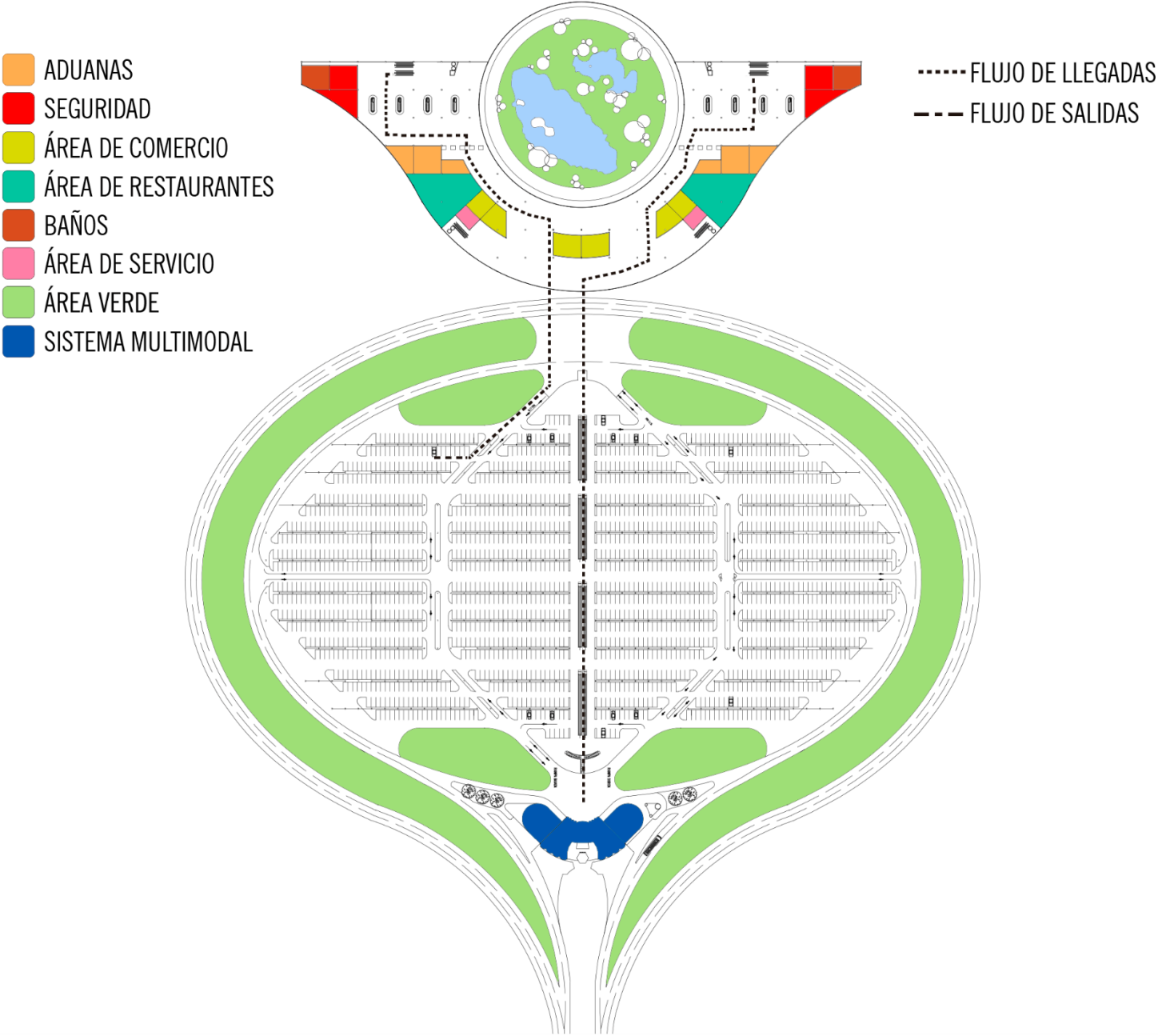
Seguridad y Control de Acceso

El nivel 1 está diseñado con estrictas medidas de seguridad para controlar el acceso a las zonas sensibles. Solo los pasajeros que han pasado por el control de inmigración y recogido su equipaje tienen acceso a las áreas de salida y transporte.



Ilustración 76: Planta Funcional de Llegadas. Fuente: Elaborado por autores.

PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS NIVEL 1



PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS NIVEL 1

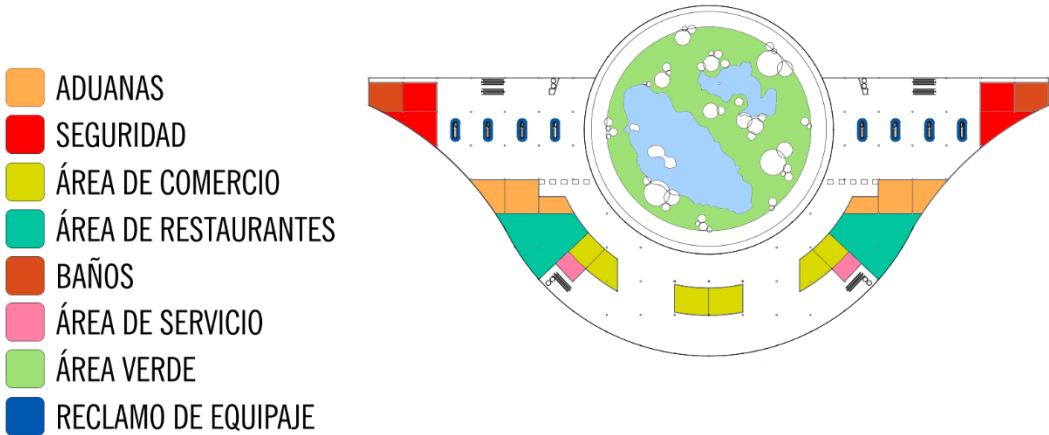


Ilustración 77: Planta de Llegadas Nivel 1. Fuente: Elaborado por autores.

5.7.3. PLANTA FUNCIONAL DE SALIDAS - NIVEL 2

El nivel 2 de la terminal del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) está diseñado para facilitar el proceso de salida de los pasajeros, asegurando una experiencia fluida desde el check-in hasta el embarque.

Diseño del Nivel 2

Este nivel organiza el flujo de pasajeros para hacer el proceso de salida eficiente y cómodo. Incluye áreas clave para el check-in, control de seguridad, y el embarque.

Espacios y Funcionalidades

Áreas de Check-In y Auto-Registro: Incluye mostradores de check-in y estaciones de auto-registro para agilizar el proceso. Los pasajeros pueden elegir entre el registro automático o asistencia personalizada.

Control de Seguridad: Después del check-in, los pasajeros pasan por un control de seguridad eficiente con tecnología avanzada para asegurar un rápido y preciso proceso de inspección.

Áreas de Espera y Servicios: Una vez pasada la seguridad, los pasajeros tienen acceso a cómodas áreas de espera con asientos, estaciones de carga, y servicios como tiendas, cafeterías y restaurantes.

Acceso a Puentes de Embarque: Desde las áreas de espera, los pasajeros se dirigen a los puentes de embarque que los conectan directamente con las aeronaves.

Servicios y Experiencias

Atención al Cliente: Oficinas de atención al cliente están disponibles para resolver cualquier problema o consulta de los pasajeros.

Áreas de Comercio y Restauración: Ofrece una variedad de tiendas y opciones gastronómicas para que los pasajeros puedan comprar y comer mientras esperan.

Orientación y Señalización: Señales claras y mapas ayudan a los pasajeros a encontrar su camino a través del aeropuerto.

Seguridad y Control de Acceso

El acceso a las áreas cercanas a las puertas de embarque está restringido a pasajeros con tarjetas de embarque válidas, garantizando un entorno seguro.

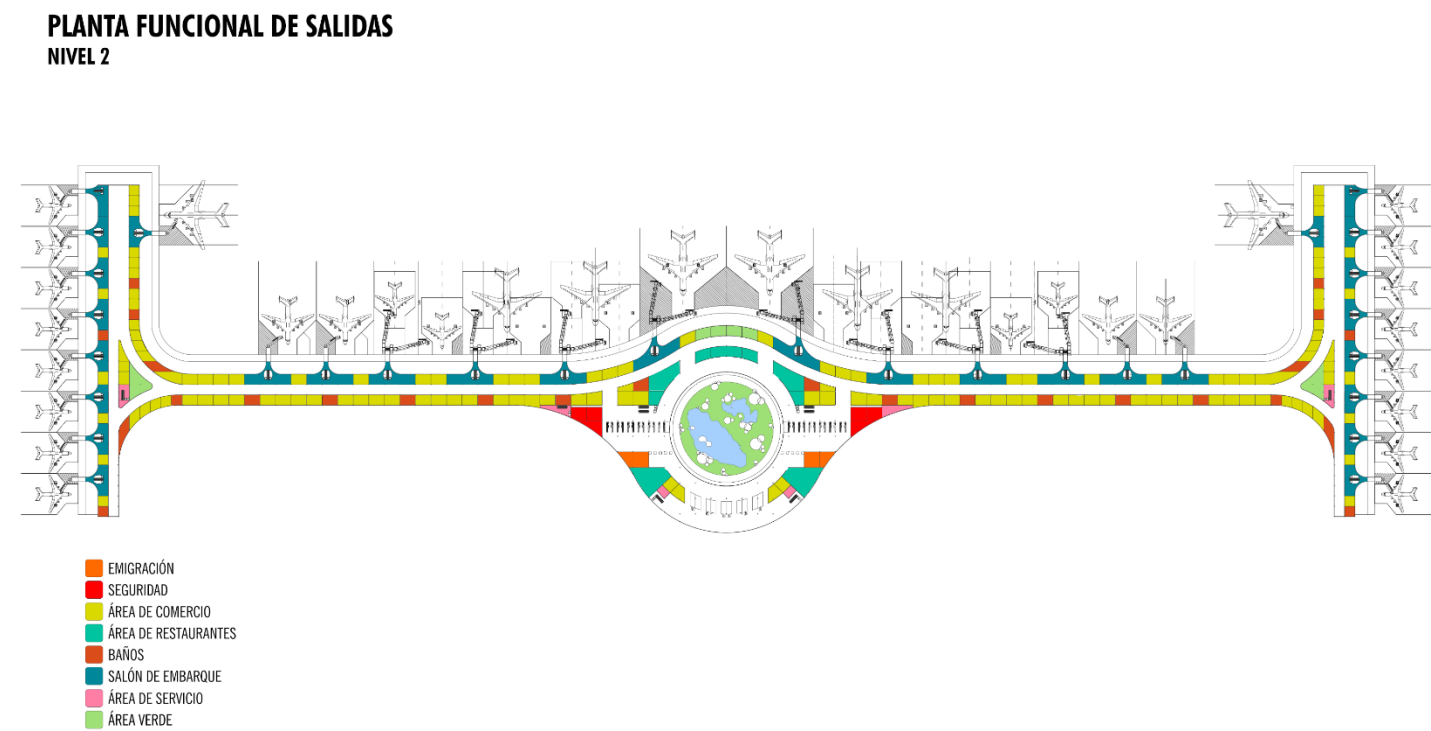


Ilustración 78: Planta funcional de Salida. Fuente: Elaborado por autor.

PLANTA FUNCIONAL DE SALIDAS
NIVEL 2

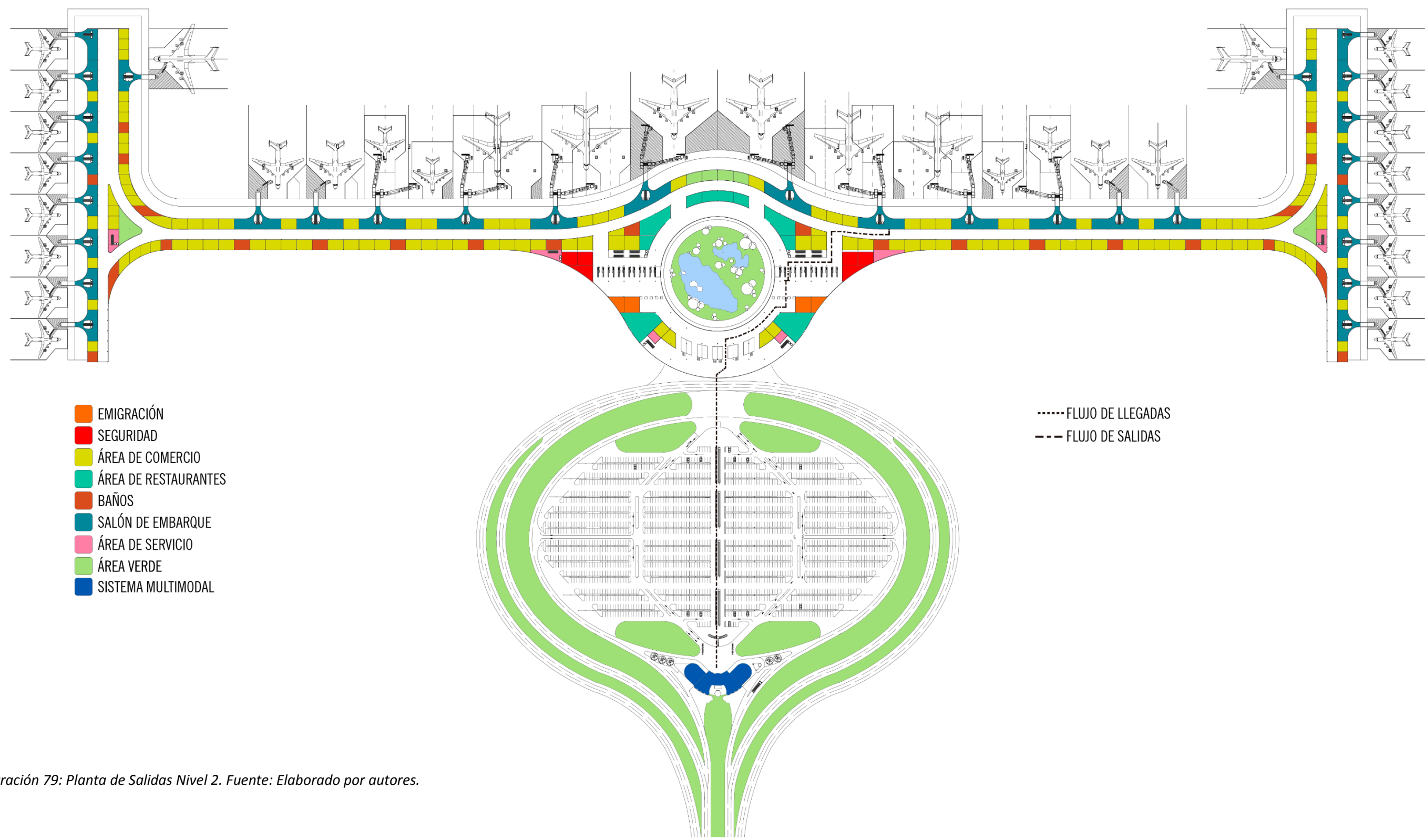


Ilustración 79: Planta de Salidas Nivel 2. Fuente: Elaborado por autores.

5.7.4. PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS - NIVEL 3

El nivel 3 de la terminal de pasajeros del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) está diseñado para optimizar el flujo de pasajeros y proporcionar una experiencia de viaje eficiente y cómoda. Este nivel abarca un puente aéreo que recorre todo el andén principal de la terminal, facilitando la conexión entre las mangas de abordaje y las áreas de espera. La estructura está organizada para separar claramente los flujos de pasajeros que están en espera de su vuelo y aquellos que han desembarcado, minimizando el contacto y el riesgo de intercambio de objetos.

Diseño del Puente Aéreo

El puente aéreo en el nivel 3 está interconectado mediante rampas que desembocan en diferentes áreas funcionales, garantizando una separación eficaz entre los pasajeros en tránsito y aquellos que llegan. Este diseño está orientado a evitar congestiones y mejorar la eficiencia del movimiento de los pasajeros. La separación de flujos es crucial para mantener una experiencia de viaje ordenada y segura, permitiendo una transición fluida entre la espera y el abordaje.

Espacios y Funcionalidades

El nivel 3 alberga una serie de actividades y servicios que enriquecen la experiencia del pasajero:

Núcleos de Inmigración: Estas áreas están diseñadas para los pasajeros en tránsito que requieren pasar por migración antes de dirigirse a las salas de espera de conexión. Los núcleos están estratégicamente ubicados para facilitar el flujo de pasajeros y reducir el tiempo de espera.

Rutas de Acceso: Los flujos de pasajeros en este nivel están soportados por núcleos húmedos de servicios (baños y estaciones de lavado) y barras transportadoras de pasajeros. Estas características están diseñadas para facilitar el movimiento eficiente y reducir el tiempo de espera.

Ventanillas de Atención y Administración: Se encuentran ventanillas de atención de las aerolíneas y espacios para la administración de servicios relacionados. Estas instalaciones están ubicadas de manera estratégica para facilitar el acceso y la asistencia de los pasajeros.

Área de Asistencia a Tierra: Este espacio está destinado al soporte y atención de los servicios de tierra, asegurando el manejo adecuado del equipaje y otros requerimientos operativos.

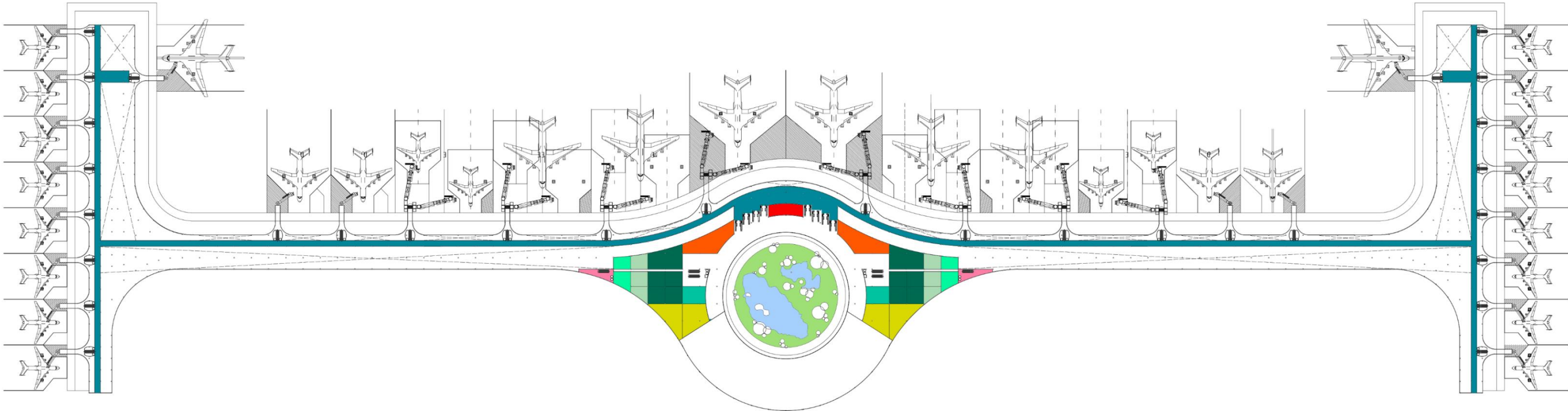
Soporte de Torre de Control: Incluye las instalaciones necesarias para la coordinación y supervisión de las operaciones aéreas, garantizando una gestión eficaz del tráfico y la seguridad.

Área de Operaciones de Terminal: Abarca las funciones operativas de la terminal, incluyendo la gestión de recursos, supervisión de las actividades diarias, y coordinación de los servicios de soporte.

Seguridad y Acceso

Para acceder al área de abordaje, los pasajeros deben pasar por filtros de seguridad ubicados en el centro. Estos filtros están diseñados para asegurar que solo los pasajeros con boletos válidos y autorizados puedan ingresar al área de embarque, garantizando así la seguridad y el control del acceso.

PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS
NIVEL 3



- INMIGRACIÓN
- SEGURIDAD
- ÁREA DE SOPORTE A TIERRA
- ÁREA DE OPERACIONES DE TERMINAL
- SALÓN DE GOBIERNO
- ÁREA DE ASISTENCIA A TIERRA
- ÁREA DE SOPORTE A TORRE DE CONTROL
- ÁREA DE CIRCULACIÓN PASAJEROS LLEGADA
- ÁREA DE SERVICIO
- ÁREA VERDE

Ilustración 80: Planta de Llegadas Nivel 3. Fuente: Elaborado por autores.

5.8. TORRE DE CONTROL.

La torre de control del nuevo aeropuerto de Nicaragua está diseñada para cumplir con los más estrictos requisitos de visibilidad del Área de Maniobras, que incluye las pistas y calles de rodaje, con especial atención a la visibilidad de las cabeceras de pista. Para garantizar una identificación clara de las aeronaves y otros vehículos en la zona, la torre proporciona un ángulo de incidencia de línea de visión (Line of Sight, LOS) adecuado.

La estructura de la torre está construida con un sistema de paneles perforados, lo que reduce la incidencia del viento y contribuye a la estabilidad de la construcción. Además, la ubicación de la torre se ajusta a las normativas establecidas por la FAA (Federal Aviation Administration), asegurando que su posición sea óptima para la gestión del tráfico aéreo. Según las directrices de la FAA en Design and Evaluation of Control Towers, estas características son cruciales para garantizar tanto la seguridad como la eficiencia operativa del aeropuerto.

ALTURA DE TORRE DE CONTROL

$$E_e = E_{as} + D \tan (VA + G_s)$$
$$D = 2,327 (7634)$$
$$G_s = +2 \text{ min}$$
$$VA = +35 \text{ minutos} - \text{min reque}$$
$$E_{as} = 50$$

$$E_e = 50 \text{ m} + H$$
$$50M + 2327m (7634) \times \tan (35 \text{ min} + 2 \text{ min})$$
$$50M + 2327m (7634) \times 0.01076$$
$$50M + 25.03 \text{ m}$$
$$E_e = 75.03M.$$

$$E_e = E_{as} + D \tan (VA + G_s)$$
$$D = 2,327 (7634)$$
$$G_s = +2 \text{ min}$$
$$VA = +35 \text{ minutos} - \text{min reque}$$
$$E_{as} = 50$$

$$E_e = 50 \text{ m} + H$$
$$50M + 2327m (7634) \times \tan (35 \text{ min} + 2 \text{ min})$$
$$50M + 2327m (7634) \times 0.01076$$
$$50M + 25.03 \text{ m}$$
$$E_e = 75.03M.$$

$$\text{Altura de Torre} = 72.095 \text{ metros.}$$

Tabla 46: Altura de Torre de Control. Elaborado por Autores.

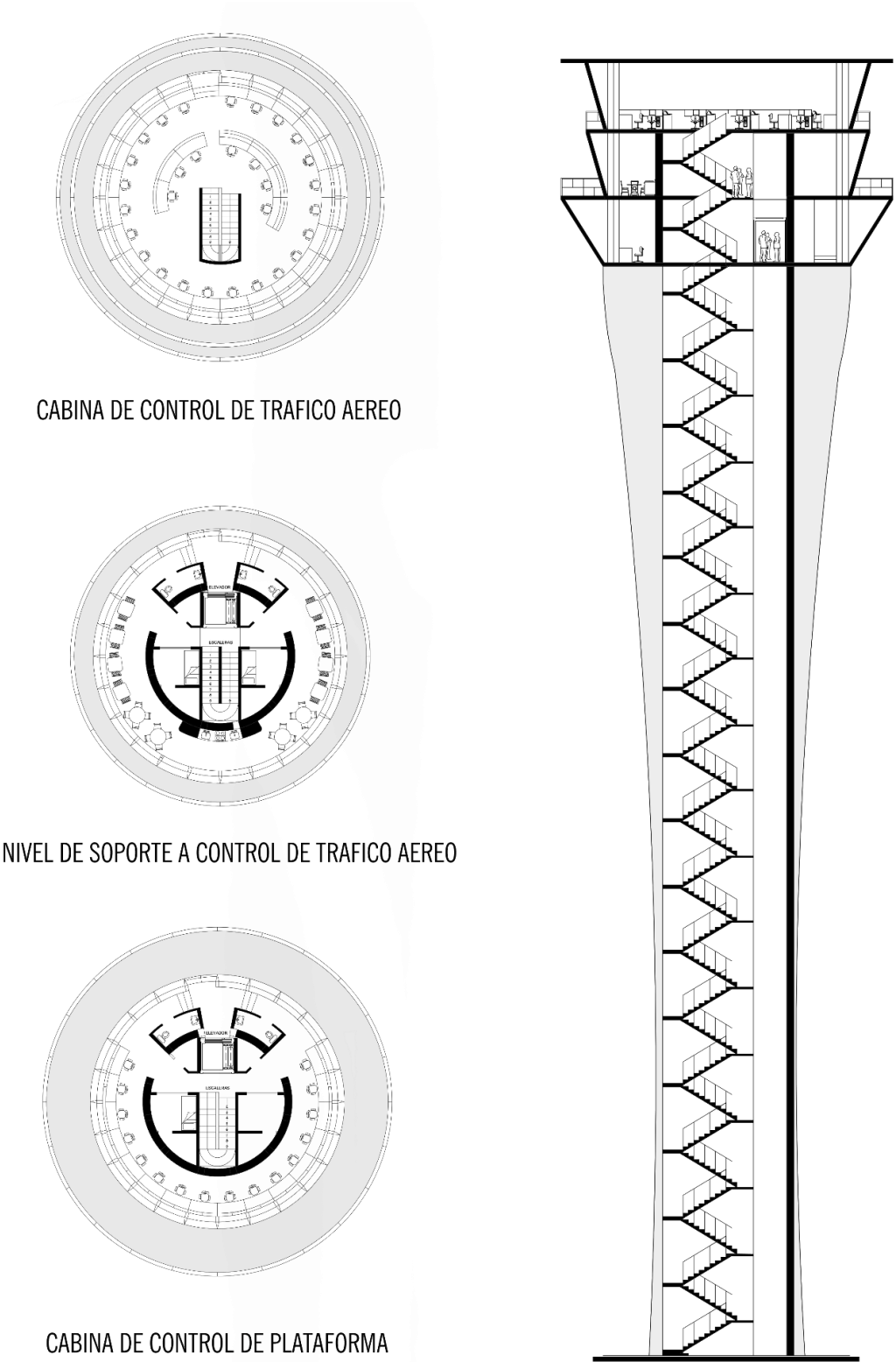


Ilustración 81: Plantas y sección de Torre de Control. Fuente: Elaborado por autores.

5.9. ESTRUCTURA

El sistema estructural propuesto para el Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua (NAIN) emplea un enfoque tridimensional en acero que se adapta mediante una modulación rigurosa. Esta estrategia configura una megaestructura compuesta por una red de elementos estructurales, inspirada en la complejidad y armonía del paisaje natural. El diseño busca generar espacios interiores amplios y versátiles, capaces de albergar una variedad de actividades y usos.

La estructura principal incorpora componentes internos que permiten una transformación continua, adaptándose a las nuevas necesidades sociales y comerciales emergentes en Nicaragua, así como a los futuros tratados comerciales que el país pueda establecer con otras naciones. Las conexiones entre columnas, vigas y otros elementos estructurales se han diseñado con precisión para garantizar una distribución eficiente de cargas a lo largo de toda la estructura hasta los cimientos. Esta red tridimensional modulada se basa en una geometría lógica y coherente, asegurando tanto la estabilidad como la funcionalidad del edificio.

En cuanto al sistema de cubierta, se ha optado por una solución modular de acero que incluye marcos específicos para soportar paneles de chapa grecada con propiedades de aislamiento acústico. Estos módulos están diseñados para adaptarse a la geometría tridimensional de la estructura que sustentan.

La conexión entre los marcos modulares se realiza mediante platos hexagonales de acero, ensamblados en los nodos externos de la estructura principal. Los paneles triangulares de la cubierta incorporan aislamiento acústico y una chapa metálica microperforada, proporcionando una solución integral que cumple con los requisitos de acondicionamiento acústico y estético del espacio.

Este diseño modular no solo proporciona una cobertura estructural eficiente, sino que también facilita la flexibilidad interna, permitiendo la adaptación a las diversas actividades comerciales y operativas del aeropuerto y reflejando la dinámica del contexto nicaragüense.

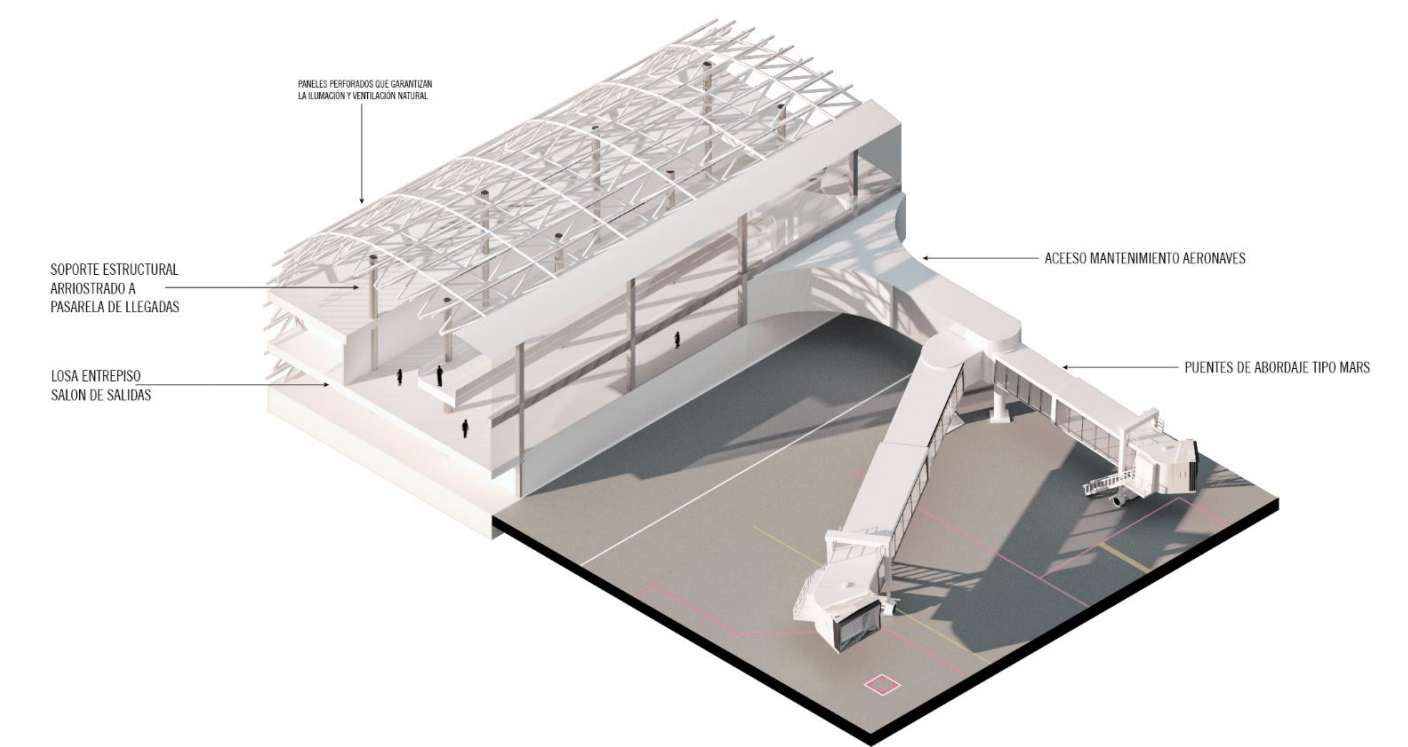


Ilustración 82: Axonometrico Estructural. Fuente: Elaborado por autores.

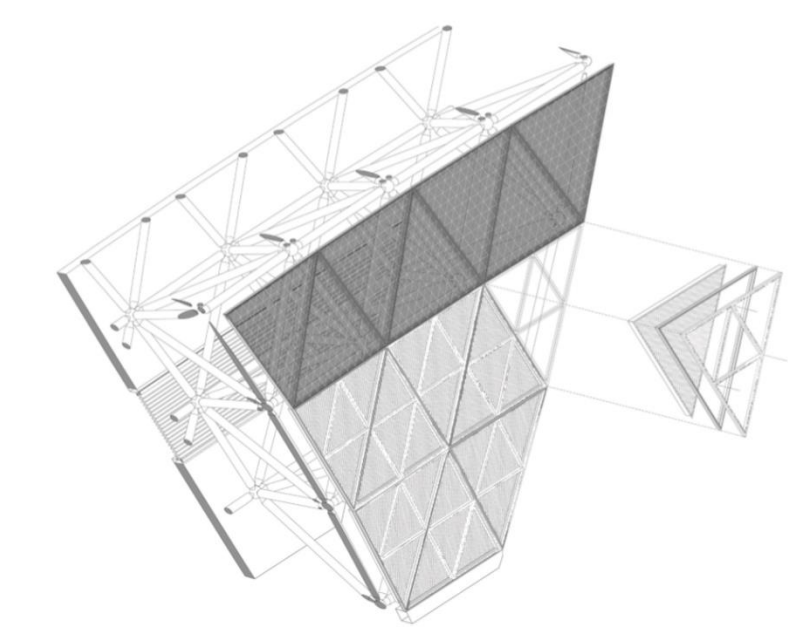


Ilustración 83: Despiece estructural sistema Tridimensional y paneles perforados. Fuente: Elaborado por autores.

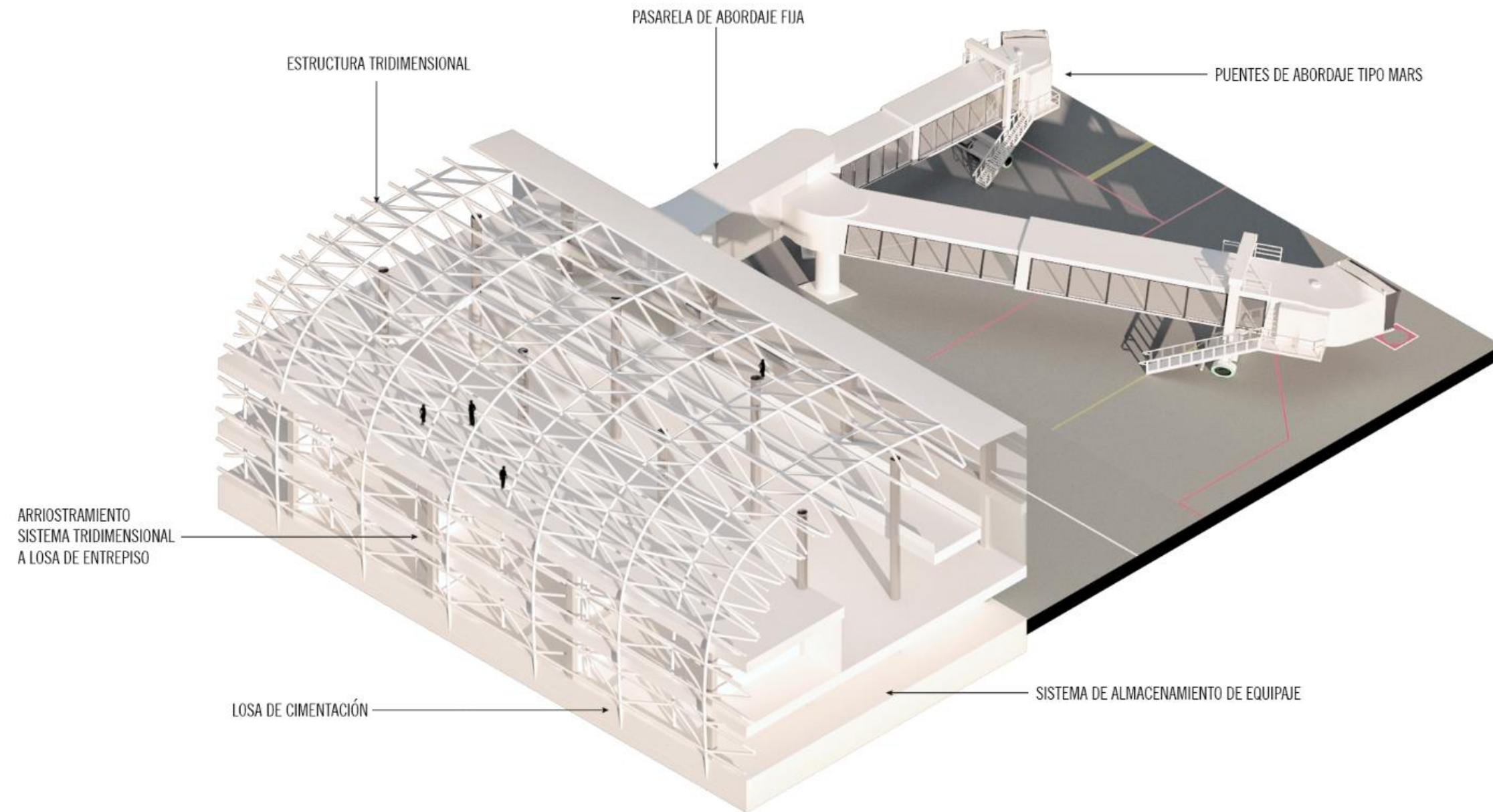


Ilustración 84: Axonometrico Estructural. Fuente: Elaborado por autores

5.10. SECCIONES

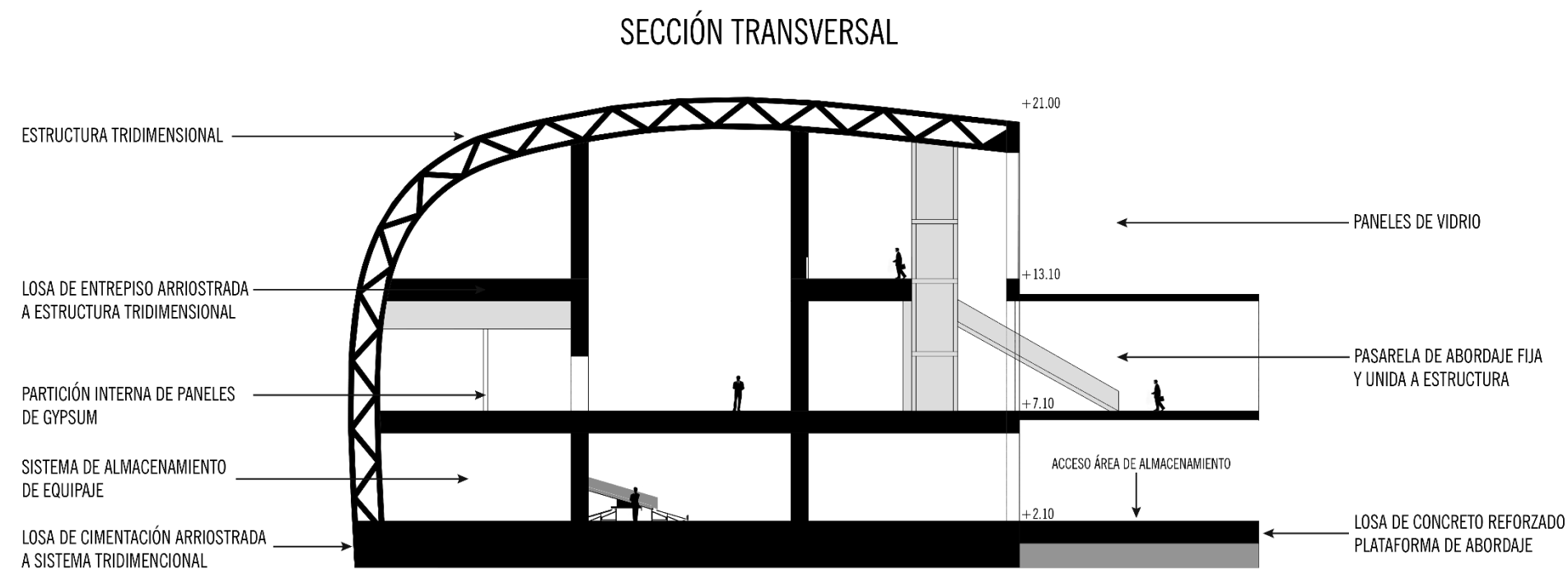


Ilustración 85: Sección transversal NAIN. Fuente: Elaborado por autores.

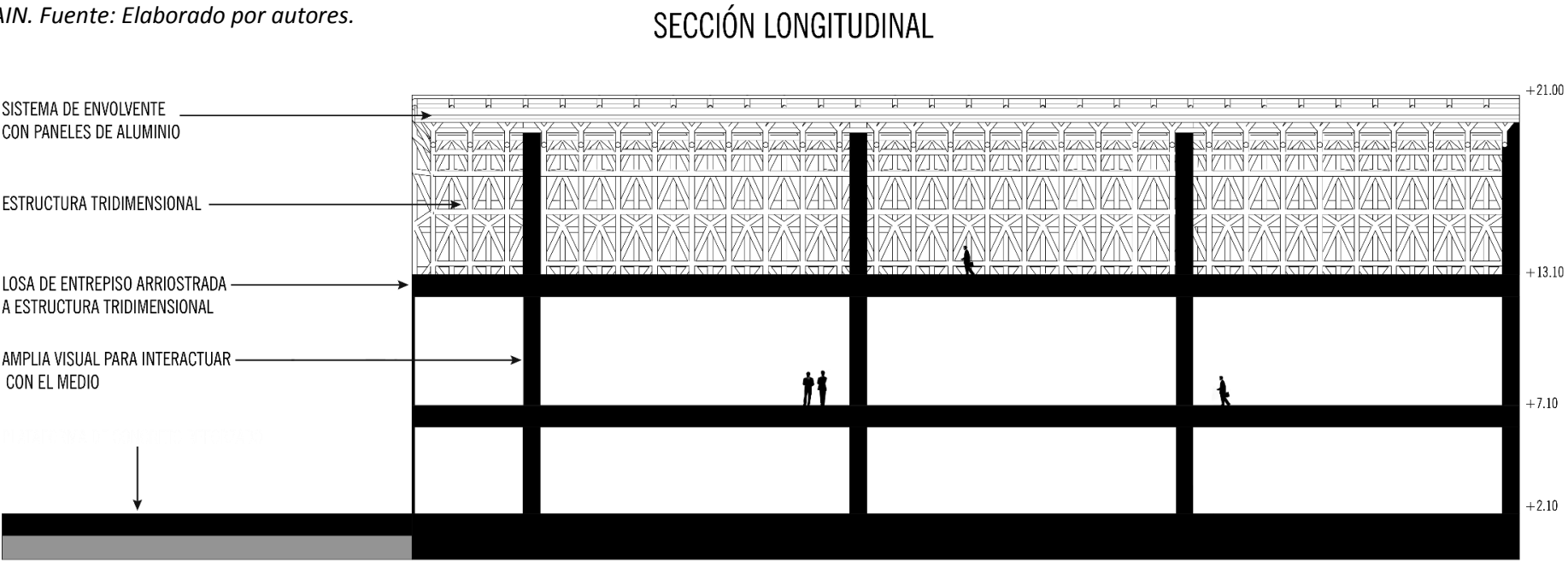


Ilustración 86; Sección longitudinal NAIN. Fuente. Elaborado por autores.

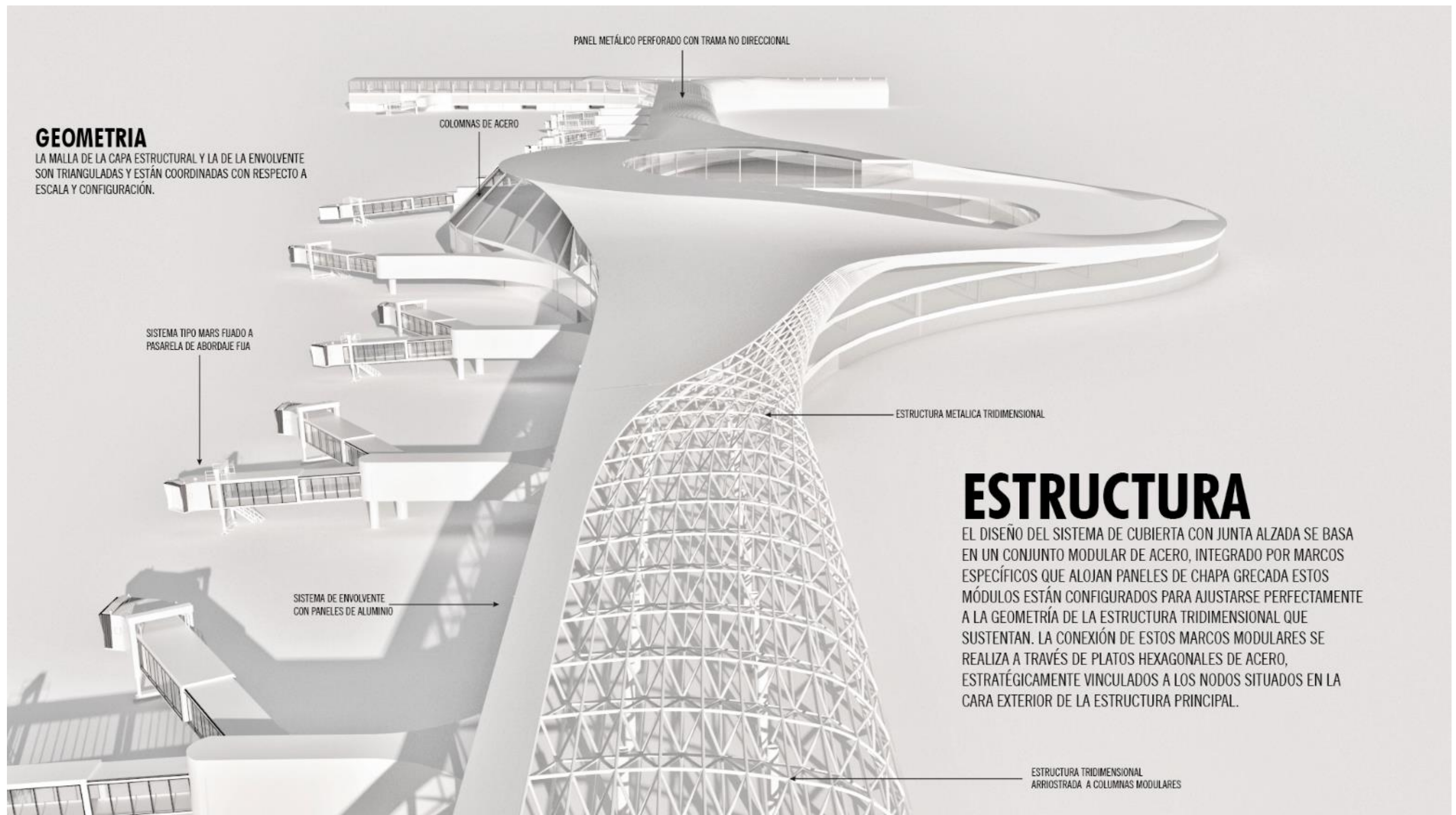


Ilustración 87: Perspectiva parcial de estructura Expuesta. Fuente: Elaborado por autores.

5.11. ENVOLVENTE

Para la envolvente se ha optado por el uso de paneles perforados, elegidos por sus numerosas ventajas estéticas y funcionales en el diseño del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua. Este sistema ofrece una solución innovadora para el revestimiento de fachadas y cubiertas, integrando características que benefician tanto la apariencia como la eficiencia del edificio.

Estéticamente, los paneles perforados aportan una imagen moderna y dinámica, permitiendo la creación de patrones visuales únicos que enriquecen la fachada del aeropuerto. Su capacidad para adaptarse a diferentes configuraciones permite una integración armónica con el entorno, destacando el aeropuerto como un referente de sostenibilidad y diseño contemporáneo.

Funcionalmente, estos paneles contribuyen a la regulación térmica y la ventilación del edificio. La perforación en los paneles facilita una ventilación natural eficiente, lo que ayuda a reducir la acumulación de calor y mejora el confort interior. Además, los paneles perforados minimizan el deslumbramiento y la entrada directa de radiación solar, promoviendo así una mayor eficiencia energética y confort para los usuarios del aeropuerto.

Complementariamente, los paneles perforados permiten un control preciso de la iluminación natural que ingresa al interior del edificio. La disposición y tamaño de las perforaciones pueden ser ajustados para filtrar la luz de manera óptima, proporcionando un ambiente interior bien iluminado sin el deslumbramiento asociado con la exposición directa al sol. Esta capacidad de regulación de la luz también mejora la experiencia visual y reduce la necesidad de iluminación artificial durante el día, contribuyendo a la sostenibilidad del edificio.

En cuanto a su composición, los paneles perforados están fabricados con materiales que garantizan durabilidad y resistencia a las condiciones climáticas adversas. La selección de acabados puede incluir tratamientos que aumenten la resistencia a la corrosión y el mantenimiento estético a largo plazo. Adicionalmente, los paneles se diseñan para facilitar un montaje eficiente y una integración perfecta con los sistemas estructurales del edificio, optimizando tanto el proceso constructivo como el rendimiento a lo largo de la vida útil del aeropuerto.

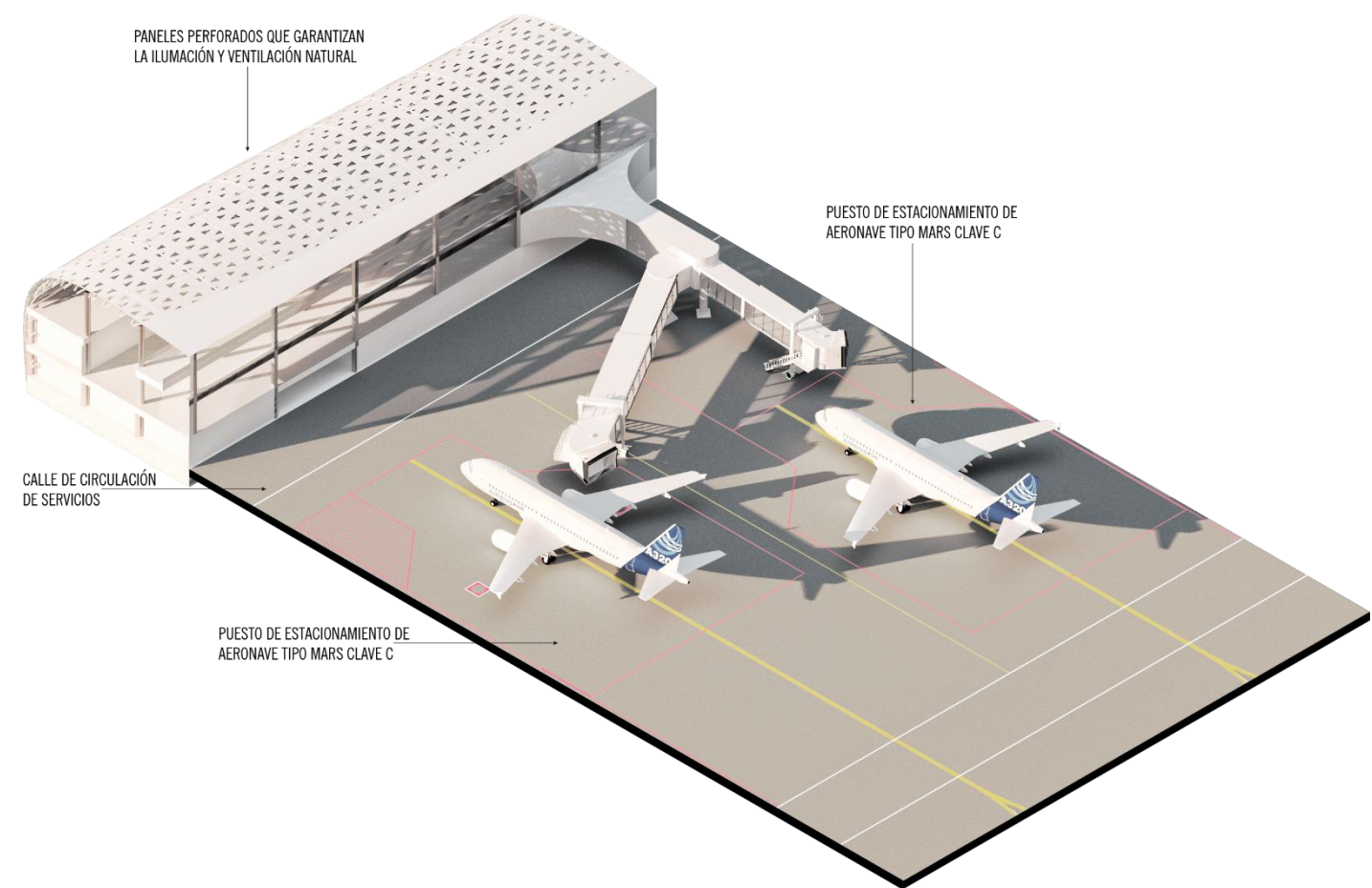


Ilustración 88: Axonometrico Envolvente, y posición de Aeronaves. Fuente: Elaborado por autores.

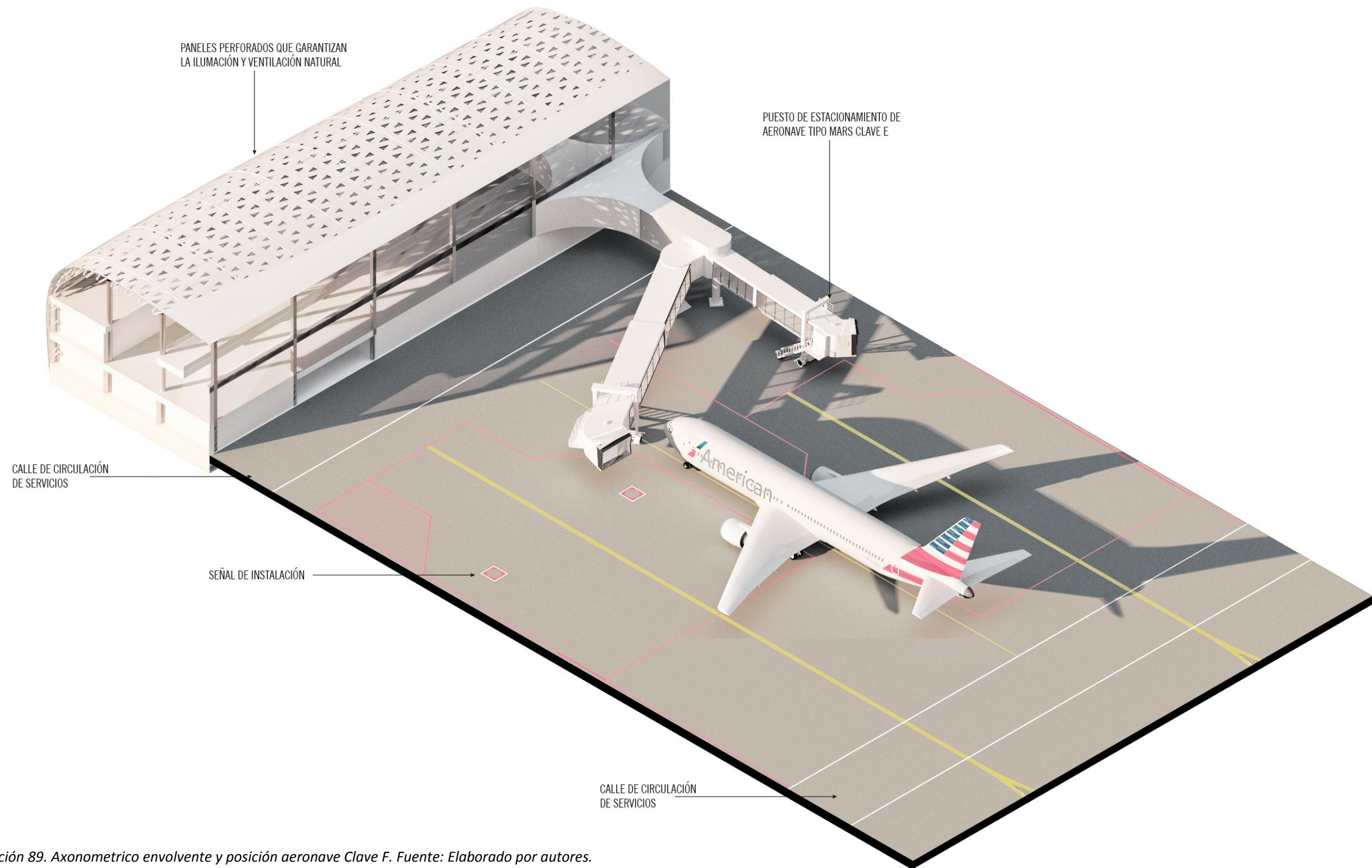


Ilustración 89. Axonometrico envolvente y posición aeronave Clave F. Fuente: Elaborado por autores.

5.12. ESPACIOS INTERNOS

El diseño de los espacios busca dejar una marca indeleble en el pasajero durante su proceso de abordaje, enmarcando el núcleo central tanto para el proceso de salidas como para las llegadas. En el nuevo aeropuerto, el núcleo central se configura como un espacio verde que actúa como un punto de referencia visual y funcional a lo largo del recorrido. Este patio interno, iluminado y ventilado de forma natural, no solo facilita el flujo de pasajeros, sino que también ofrece una experiencia sensorial única.

Durante el proceso de salidas, el diseño permite una transición fluida desde el área de registro hacia la zona de embarque. El espacio verde central se convierte en un elemento de confort térmico y descanso, proporcionando una pausa agradable antes de abordar el vuelo. Esta área central está cuidadosamente diseñada para guiar a los pasajeros con claridad, asegurando una experiencia de salida eficiente y cómoda.

Para el proceso de llegadas, el mismo espacio verde actúa como un punto de bienvenida, ofreciendo un entorno relajante mientras los pasajeros esperan la recolección de su equipaje o la conexión con otros servicios. La disposición de este núcleo central refuerza la identidad nacional y proporciona una experiencia acogedora, destacando la conexión entre los viajeros y su entorno inmediato. Este enfoque en el diseño espacial no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también enriquece la experiencia del pasajero al integrar elementos de confort y estética que reflejan la identidad y cultura del aeropuerto.

El salón de arribos del aeropuerto ha sido diseñado para enmarcar la vista hacia la vegetación circundante, creando un entorno acogedor y visualmente atractivo para los pasajeros. Este espacio está estratégicamente ubicado para ofrecer amplias vistas al área verde central, lo que proporciona una sensación de conexión con el entorno natural desde el momento en que los pasajeros desembarcan.

La disposición del salón de arribos permite una integración fluida con la vegetación, favoreciendo la entrada de luz natural y la ventilación, y creando un ambiente relajante que mejora la experiencia del viajero. Las grandes ventanas y los detalles arquitectónicos abiertos facilitan una vista panorámica del paisaje verde, destacando la transición entre el interior del aeropuerto y el entorno natural exterior.

La sintaxis espacial del aeropuerto está cuidadosamente diseñada para enfocar la experiencia del viajero en cada fase del proceso, desde la llegada hasta el momento de salida. El énfasis en la integración de espacios verdes y la creación de vistas agradables refuerza la identidad del aeropuerto como un lugar de tránsito que no solo cumple con su función operativa, sino que también ofrece un entorno estéticamente enriquecedor y cómodo. Esta estrategia espacial destaca la importancia de una experiencia de viaje positiva, reflejando un compromiso con el bienestar y la satisfacción del pasajero en cada paso del recorrido.

Ilustración 90: Perspectiva Patio Interno NAIN. Fuente: Elaborado por Autores.



Ilustración 91: Perspectiva de Llegadas. Fuente: Elaborado por Autores.



Ilustración 92: Perspectiva Llegadas: Fuente: Elaborado por Autores.



5.13. ENFOQUE

La experiencia es el eje principal en el diseño del nuevo aeropuerto, concebido para transformar los espacios de tránsito en lugares significativos, desafiando la noción de "no lugares" propuesta por Marc Augé. Cada espacio y recorrido ha sido diseñado para ser vivido plenamente, ofreciendo una experiencia que va más allá de la mera funcionalidad.

En el núcleo central, un patio verde interno se erige como el corazón de esta experiencia. Este espacio no solo actúa como un punto de referencia visual y funcional, sino que también establece una conexión directa con la naturaleza, permitiendo al pasajero sentir un arraigo en el entorno. Dos espejos de agua artificiales, que emulan los dos grandes lagos de Nicaragua, refuerzan la identidad cultural del país al mundo, integrando elementos simbólicos que enriquecen la experiencia y el sentido de pertenencia.

Durante las salidas, la planificación espacial facilita una transición fluida desde el área de registro hasta la zona de embarque, con el patio verde central y los espejos de agua funcionando como un oasis de calma. Este entorno no solo optimiza el confort térmico, sino que invita al pasajero a detenerse y disfrutar del ambiente antes de abordar. Así, el aeropuerto se convierte en un espacio en el que se experimenta una auténtica sensación de bienestar, alejándose de la idea de un "no lugar".

En el proceso de llegadas, este mismo espacio verde recibe al viajero con una cálida bienvenida, ofreciendo un entorno relajante en el primer contacto con el aeropuerto. La disposición del salón de arribos, con amplias vistas hacia la vegetación circundante y los espejos de agua, asegura que los pasajeros perciban una continuidad entre el interior del aeropuerto y el paisaje natural exterior. De esta forma, la experiencia de llegada se convierte en algo más que un simple trámite, reforzando la identidad y la cultura del aeropuerto como un lugar que valora la conexión emocional con su entorno.

La planificación espacial, centrada en la integración de elementos naturales, los espejos de agua que evocan los lagos de Nicaragua, y la creación de vistas atractivas, refleja un compromiso con la creación de lugares significativos. Estos espacios no solo cumplen con su función operativa, sino que también ofrecen una experiencia de viaje enriquecedora y memorable. Al convertir estos "no lugares" en espacios vividos, el aeropuerto se posiciona como un modelo de diseño que prioriza el bienestar y la satisfacción del pasajero en cada etapa de su recorrido.

Ilustración 93: Perspectiva de Salidas. Fuente: Elaborada por Autores.



Ilustración 94: Perspectiva Salón de Salidas: Fuente: Elaborada por Autores.



5.14. DISEÑO DE CIUDAD AEROPUERTO

El enfoque de diseño de la ciudad aeropuerto está concebido para generar un impacto multiescalar y controlado, fundamentado en principios ecológicos de diseño. Este concepto integra de manera armoniosa aspectos urbanos y arquitectónicos, asegurando un desarrollo sostenible y equilibrado que respeta tanto el entorno natural como social. La planificación urbana actúa como un eje multimodal dentro del país, conectando de manera eficiente diversas infraestructuras de transporte y facilitando la movilidad tanto a nivel nacional como internacional. Al configurarse como una ciudad aeropuerto, se genera un nuevo polo de desarrollo urbano en el país, bajo un paradigma de diseño innovador que combina la funcionalidad aeroportuaria con un entorno urbano dinámico y vibrante. Este enfoque no solo busca optimizar la funcionalidad y la operatividad del aeropuerto, sino también proporcionar un entorno que ofrezca experiencias enriquecedoras y significativas para los usuarios.

El diseño multiescalar y controlado se fundamenta en una planificación que prioriza la sostenibilidad, reduciendo el impacto ambiental y fomentando una convivencia armónica entre el desarrollo urbano y el medio ambiente. Este nuevo paradigma promueve la integración de usos mixtos, donde se mezclan áreas comerciales, residenciales, de ocio y de servicios, creando un entorno cohesionado que responde a las necesidades contemporáneas de urbanismo y desarrollo económico. Así mismo, este enfoque impulsa la regeneración urbana mediante la creación de infraestructura moderna y sostenible que no solo apoya el crecimiento económico, sino que también mejora la calidad de vida de las comunidades locales.

Además, este paradigma de ciudad aeropuerto contempla una visión a largo plazo que prioriza la flexibilidad y adaptabilidad de sus espacios, permitiendo una evolución continua que se ajuste a las demandas emergentes del mercado global y regional. De esta manera, no solo se establece como un punto clave de conexión y movilidad, sino que también se posiciona como un catalizador de desarrollo económico y social en el país, promoviendo un modelo de crecimiento urbano innovador, sostenible y profundamente conectado con su entorno.

Ilustración 95. Perspectiva General Ciudad Aeropuerto. Fuente: Elaborada por Autores.



Ilustración 96: Perspectiva Terminal Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.



5.15. DISEÑO

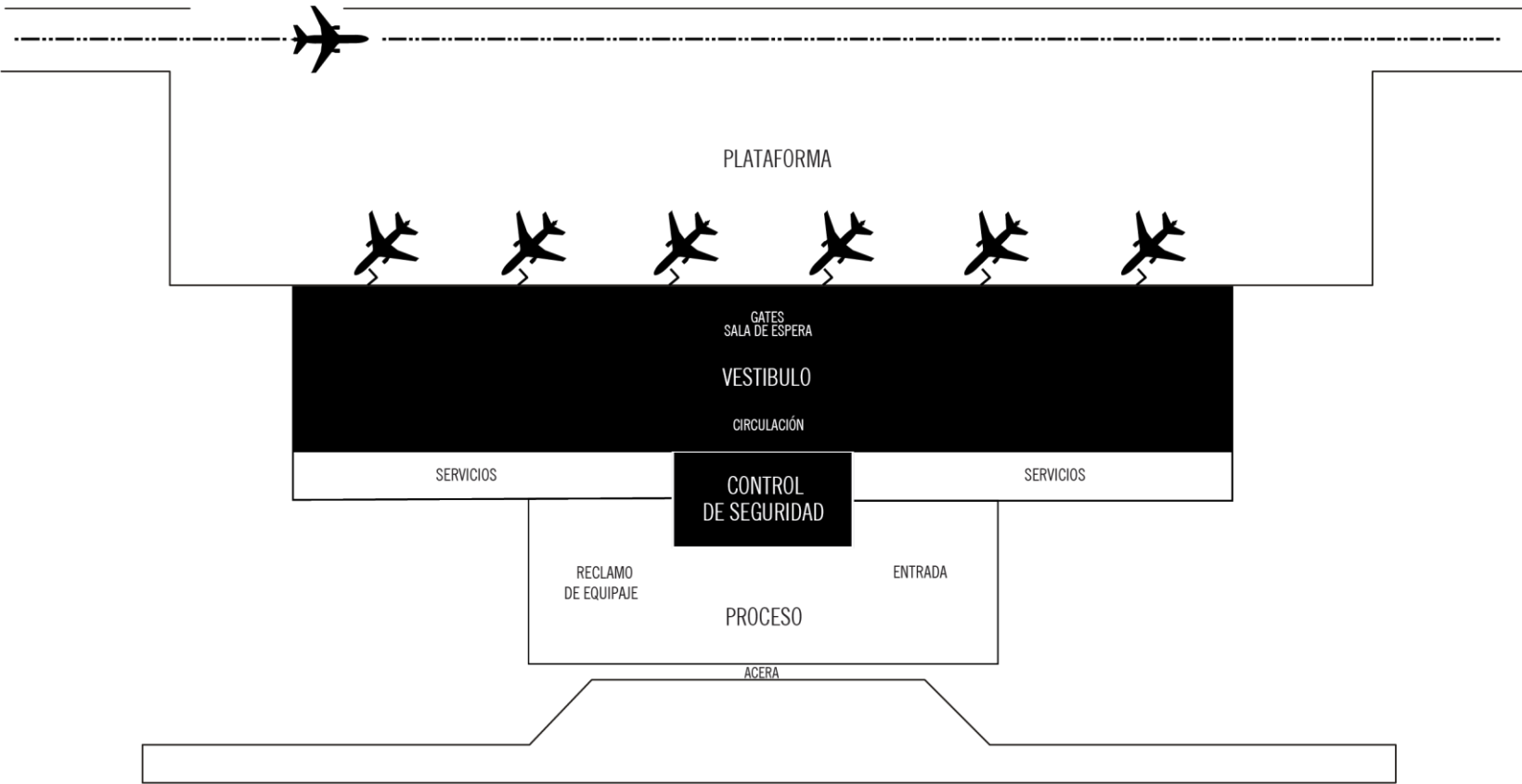
El diseño de este aeropuerto es una respuesta integral a los cambios en el transporte aéreo y a la necesidad de adaptación a una escala personal, así como a los desafíos derivados de los cambios climáticos. De este enfoque surge el concepto de "la forma sigue la energía", que guía la morfología del aeropuerto para ajustarse a estas variables dinámicas.

La morfología del edificio se ha desarrollado a partir de un análisis exhaustivo de factores bioclimáticos, con el objetivo de mantener un alto nivel de confort y minimizar el impacto medioambiental. Este enfoque asegura que el diseño no solo responda a las necesidades operativas y funcionales del aeropuerto, sino que también se integre armónicamente con el entorno natural.

La selección de materiales ha sido cuidadosamente realizada, eligiendo opciones sostenibles y de alto rendimiento que se ajustan a las condiciones climáticas locales y cumplen con los requisitos de durabilidad. Estos materiales no solo optimizan la eficiencia energética del edificio, sino que también refuerzan el enfoque estético del diseño, creando una sinergia entre tecnología, sostenibilidad y la identidad cultural del país.

Dadas las características del posicionamiento de la pista y el desarrollo de la ciudad aeropuerto, se optó por un diseño lineal ampliado para la terminal. Esta configuración, escogida en función de la disposición funcional del aeropuerto, facilita una circulación eficiente y coherente a lo largo del espacio, optimizando tanto la logística como el acceso a las diferentes áreas del aeropuerto.

El enfoque lineal no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite incorporar un mayor número de puertas de abordaje, lo cual resulta esencial para manejar el tráfico aéreo de manera efectiva. Esta disposición es particularmente beneficiosa en un contexto de demanda creciente, ya que proporciona la flexibilidad necesaria para adaptarse a las variaciones en el volumen de pasajeros y en las operaciones de vuelo. Para complementar esta flexibilidad, el diseño incluye un sistema tipo MARS (Multiple Aircraft Ramp System), que facilita una adaptación dinámica a los cambios en el mercado aéreo, ajustándose rápidamente a las fluctuaciones en la demanda y a las necesidades operativas, y garantizando así una respuesta ágil y eficiente a las condiciones cambiantes del sector.



Concepto lineal ampliado
Ilustración 97: Concepto Lineal Ampliado. Fuente: Elaborado por Autores.

Ilustración 98: Perspectiva General de Plataforma de Aeronaves-Terminal. Fuente: Elaborada por Autores.



Ilustración 99: Perspectiva Ciudad Aeropuerto-Plataforma. Fuente: Elaborada por Autores.



Ilustración 100: Perspectiva Lateral de Terminal Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.

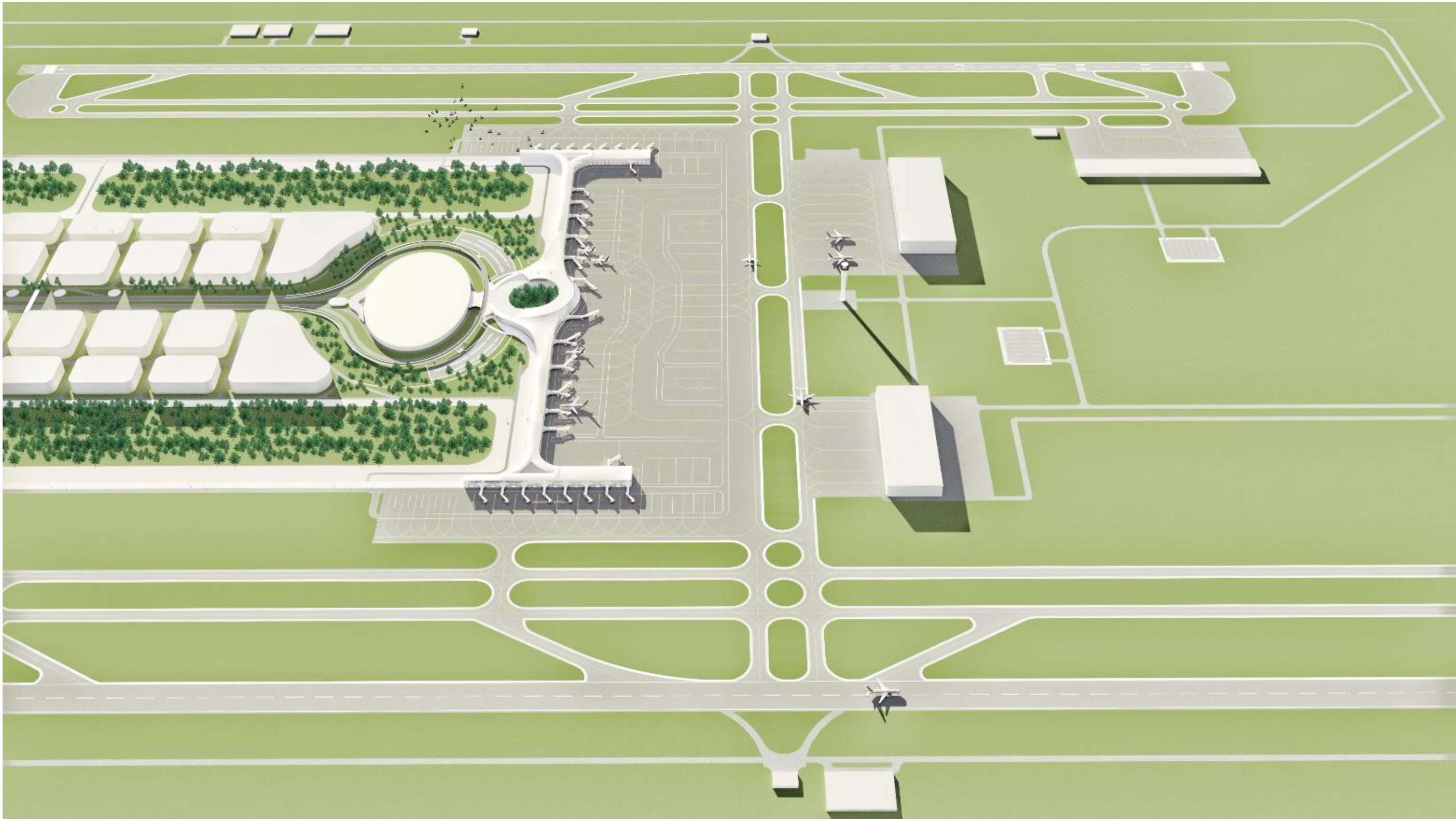


Ilustración 101: Perspectiva de Acceso Ciudad Aeroportuaria. Fuente: Elaborada por Autores.



Ilustración 102. Perspectiva de Torre de Control NAIN. Fuente: Elaborada por Autores.



6. ASPECTOS FINALES

6. CONCLUSIÓN

Al culminar el presente trabajo monográfico de Propuesta de Diseño del Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua, ubicado en Punta Huete, se han cumplido los objetivos establecidos, los cuales requirieron la realización de diferentes etapas para alcanzarlos. Estas etapas, en términos generales, abarcan: la comprensión de las normativas y reglamentos internacionales y locales aplicables al diseño aeroportuario, el análisis de modelos análogos a nivel mundial, estudios detallados del sitio de emplazamiento con un enfoque en las características y necesidades del país, y el desarrollo del diseño arquitectónico y urbano del proyecto. A partir de estas etapas, se alcanzaron las siguientes conclusiones:

Se desarrollaron propuestas que respondieron eficazmente a las necesidades actuales y futuras del transporte aéreo en Nicaragua, abordando las limitaciones del actual Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino mediante la creación de una infraestructura moderna y competitiva.

Se diseñó un esquema en el que la disposición del aeropuerto en Punta Huete optimiza la conectividad regional e internacional, recuperando y fortaleciendo las funciones del área como un nodo de transporte clave, al tiempo que se adapta a las nuevas condiciones globales y tecnológicas del sector.

Un aspecto fundamental de esta propuesta es la conceptualización y planificación de una ciudad aeroportuaria en torno al Nuevo Aeropuerto Internacional de Nicaragua. Esta ciudad aeroportuaria se proyecta como un epicentro de desarrollo económico y urbano, que no solo mejora la infraestructura de la región, sino que también actúa como un catalizador para la creación de un nuevo polo de crecimiento. Este entorno está diseñado para integrar actividades comerciales, servicios logísticos y áreas residenciales, creando un ecosistema autosuficiente que fomenta la inversión, la generación de empleo y el desarrollo sostenible. Además, esta ciudad aeroportuaria está concebida para adaptarse a las necesidades cambiantes del transporte aéreo y del comercio internacional, posicionando a Nicaragua como un nodo estratégico en la red global.

Se logró una propuesta de anteproyecto que no solo impacta positivamente en el desarrollo económico de la región, sino que también rompe con un paradigma social al crear un aeropuerto que trasciende el concepto de "No Lugar". Mostrando una experiencia memorable para el pasajero, transformando el

espacio aeroportuario en un entorno que deja una marca indeleble en quienes lo transitan, haciendo que cada momento en el aeropuerto sea parte integral de su viaje.

El desarrollo del nuevo aeropuerto incluye la planificación de una ciudad aeroportuaria, la cual se proyecta como un nuevo polo de desarrollo urbano y económico. Este núcleo emergente no solo mejorará la infraestructura de la zona, sino que atraerá inversiones, impulsará la creación de empleos y fomentará un crecimiento sostenible que beneficiará a la región en su conjunto.

Al integrar todos estos factores, se consigue una mejora significativa en la infraestructura aeroportuaria del país, proyectándose como un punto de referencia atractivo y relevante a nivel regional y global.

Finalmente, este trabajo destaca el valor que este proyecto tiene desde un punto de vista académico y práctico para futuras investigaciones en el diseño de aeropuertos y su impacto en el desarrollo urbano y económico de una región.

6.1. RECOMENDACIONES

A los estudiantes de la UNI: Utilizar este trabajo monográfico como una fuente de información valiosa para futuros estudios relacionados con el diseño y desarrollo aeroportuario. Este documento puede servir como un precedente motivador para la creación de nuevos temas que aporten significativamente al país. Es fundamental que estos trabajos sean aplicables y útiles, y que se integren en el contexto adecuado, tomando en cuenta las condicionantes urbanas y regionales del sitio donde se desee desarrollar una infraestructura aeroportuaria.

A la Dirección de Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines.: Se recomienda fortalecer el vínculo entre las instituciones gubernamentales y las universidades para asegurar un flujo de información continuo y transparente. Este enlace no solo facilitará la realización de futuros trabajos monográficos en tiempos y formas adecuados, sino que también permitirá abordar con profundidad temas críticos como el diseño aeroportuario y los planes de mantenimiento preventivo.

Además, es fundamental fomentar la investigación y el desarrollo de nuevos modelos teóricos que exploren el impacto de los aeropuertos en el paradigma urbano. Este enfoque permitirá una comprensión más profunda y una mejor gestión de los fenómenos generados por los aeropuertos en su entorno, contribuyendo así a una planificación y diseño más efectivos y adaptados a las dinámicas contemporáneas. La colaboración entre academia e instituciones permitirá avanzar en estos temas y mejorar la calidad y relevancia de los estudios y proyectos futuros.

A las instituciones correspondientes:

Se recomienda al Instituto Nicaragüense de Aeronáutica Civil (INAC) establecer una colaboración más estrecha con la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) para actualizarse mutuamente sobre las últimas tendencias y avances en el diseño aeroportuario. Esta colaboración debería incluir la capacitación continua de los docentes de ambas instituciones y la incorporación de prácticas y estándares recomendados por organizaciones internacionales como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Este enfoque permitirá no solo mejorar la capacidad técnica de los profesionales y académicos involucrados, sino también asegurar que las prácticas y diseños aeroportuarios se mantengan alineados con las mejores prácticas globales, contribuyendo al desarrollo de una infraestructura más moderna y eficiente en el país.

6.2. REFERENCIAS:

Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). (2014). Informe del estado del ambiente 2014. MARENA

Taylor, J. W. R. (1994). The history of aviation. Macmillan.

Boza Paíz, R. R. (2020). La aviación en Nicaragua: Reseña histórica 1922 - 1979. Septiembre 2020.

Kasarda, J. D. (2011). Aerotropolis: The Way We'll Live Next. Portfolio.

El Aeropuerto Internacional Augusto C. Sandino está clasificado con el código 4-E (Organización Internacional de Aviación Civil [OACI], 2014).

Schaafsma, M. (2010). The development of airport corridors: Schiphol as a model. Journal of Airport Planning, 15(2), 45-60. <https://doi.org/10.1234/abcd1234>

Federal Aviation Administration. (2013). The Apron & Terminal Building Planning Manual. U.S. Department of Transportation.

Organización de Aviación Civil Internacional. (2018). Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional: Aeródromos. Volumen I: Diseño y operación de aeródromos (7ª ed.). OACI.

Horonjeff, R., McKelvey, F. X., Sproule, W. J., & Young, S. B. (2010). Planning and design of airports (5th ed.). McGraw-Hill Education

Foster + Partners. (2008, May 26). Beijing Airport. ArchDaily. Retrieved September 2, 2024, from <https://www.archdaily.com/1339/beijing-airport-foster-partners>

Estudio Lamela & Rogers Stirk Harbour + Partners. (2017, marzo 2). Terminal del Aeropuerto Madrid-Barajas. ArchDaily en español. <https://www.archdaily.cl/cl/805961/nueva-area-terminal-del-aeropuerto-madrid-barajas-estudio-lamela-plus-richard-rogers-partnership>

6.3. BIBLIOGRAFIA

"Aerodrome Design Manual"

OACI. (2020). Aerodrome Design Manual. Volumen 1: Runways. OACI.

OACI. (2018). Aerodrome Design Manual. Volumen 2: Taxiways and Aprons. OACI.

OACI. (2021). Aerodrome Design Manual. Volumen 3: Pavements. OACI.

OACI. (2016). Aerodrome Design Manual. Volumen 4: Visual Aids. OACI.

"ICAO Doc 9157 - Airport Planning Manual"

OACI. (2020). ICAO Doc 9157 - Airport Planning Manual. OACI.

"Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation - Aerodromes"

"Airport Development Reference Manual"

IATA. (2021). Airport Development Reference Manual (ADRM). IATA.

"IATA Airport Handling Manual (AHM)"

IATA. (2023). IATA Airport Handling Manual (AHM). IATA.

"Passenger Services Conference Resolutions Manual (PSCRM)"

IATA. (2022). Passenger Services Conference Resolutions Manual (PSCRM). IATA.

Airport Planning and Management"

Horonjeff, R., McKelvey, F., Sproule, W., & R. V. K. (2010). Airport Planning and Management. McGraw-Hill Education.

"The Airport Business"

Belobaba, P., Odoni, A., & Barnhart, C. (2015). The Airport Business. MIT Press.

"Introduction to Airport Economics"

Morrell, P. (2008). Introduction to Airport Economics. Routledge.

"Airport Systems: Planning, Design, and Management"

McCormick, K. (2014). Airport Systems: Planning, Design, and Management. McGraw-Hill Education.

"Planning and Design of Airports"

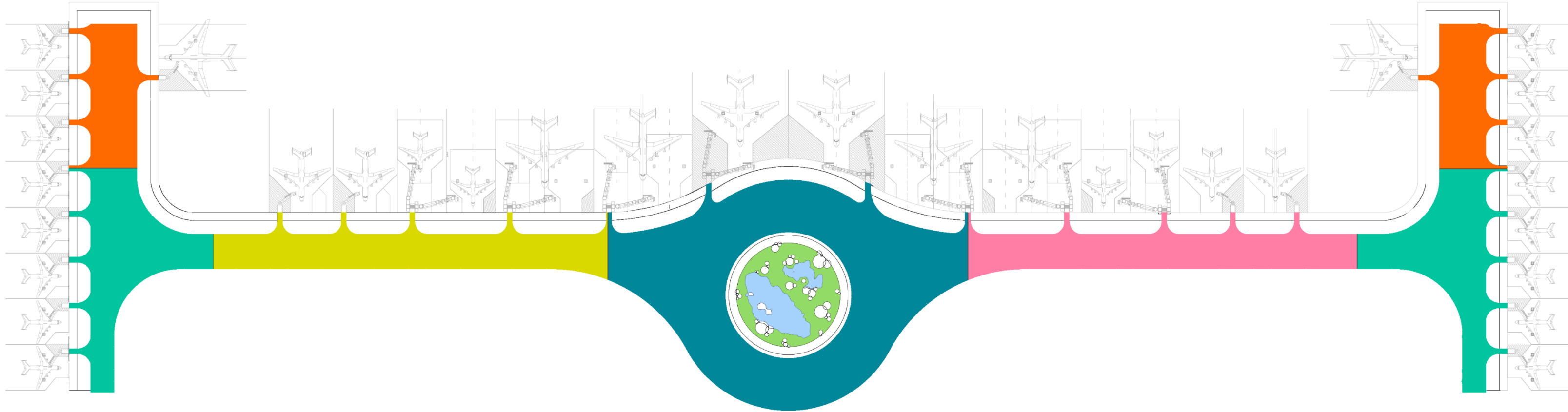
B. J. H. K. A. (2014). Planning and Design of Airports. Wiley.

"Airport Infrastructure Management"

B. H. G. (2017). Airport Infrastructure Management. CRC Press.

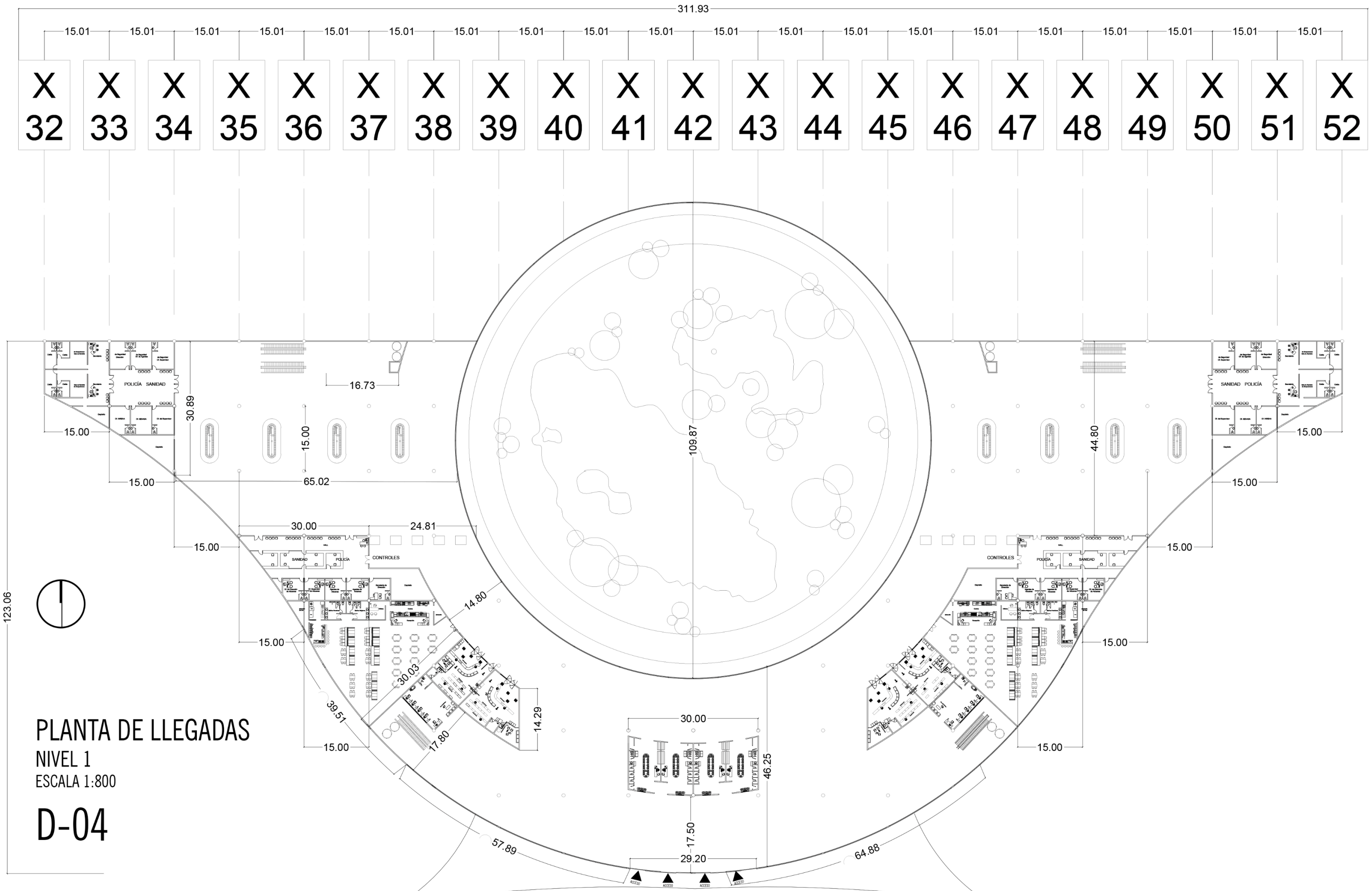
6.4. ANEXOS

PLANTA ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



CÓDIGO DE LOCALIZACIÓN

- D-01
- D-02
- D-03
- D-04
- D-05
- D-06
- D-07



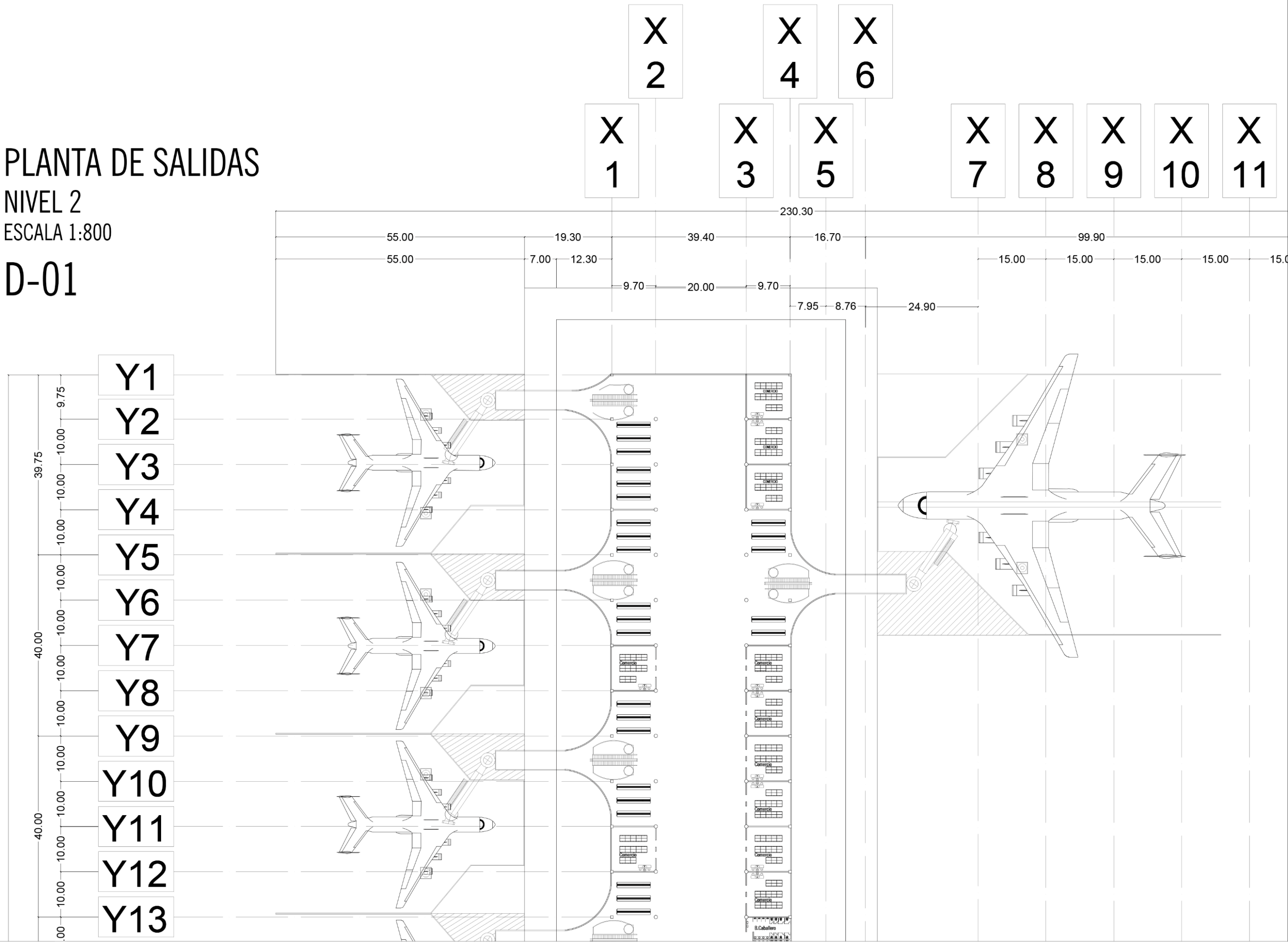


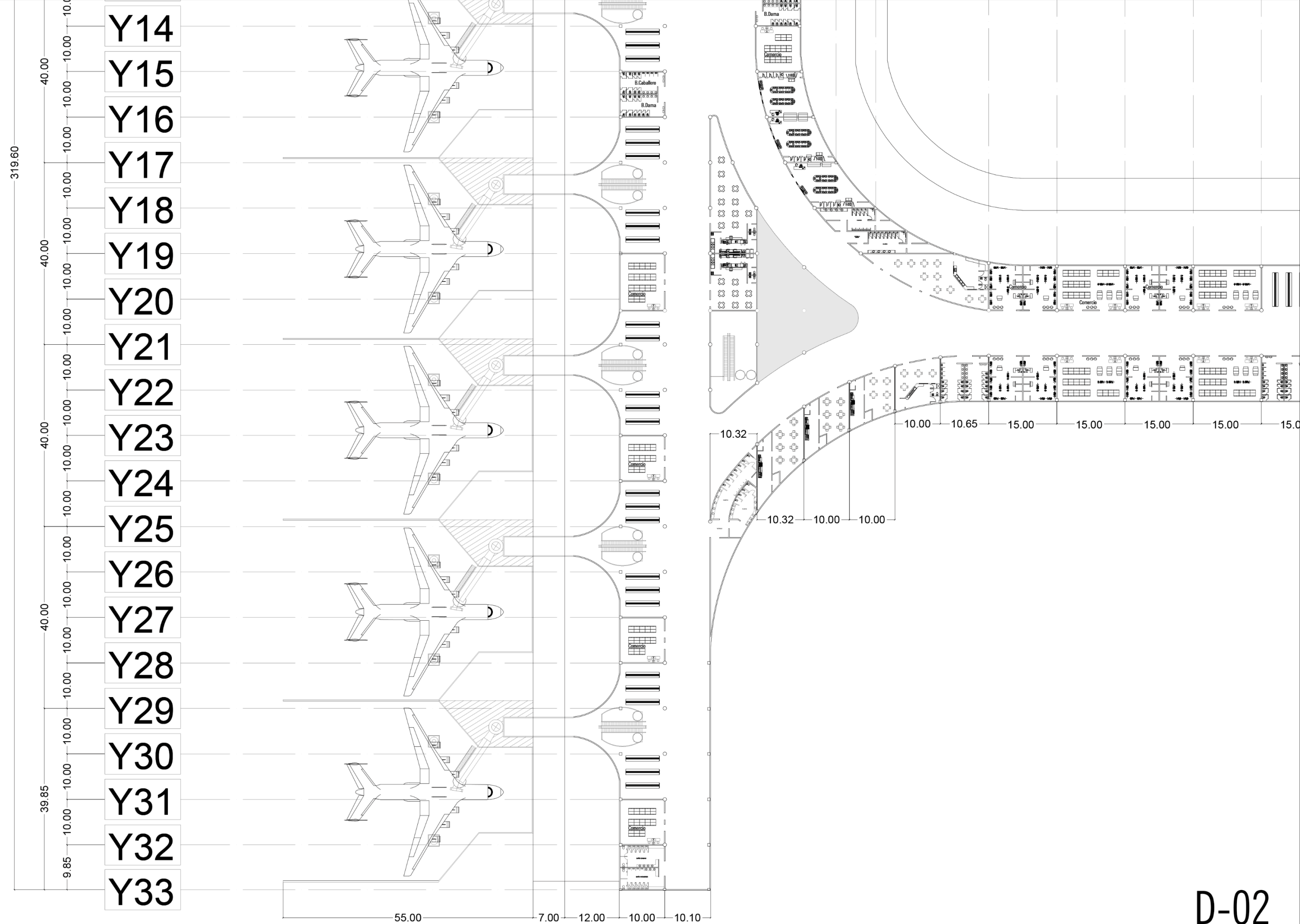
PLANTA DE SALIDAS

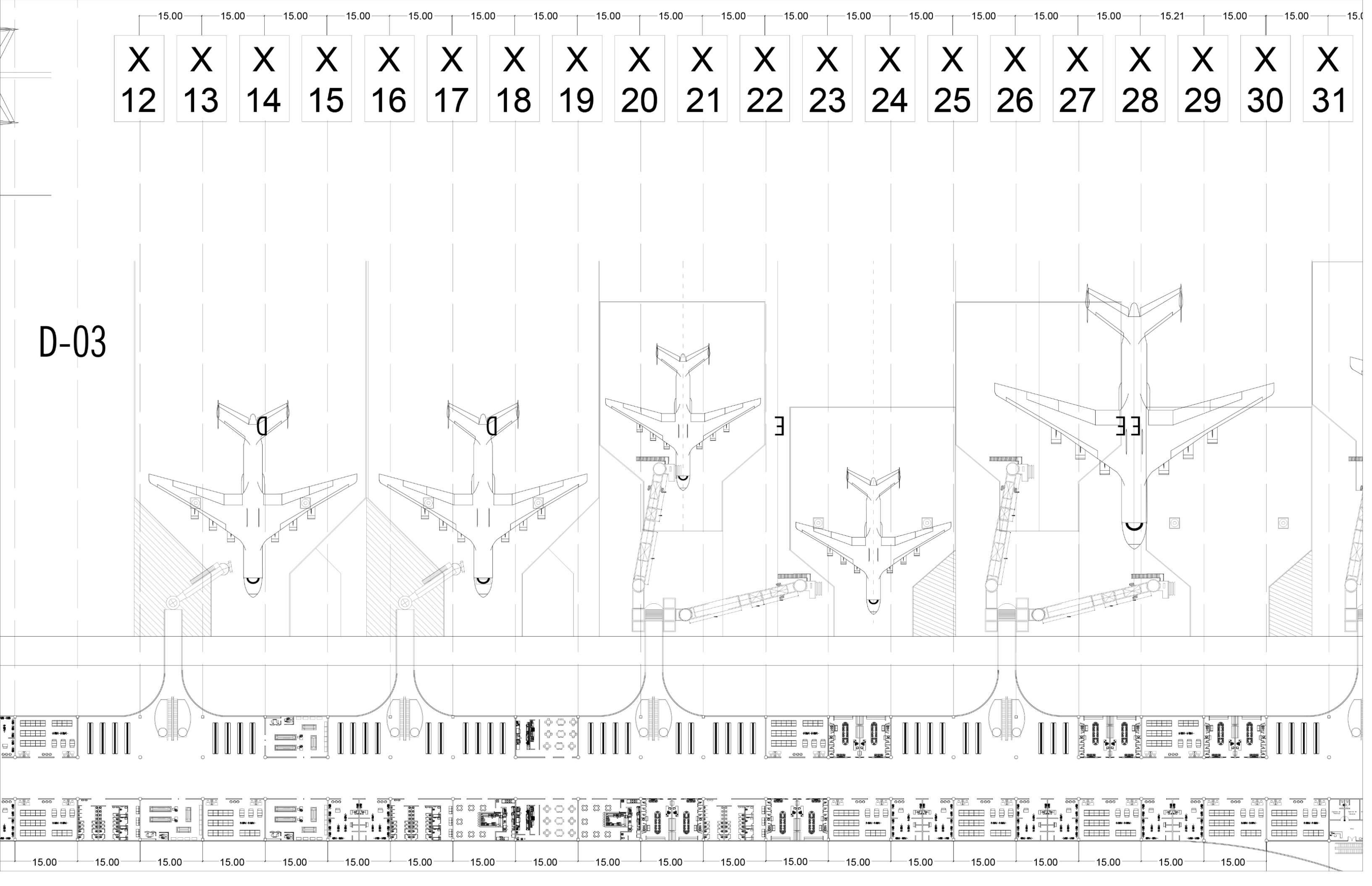
NIVEL 2

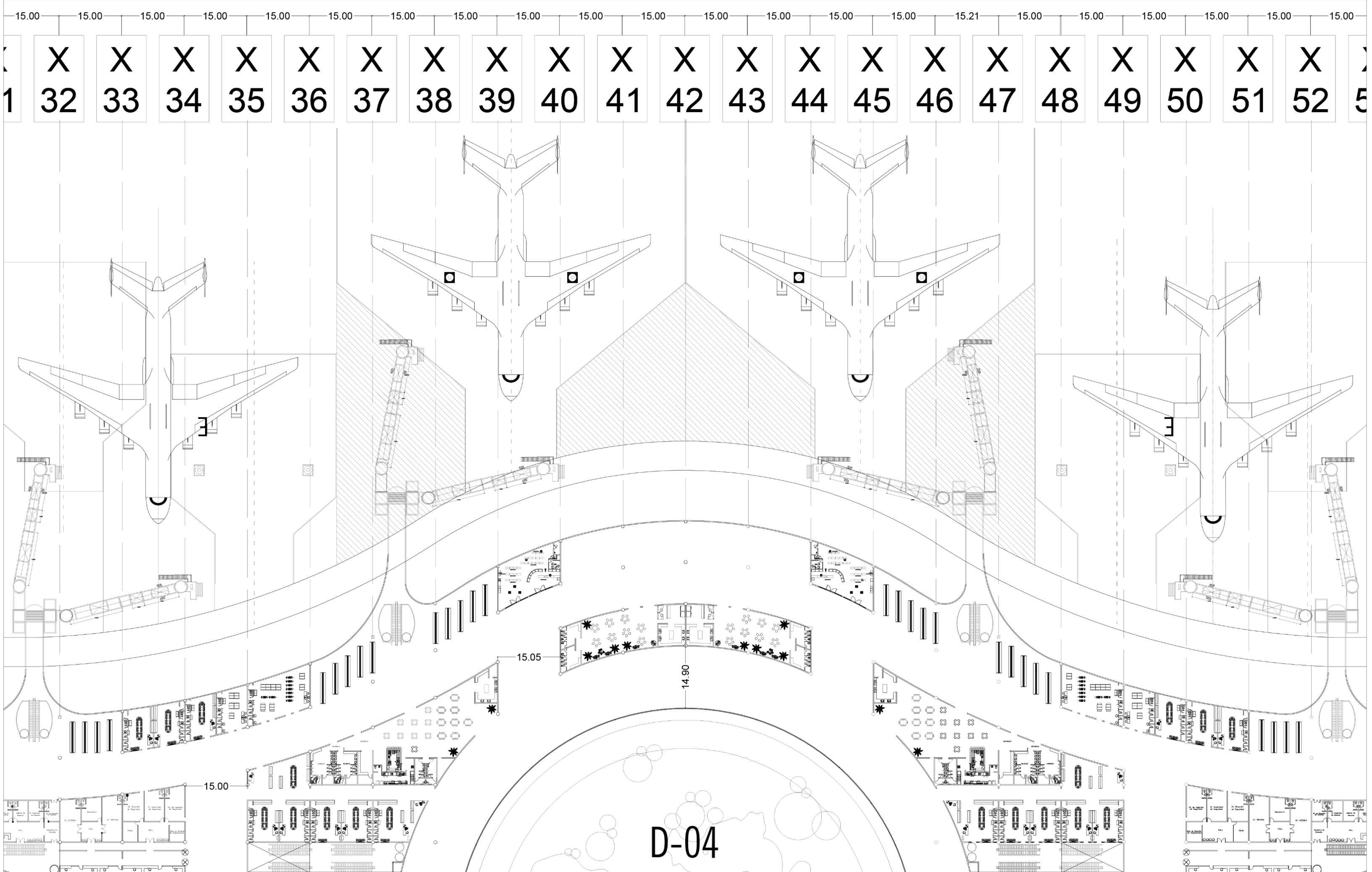
ESCALA 1:800

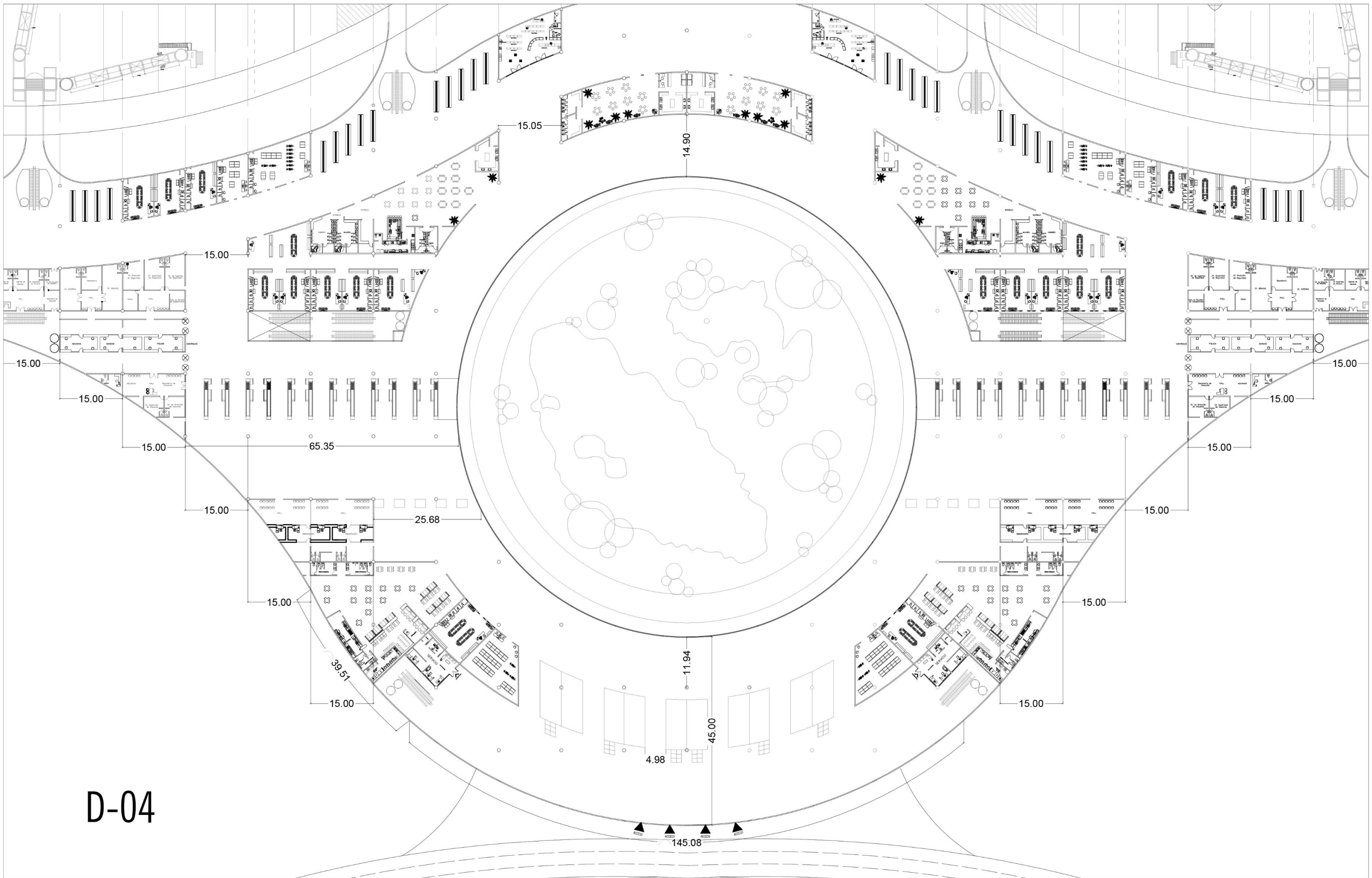
D-01



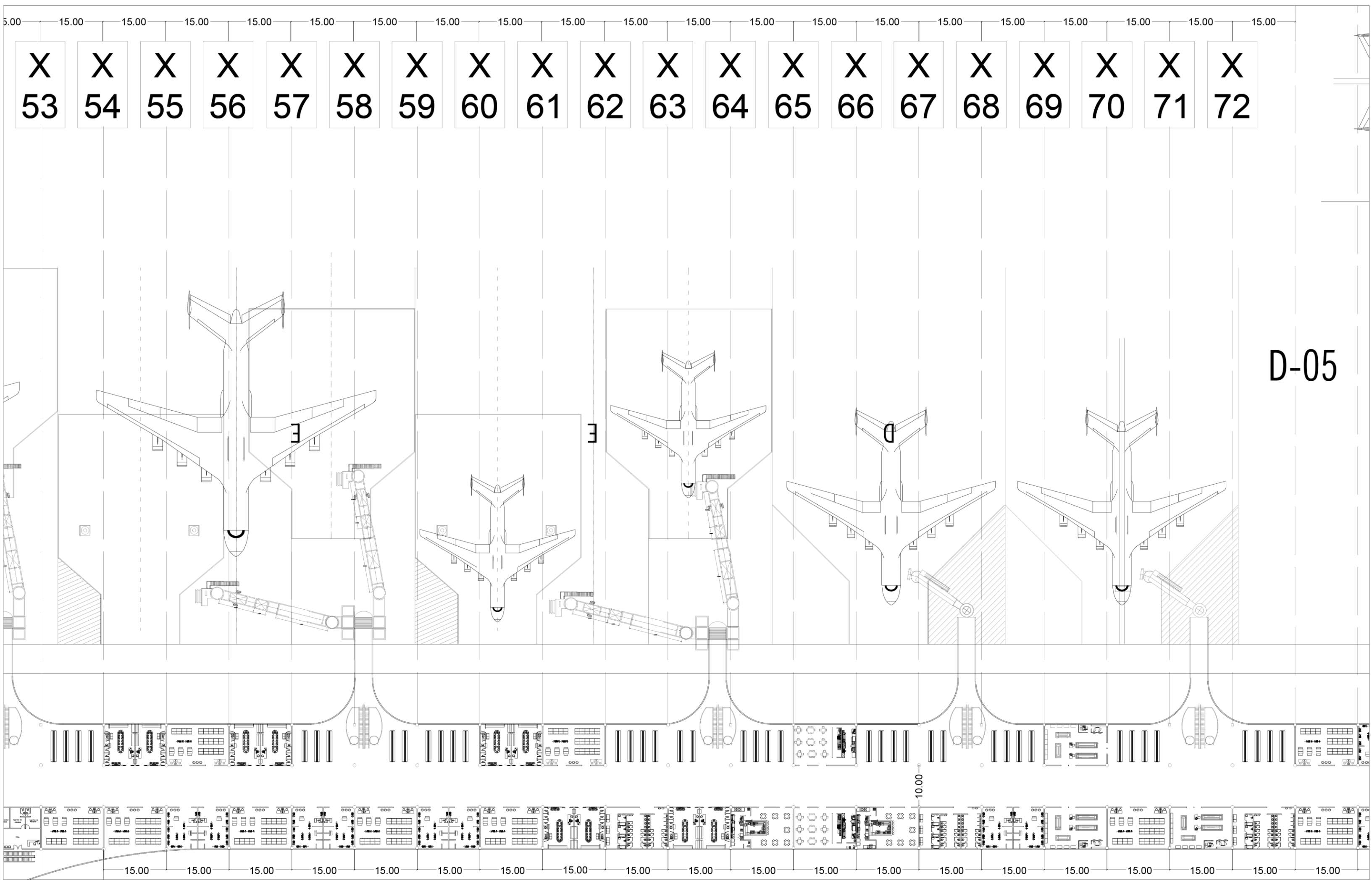


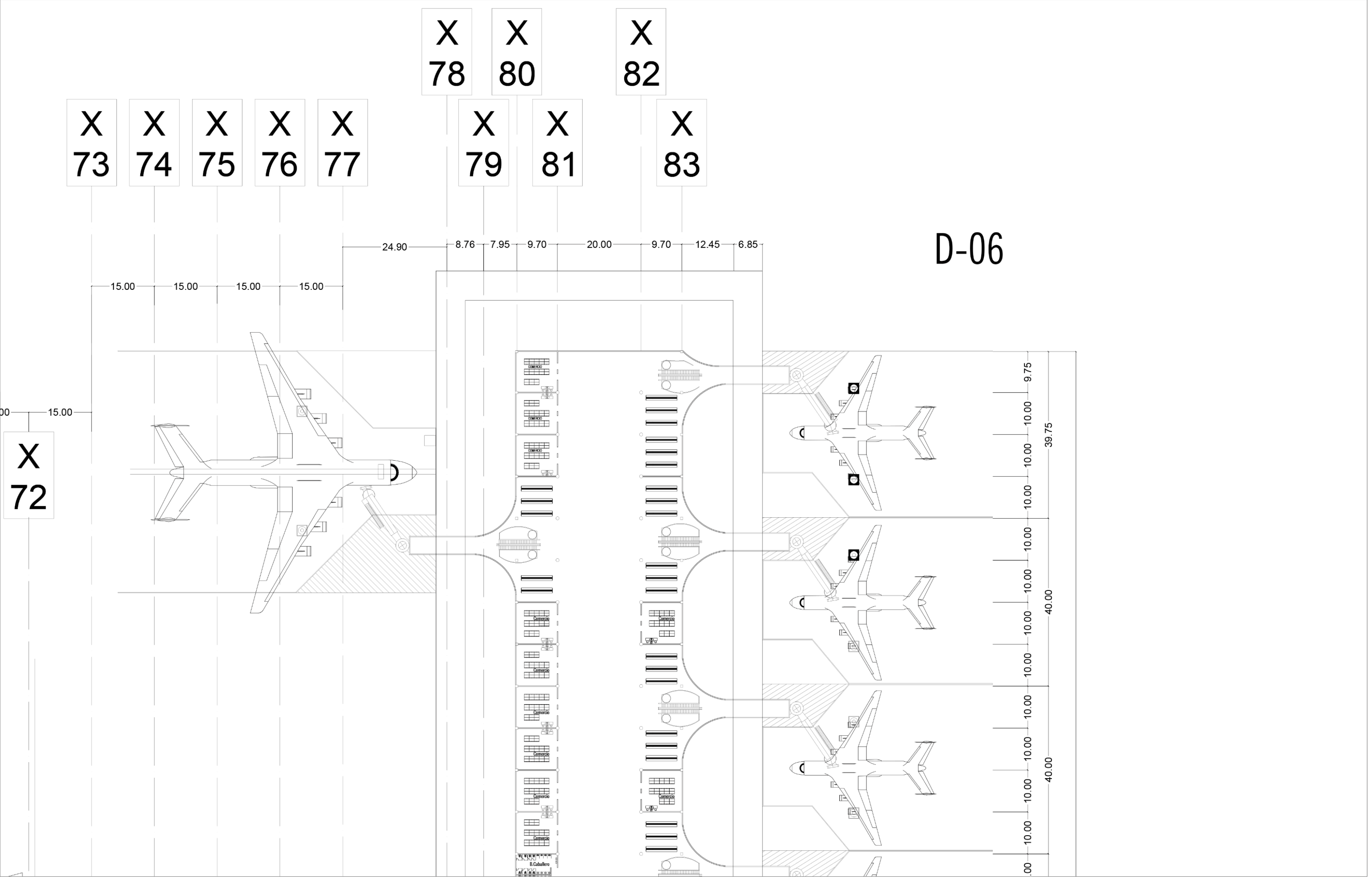




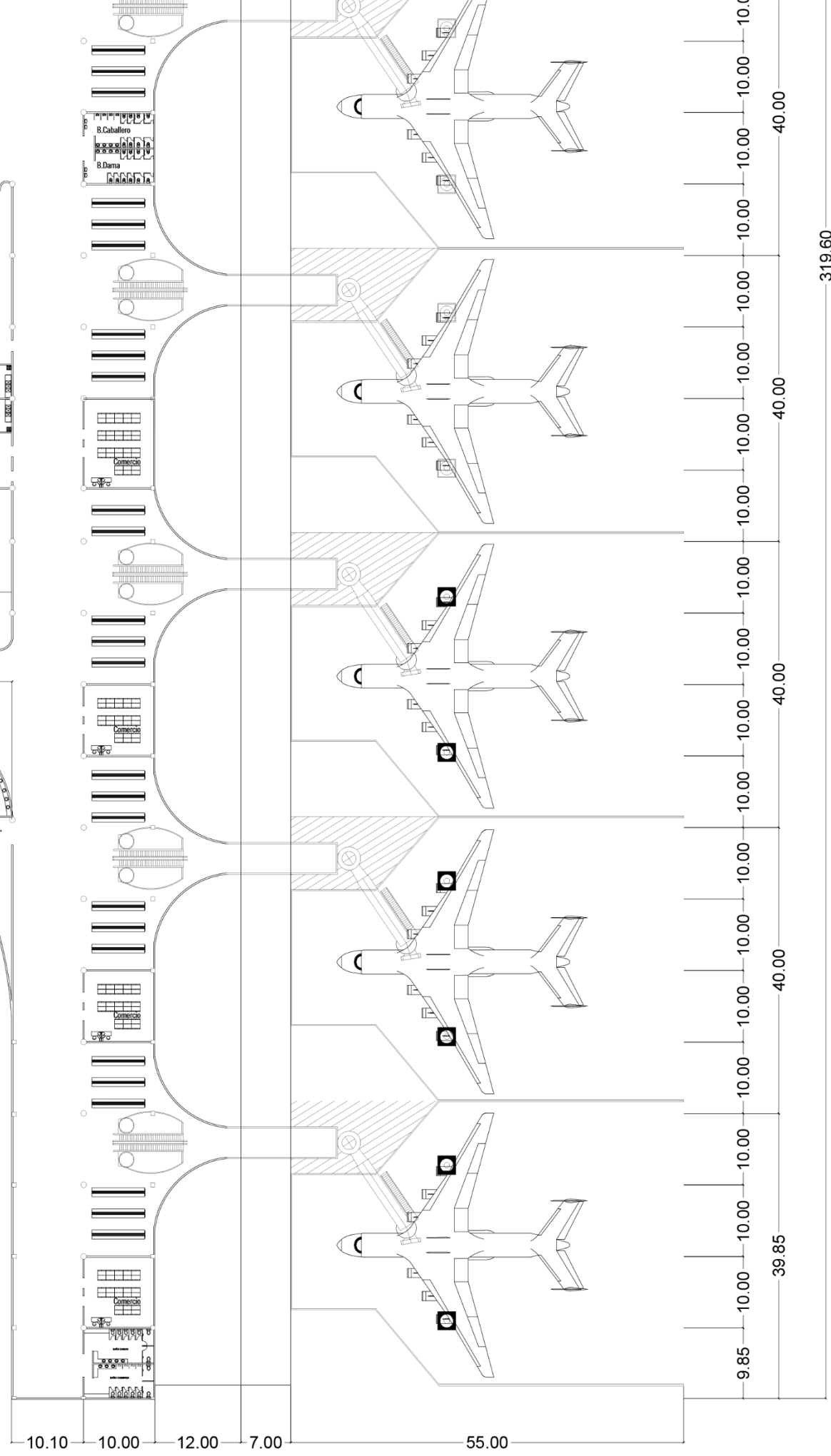


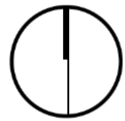
D-04





D-07

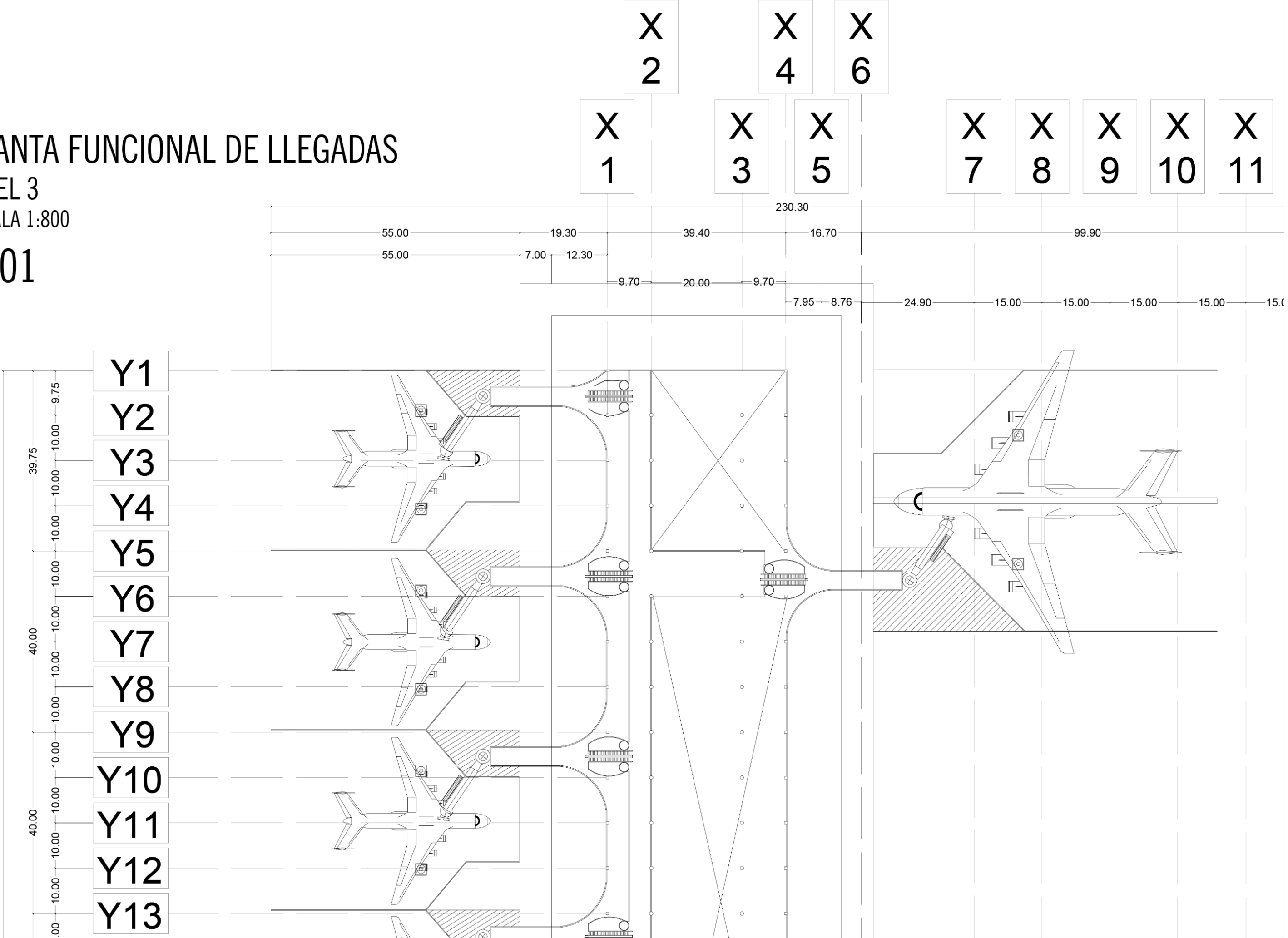


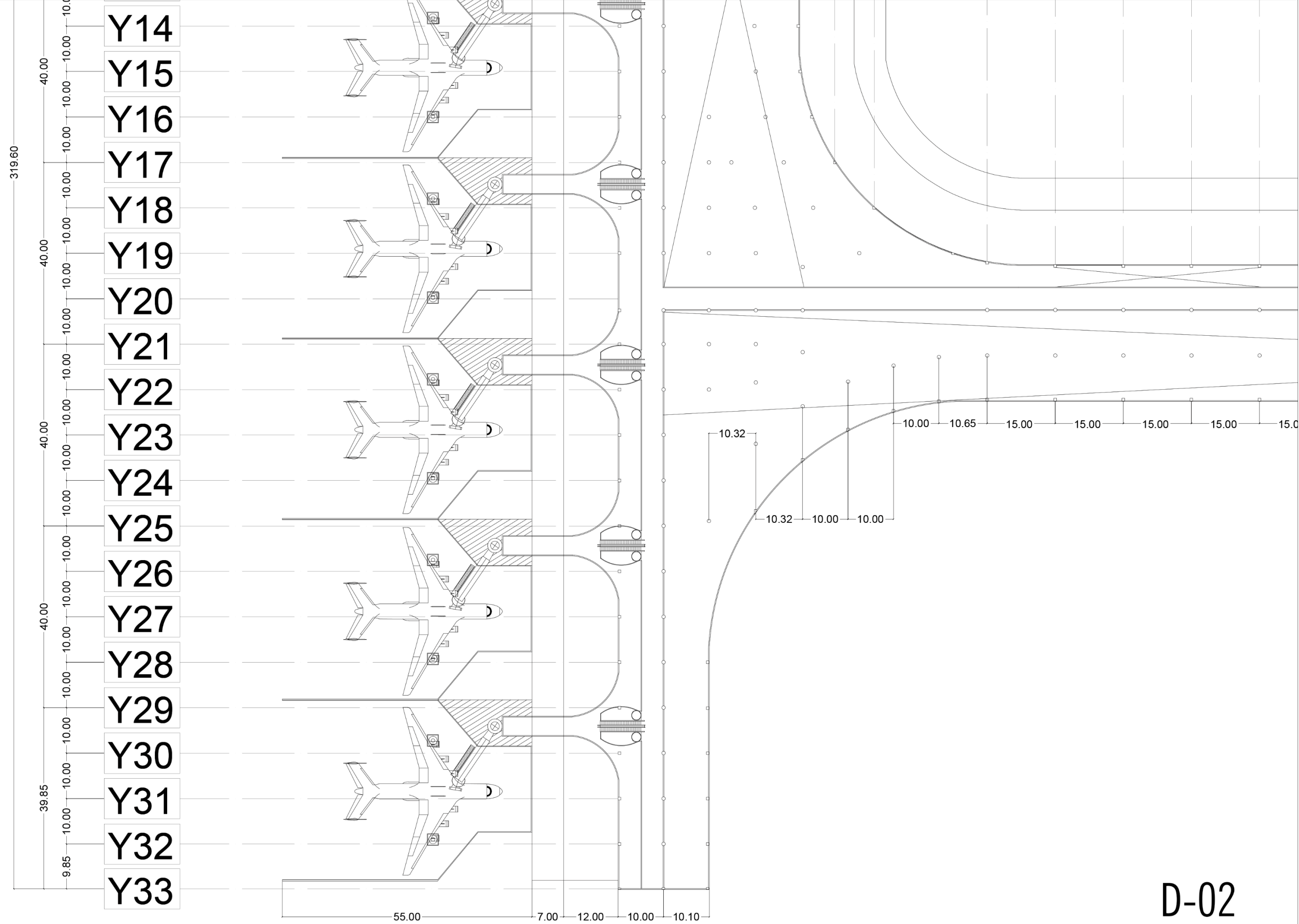


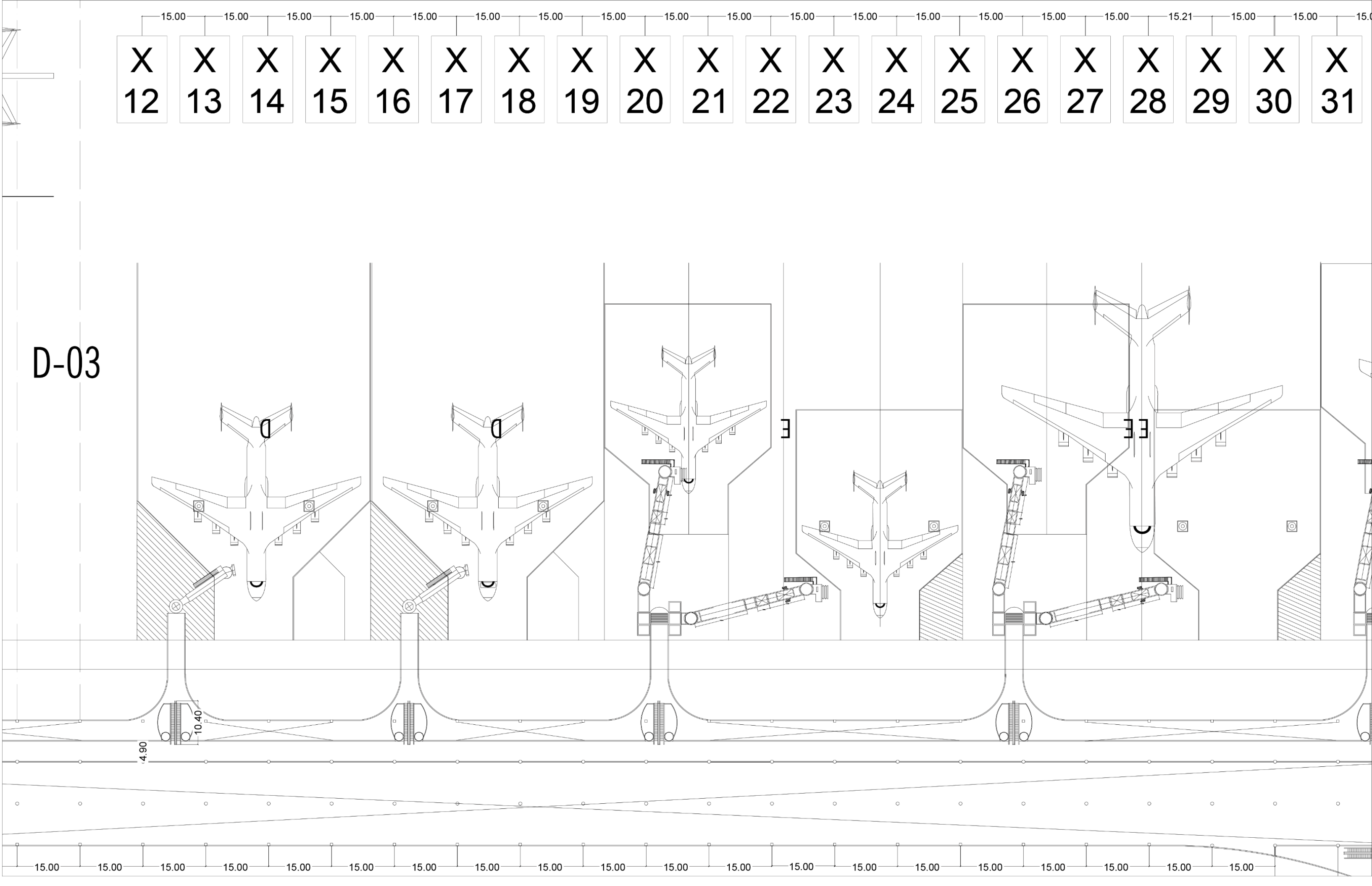
PLANTA FUNCIONAL DE LLEGADAS

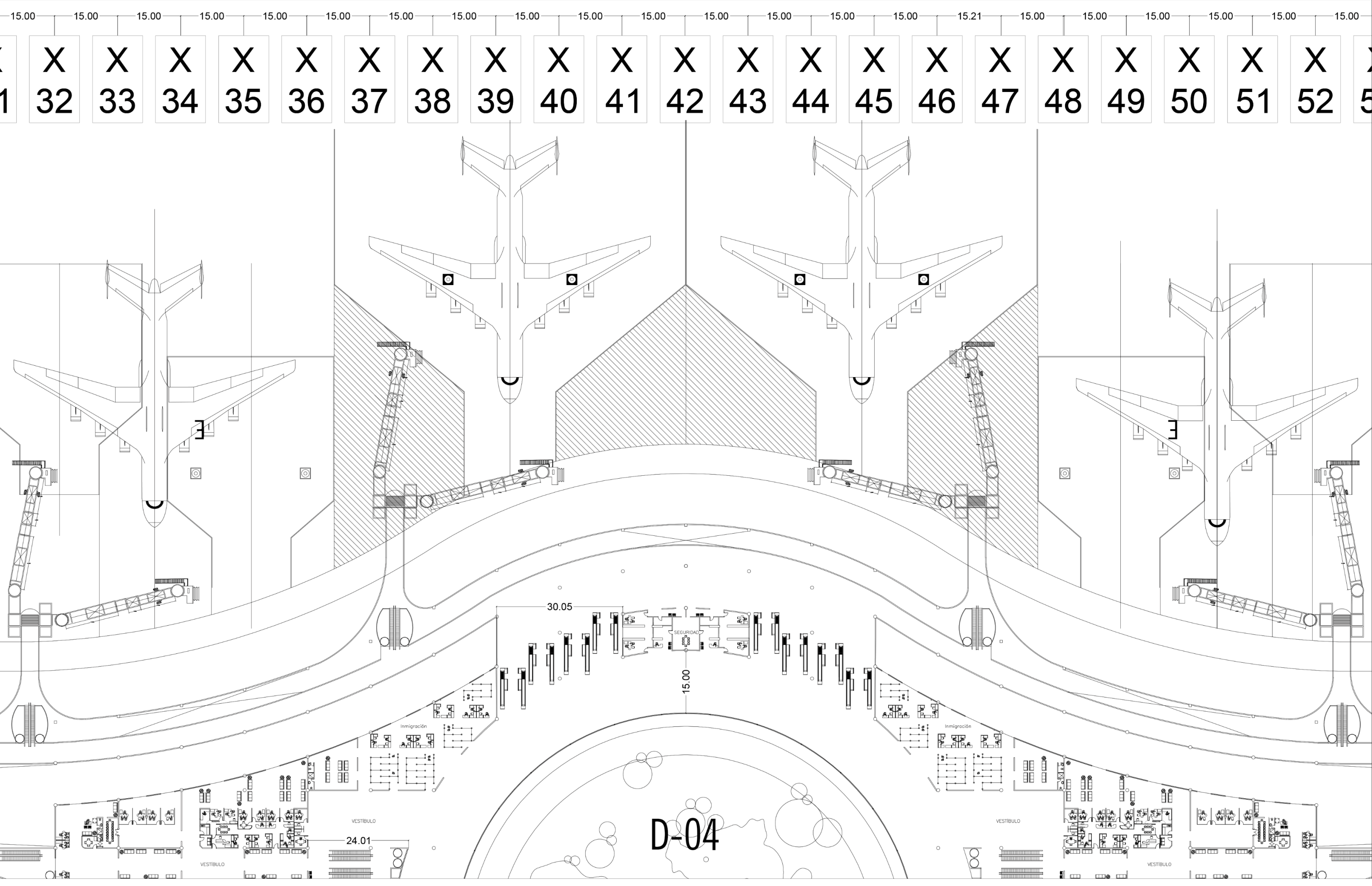
NIVEL 3
ESCALA 1:800

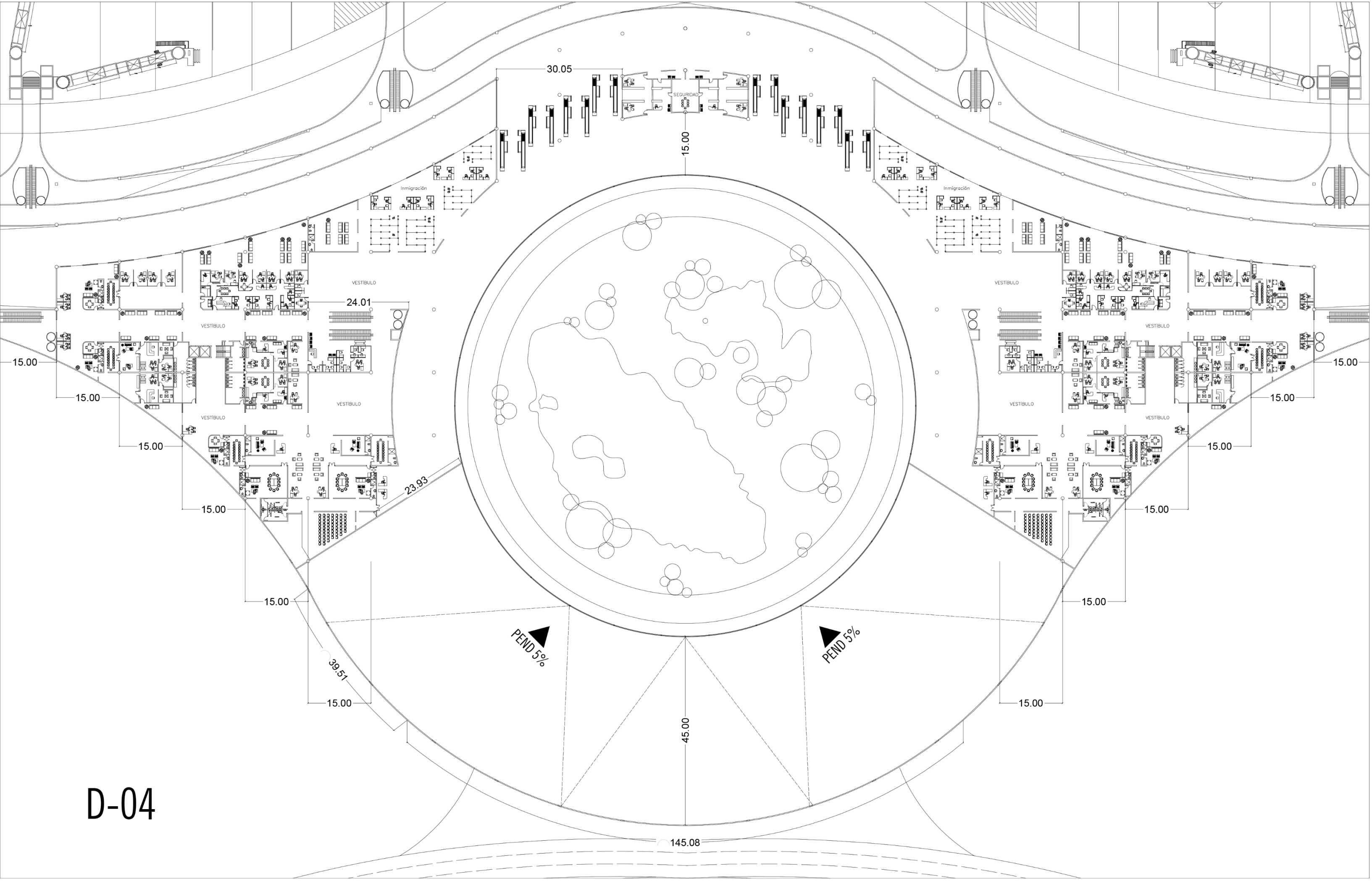
D-01





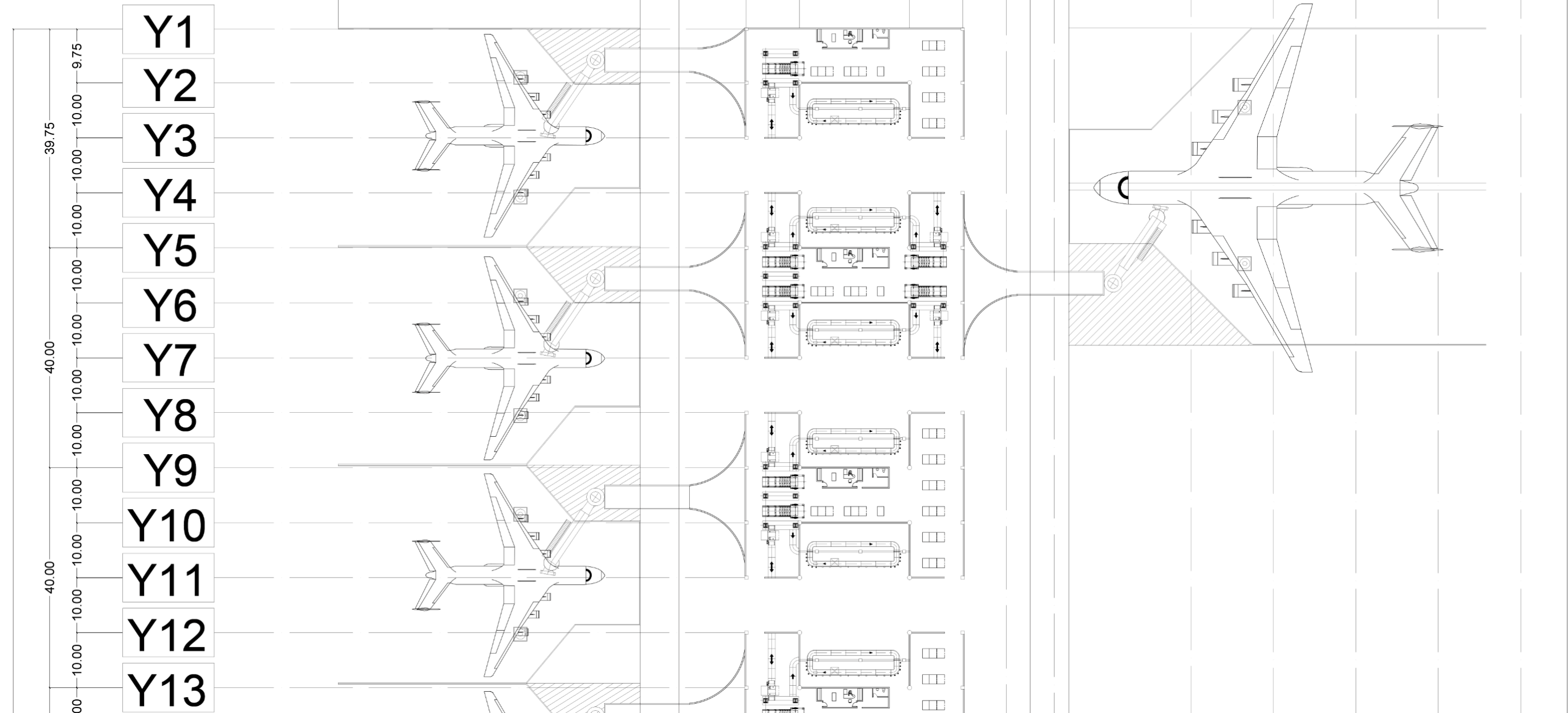


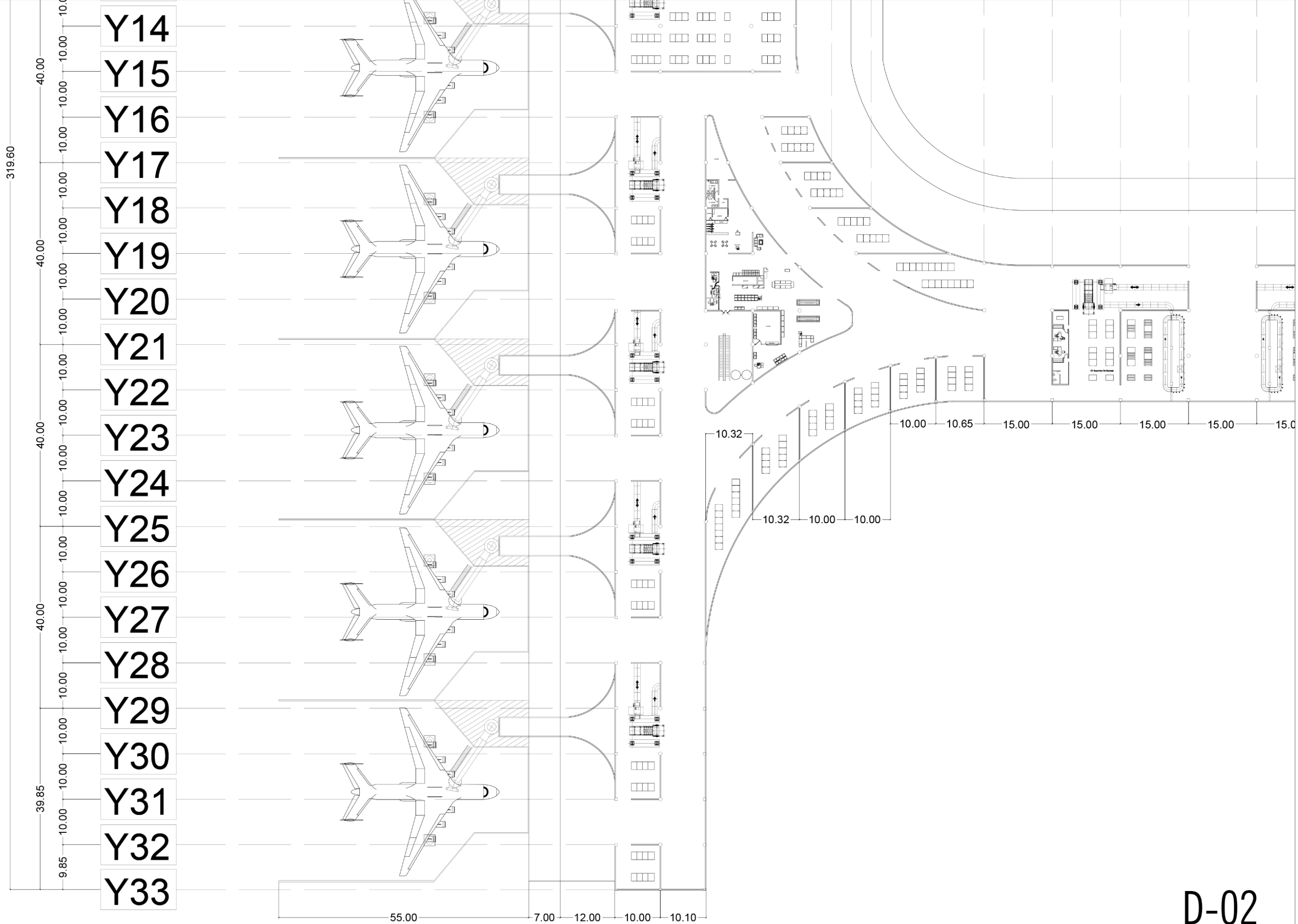


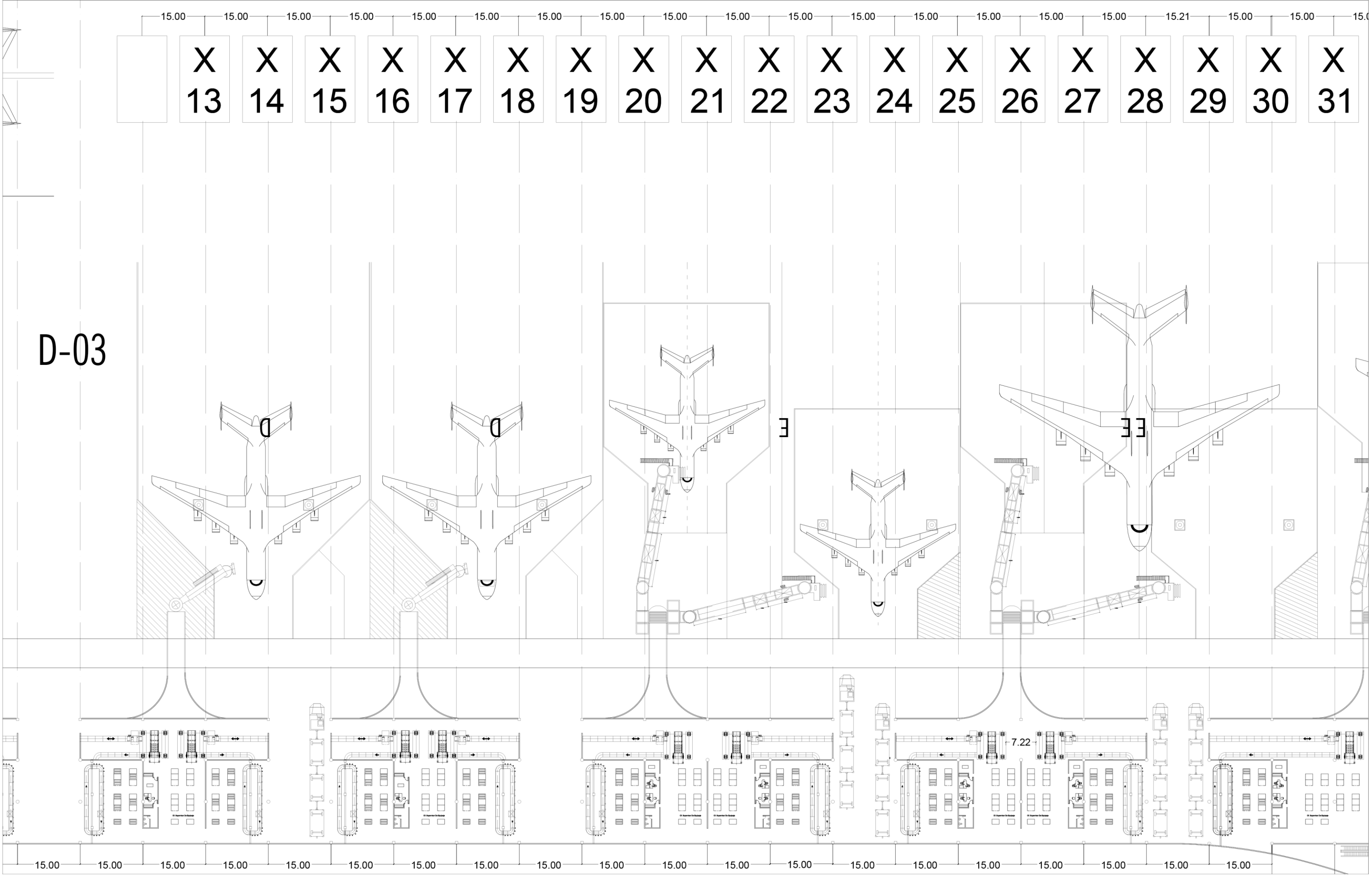


D-04

D-01







D-03

	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

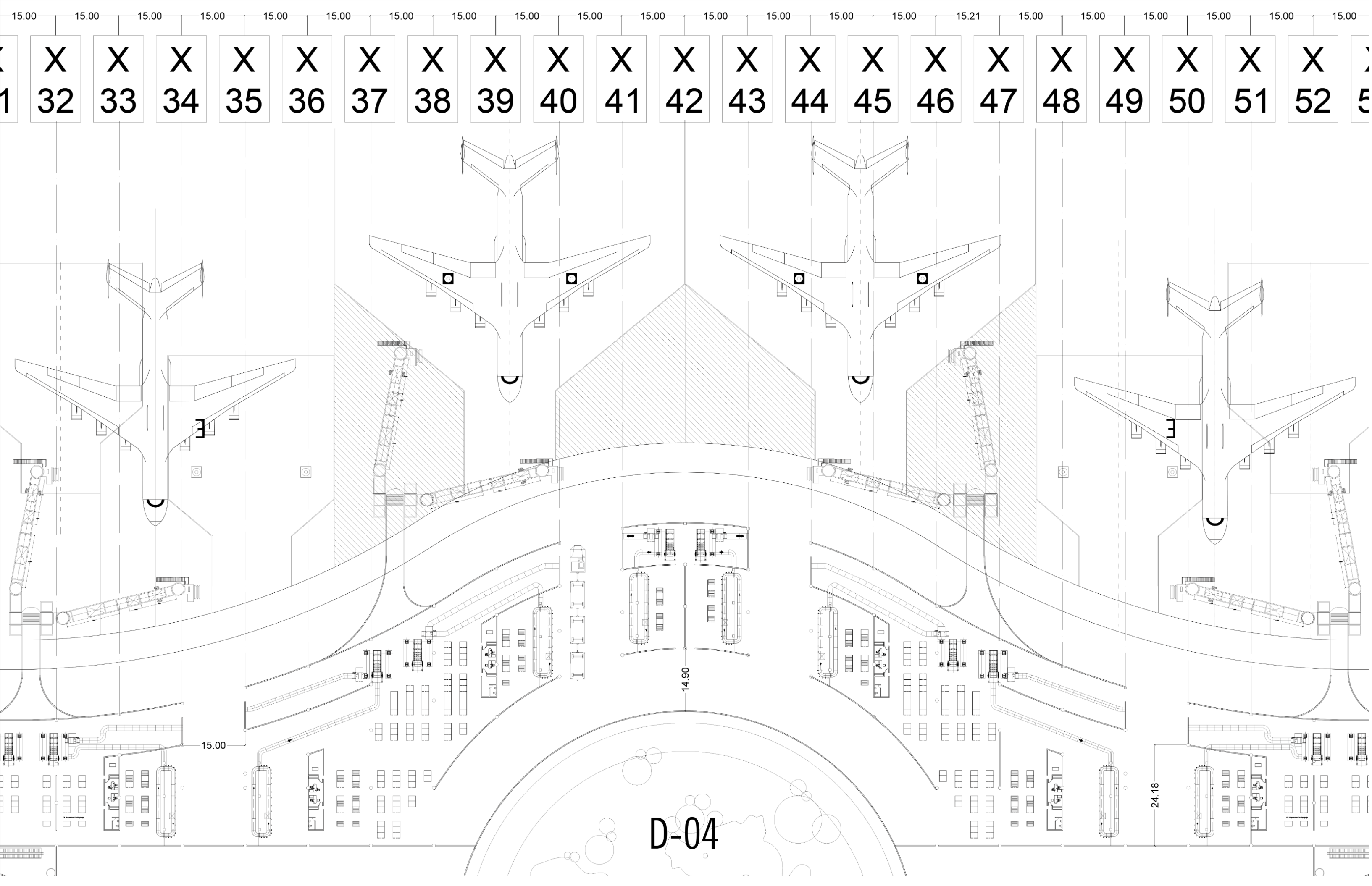
D

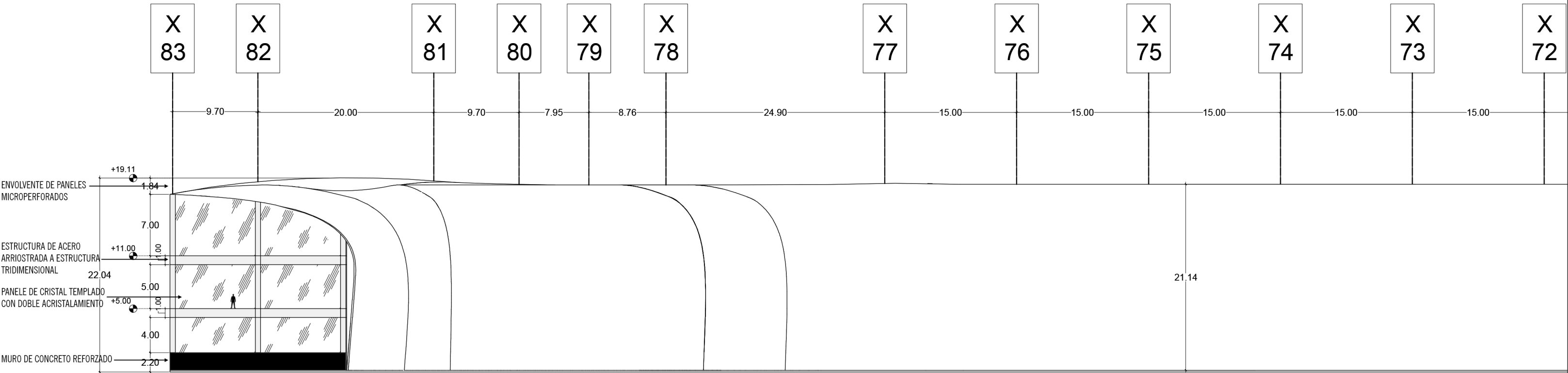
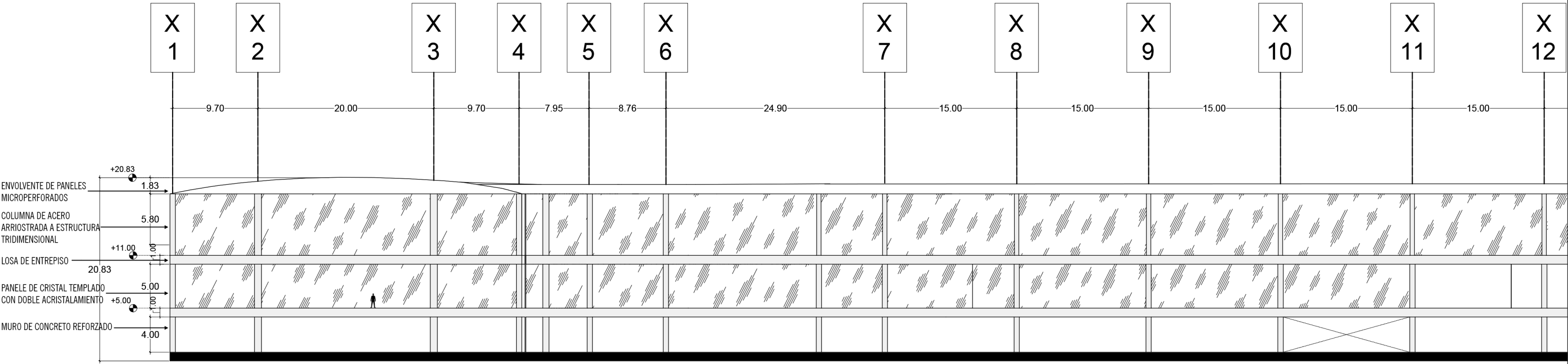
D

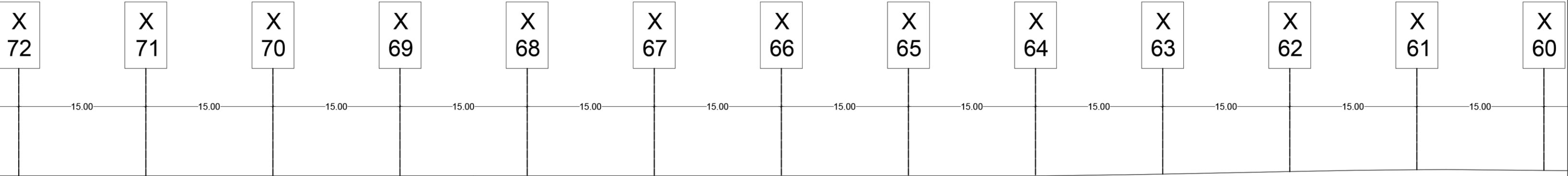
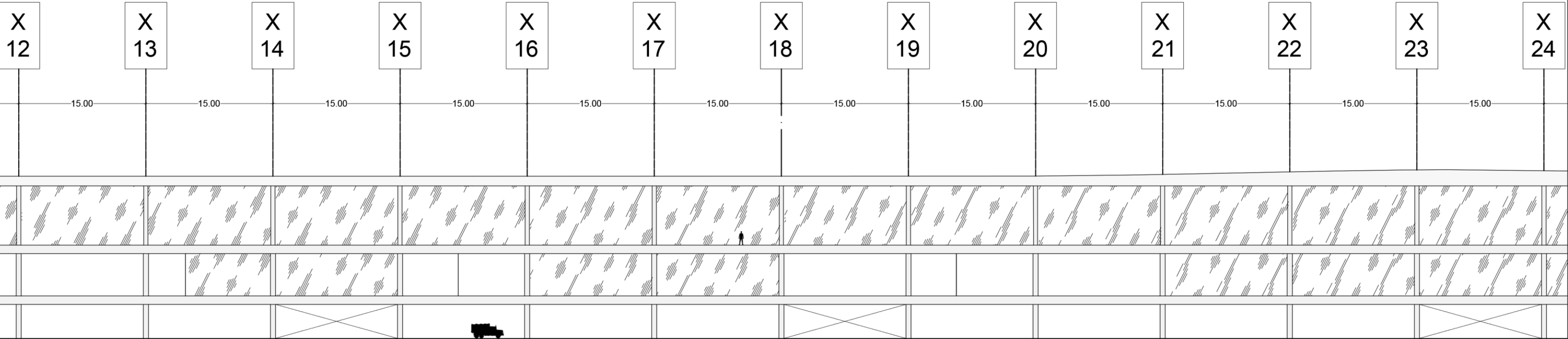
E

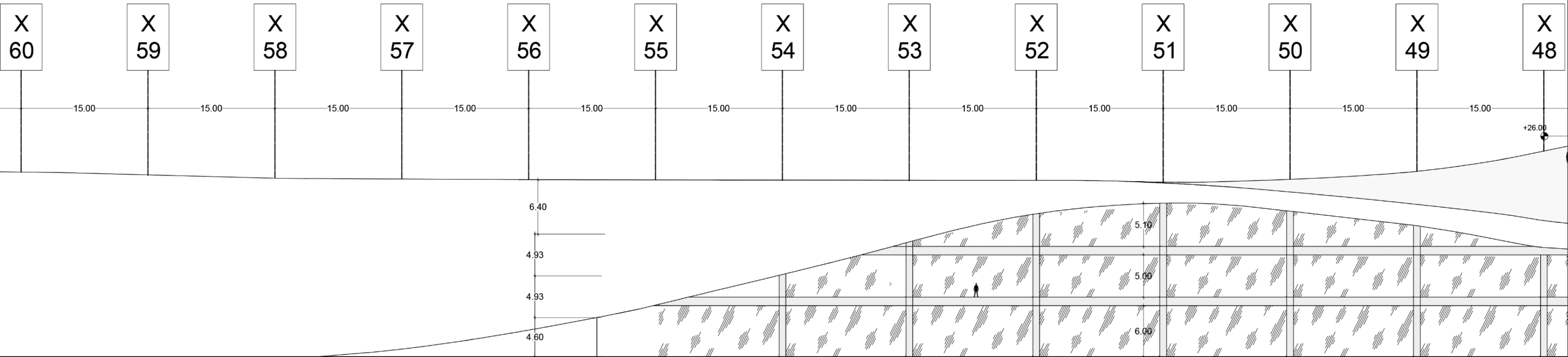
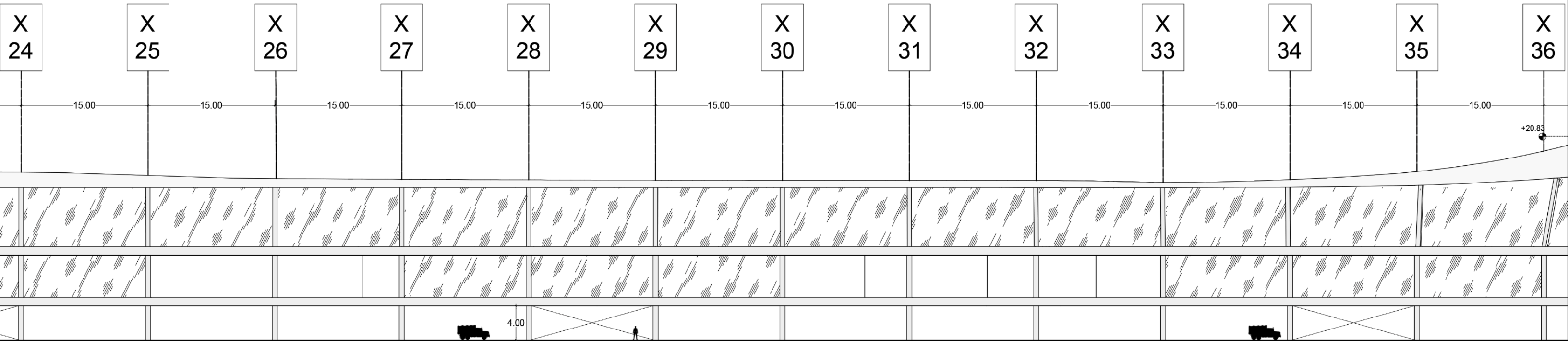
EE

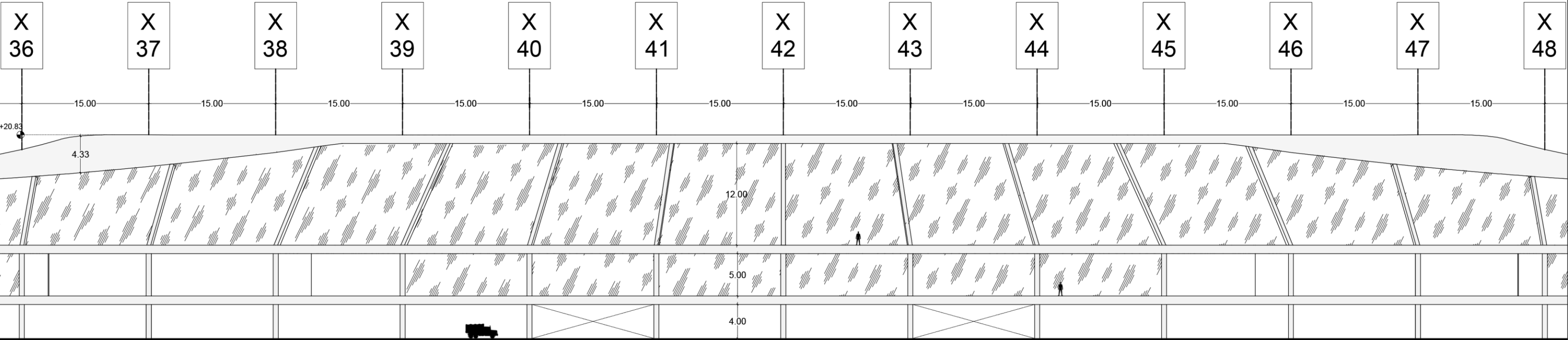
7.22

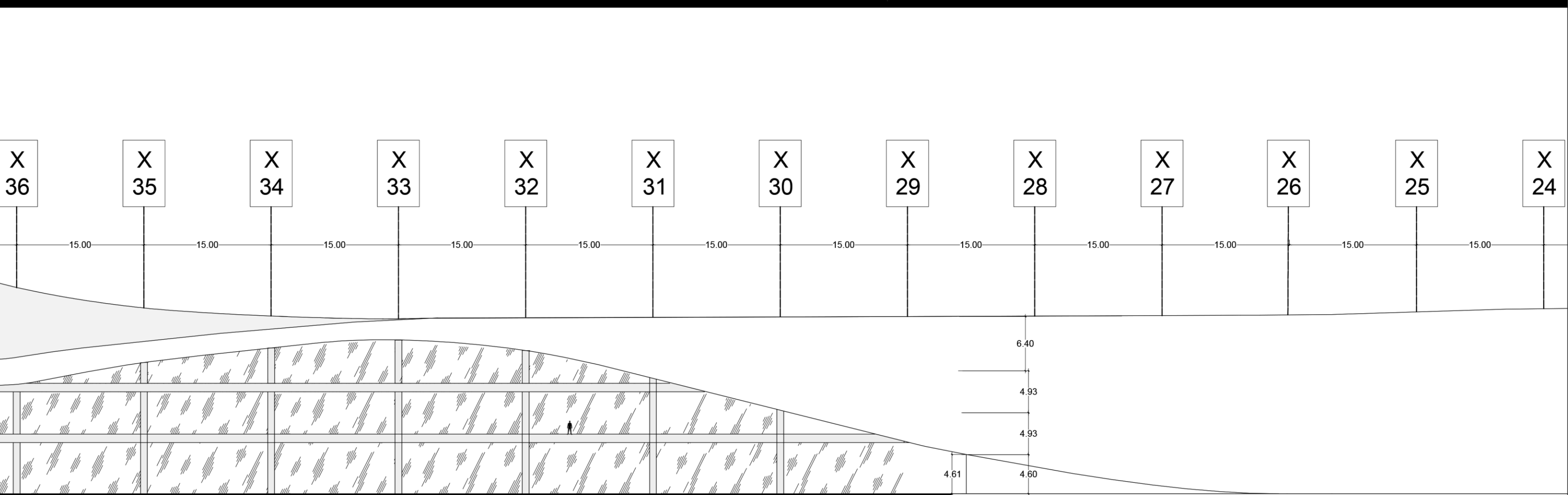
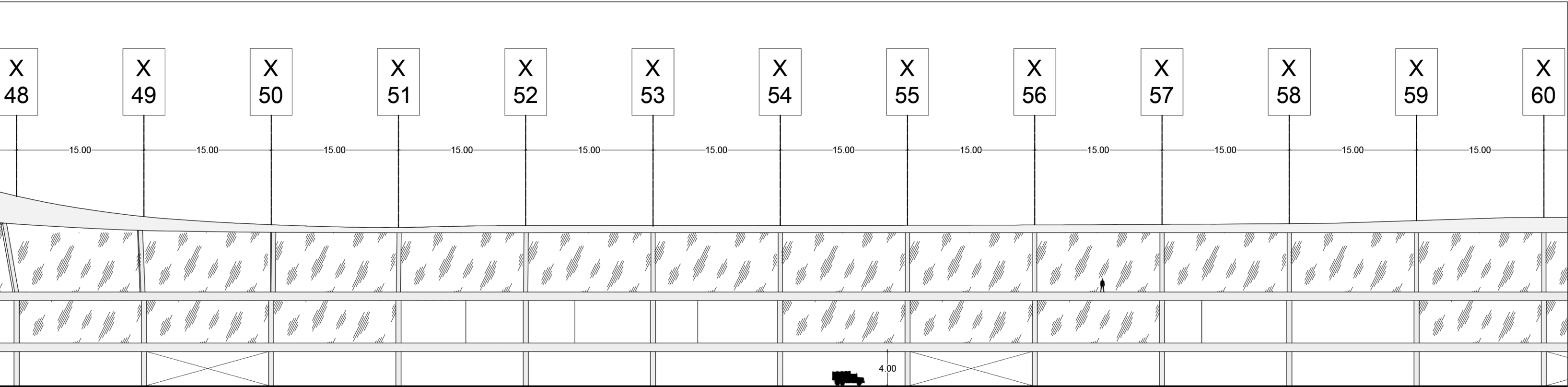


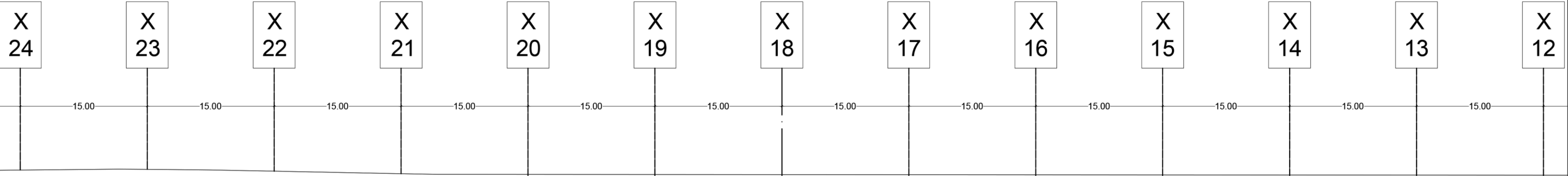
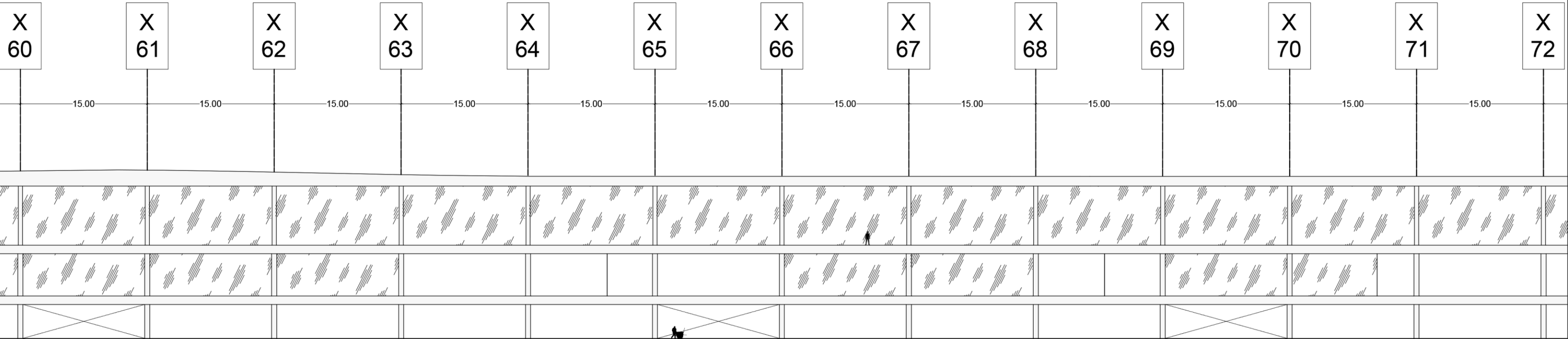


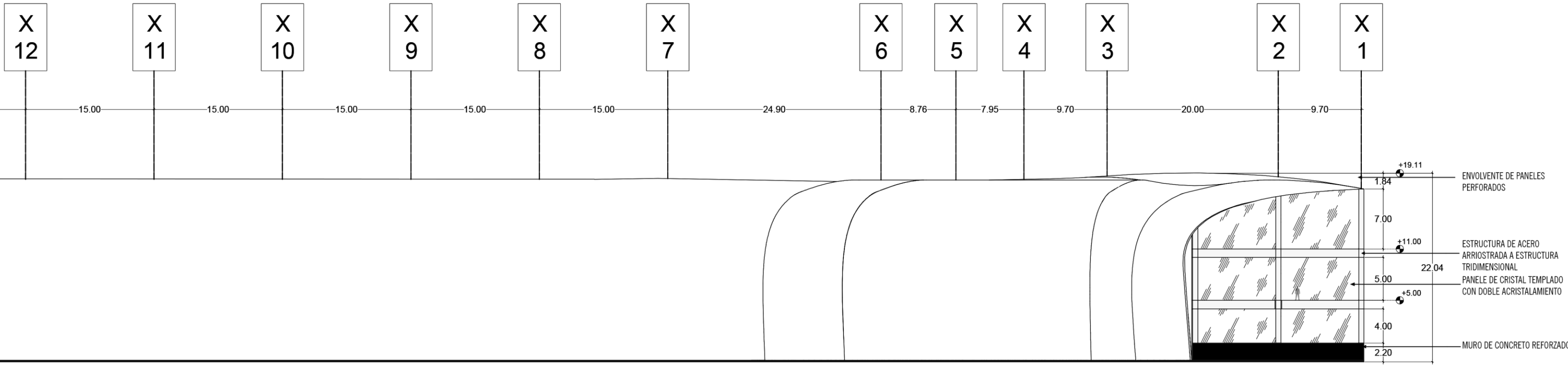
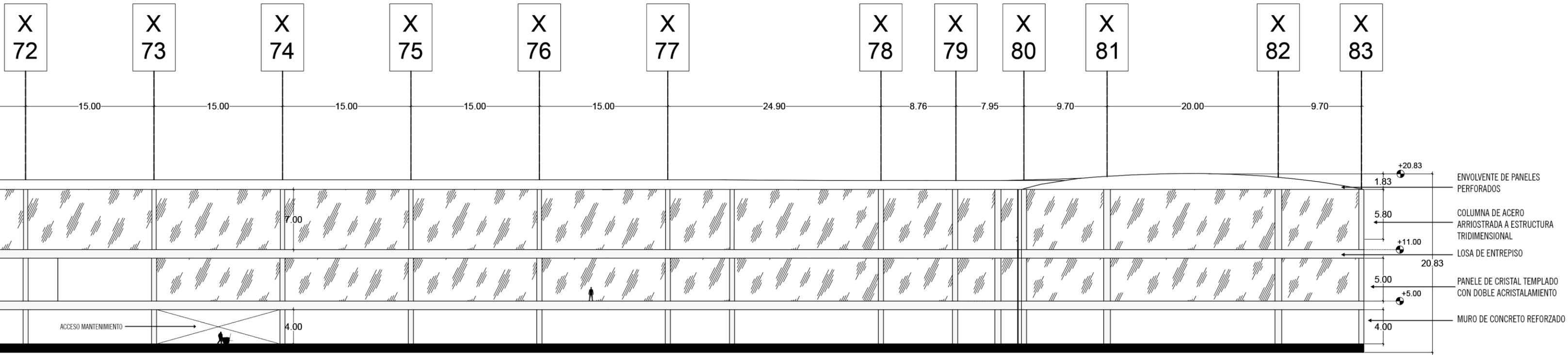


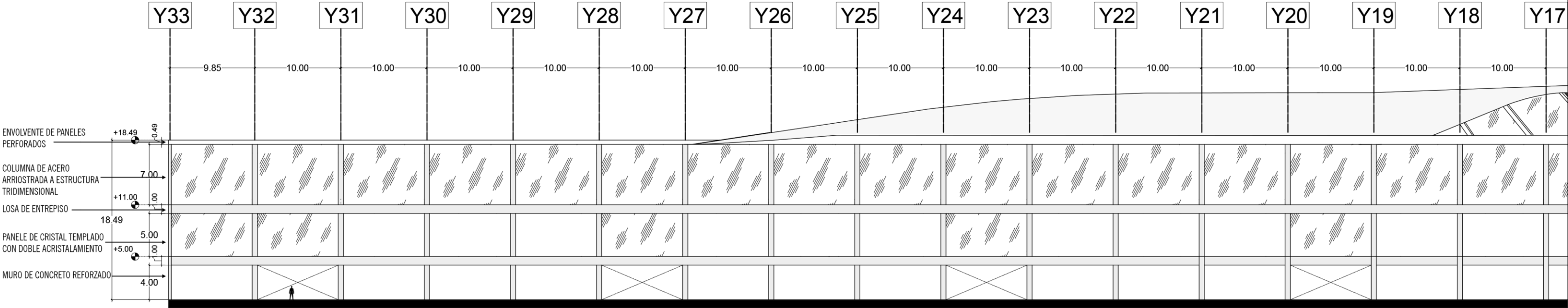




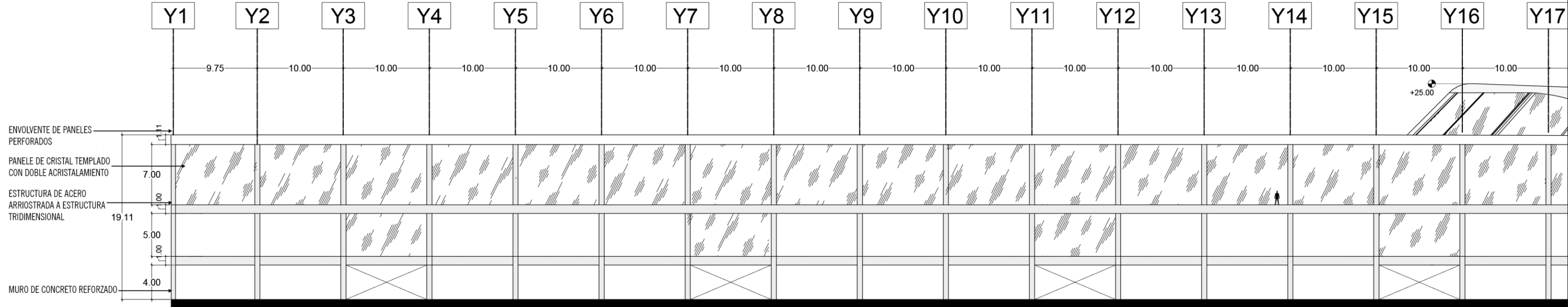








ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESC: 1:350



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1:350

