



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura
Escuela de Arquitectura

Diseño del equipamiento aéreo del aeropuerto internacional en San Jorge, Zacapa



José Luis López Castillo

Guatemala, abril de 2019



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Escuela de Arquitectura

Diseño del Equipamiento Aéreo del Aeropuerto Internacional de San Jorge, Zacapa.

Proyecto desarrollado por:

JOSÉ LUIS LÓPEZ CASTILLO

Para optar al título de:

ARQUITECTO

"Me reservo los derechos de autor haciéndome responsable de las doctrinas sustentadas adjuntas, en la originalidad y contenido del Tema, en el Análisis y Conclusión final, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala"

Junta Directiva

Facultad de Arquitectura

Decano	Msc. Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Sergio Francisco Castillo Bonini
Vocal III	Msc. Arq. Alice Michele Gómez García
Vocal IV	Br. Kevin Christian Carrillo Segura
Vocal V	Br. Ixchel Maldonado Enríquez
Secretario	Arq. Marco Antonio de León Vilaseca

Tribunal Examinador

Decano	Msc. Arq. Edgar Armando López Pazos
Secretario	Arq. Marco Antonio de León Vilaseca
Examinador	Msc. Arq. Julio Roberto Zuchini Guzmán
Examinador	Msc. Arq. Gabriel Eugenio Barahona For
Examinador	Ing. José Marcos Mejía Son



Índice

Capítulo 1

1.1-Introducción.....	1
1.2-Antecedentes.....	2
1.3-Identificación del problema	3
1.4-Planteamiento del problema.....	5
1.5-Justificación.....	7
1.6-Objetivos del Proyecto	8
1.6.1-General.....	8
1.6.2-Específicos	8
1.7-Metodología	9
1.8-Delimitación del tema.....	10
1.8.1-Contexto nacional	10
1.8.2-Contexto regional.....	10
1.8.3-Contexto departamental.....	11
<i>1.8.3.1-División político-administrativa</i>	<i>11</i>
1.8.4-Delimitación temporal	12
1.8.5-Delimitación poblacional.....	12



Capítulo 2

2.1-Referente teórico.....	13
2.1.1-Aeropuerto de primera categoría	14
2.1.2-Aeropuerto de segunda categoría.....	14
2.1.3-Aeropuerto de tercera categoría.....	14
2.2-Referente conceptual	15
2.2.1-Glosario de conceptos.....	15
2.3-Referente histórico	20
2.3.1-San Jorge.....	20
2.4-Referente Legal	22
2.4.1-Legislación de Aviación Civil Internacional.....	22
2.4.1.1-Anchuras de Pista.....	23
2.4.2-Legislación ambiental.....	23
2.4.2.1-Control ambiental en Guatemala.....	23
2.4.2.2-Estándares ambientales.....	24
2.4.2.3-Ruido.....	24
2.4.2.4-Calidad del aire	24
2.4.2.5-Aguas residuales	24
2.4.3-Regulación para los estudios de impacto ambiental.....	24
2.4.3.1-Acuerdos ambientales internacionales	25



2.4.3.2- <i>Procedimiento para la adquisición de tierras</i>	25
2.4.4-Disposiciones de aeronáutica civil	26
2.4.4.1- <i>Convenios internacionales de la aviación civil</i>	26
2.4.4.2- <i>Libertades aéreas</i>	27
2.4.4.3- <i>Libertades técnicas</i>	27
2.4.4.4- <i>Libertades comerciales</i>	27
2.4.4.5- <i>Legislación centroamericana</i>	27
2.4.4.6- <i>Legislación guatemalteca</i>	27
2.5-Referente geográfico.....	28
2.5.1-Aspectos biofísicos	28
2.5.1.1- <i>Zonas de vida</i>	28
2.5.1.2- <i>Geomorfología</i>	29
2.5.1.3- <i>Topografía</i>	30
2.5.1.4- <i>Hidrografía</i>	30
2.5.1.5- <i>Flora</i>	32
2.5.1.6- <i>Clima</i>	34
2.5.1.7- <i>Viento</i>	36
2.5.1.8- <i>Humedad</i>	37
2.5.1.9- <i>Precipitación</i>	38
2.5.1.10- <i>Temperatura</i>	39



2.5.2-Aspectos culturales	40
2.5.2.1-Chiquimula.....	40
2.5.2.2-El Progreso.....	41
2.5.2.3-Izabal.....	42
2.5.2.4-Zacapa.....	44
2.5.3-Aspectos demográficos	44

Capítulo 3

3.1- Casos de estudio	47
3.1.1- Aeropuerto internacional “La Aurora”, Guatemala	47
3.1.1.1- Aspectos funcionales	47
3.1.2- Aeropuerto internacional de Tocumen, Panamá.....	49
3.1.2.1- Aspectos funcionales.....	49

Capítulo 4

4.1-Análisis de sitio	51
4.1.1-Selección del sitio	51
4.1.1.1-Localización del terreno.....	51
4.1.1.2-Ubicación del terreno	52
4.1.2-Uso del suelo	53
4.1.3-Infraestructura existente.....	55
4.1.3.1-Energía eléctrica.....	55



4.1.3.2-Telefonía.....	55
4.1.3.3-Agua pluvial.....	55
4.1.3.4-Drenajes.....	55
4.1.3.5-Vías de comunicación	56
4.1.4-Análisis del predio.....	56
4.1.4.1-Accidentes geográficos	56
4.2- Premisas de diseño	58
4.2.1- Premisas funcionales.....	58
4.2.2- Premisas morfológicas.....	59
4.2.3- Premisas ambientales	60
4.2.4- Premisas tecnológicas	63
4.2.5- Premisas constructivas.....	63
4.2.6- Premisas de gestión de riesgos.....	65
4.3-Proceso de diseño	66
4.3.1-Diagramas.....	67
4.3.2-Programa de necesidades	68
4.3.3-Programa arquitectónico	70
4.3.4-Proceso de diseño del conjunto.....	73
4.3.4.1-Diseño de la pista.....	73
4.3.4.2-Correcciones de longitud de pista para el despegue.....	75



4.3.4.3-Corrección de la longitud de pista para el aterrizaje.....	75
4.3.4.4-Longitud efectiva de pista.....	76
4.3.5-Proceso de la forma.....	77
4.3.5.1-Distribución del conjunto.....	77
4.3.6-Forma de volúmenes.....	78

Capítulo 5

5.1-Anteproyecto.....	81
5.1.1-Modificación de curvas de nivel.....	81
5.1.2-Conjunto general.....	82
5.1.3-Conjunto DGAC.....	83
5.1.4-Planta primer nivel DGAC.....	84
5.1.5-Planta segundo nivel DGAC.....	85
5.1.6-Fachadas edificio DGAC.....	86
5.1.7-Secciones edificio DGAC.....	87
5.1.8-Conjunto COE.....	88
5.1.9-Planta primer nivel COE.....	89
5.1.10-Planta segundo nivel COE.....	90
5.1.11-Planta tercer nivel COE.....	91
5.1.12-Planta cuarto, quinto, sexto y séptimo nivel COE.....	92
5.1.13-Planta octavo, noveno y décimo nivel COE.....	93



5.1.14-Fachada sur COE	94
5.1.15-Fachada oeste COE	95
5.1.16-Fachada este COE	96
5.1.17-Fachada norte COE	97
5.1.18-Sección A COE.....	98
5.1.19-Sección B COE	99
5.1.20-Conjunto Hangares.....	100
5.1.21-Planta primer nivel Hangares.....	101
5.1.22-Planta primer nivel oficinas de Hangares.....	102
5.1.23-Detalle primer nivel de Hangares	103
5.1.24-Detalle primer nivel de Hangares.....	104
5.1.25-Detalle primer nivel de Hangares	105
5.1.26-Planta segundo nivel oficinas de Hangares	106
5.1.27-Detalle segundo nivel de Hangares.....	107
5.1.28-Detalle segundo nivel de Hangares.....	108
5.1.29-Detalle segundo nivel de Hangares.....	109
5.1.30-Fachadas Hangares.....	110
5.1.31-Secciones Hangares	111
5.1.32-Apuntes.....	112

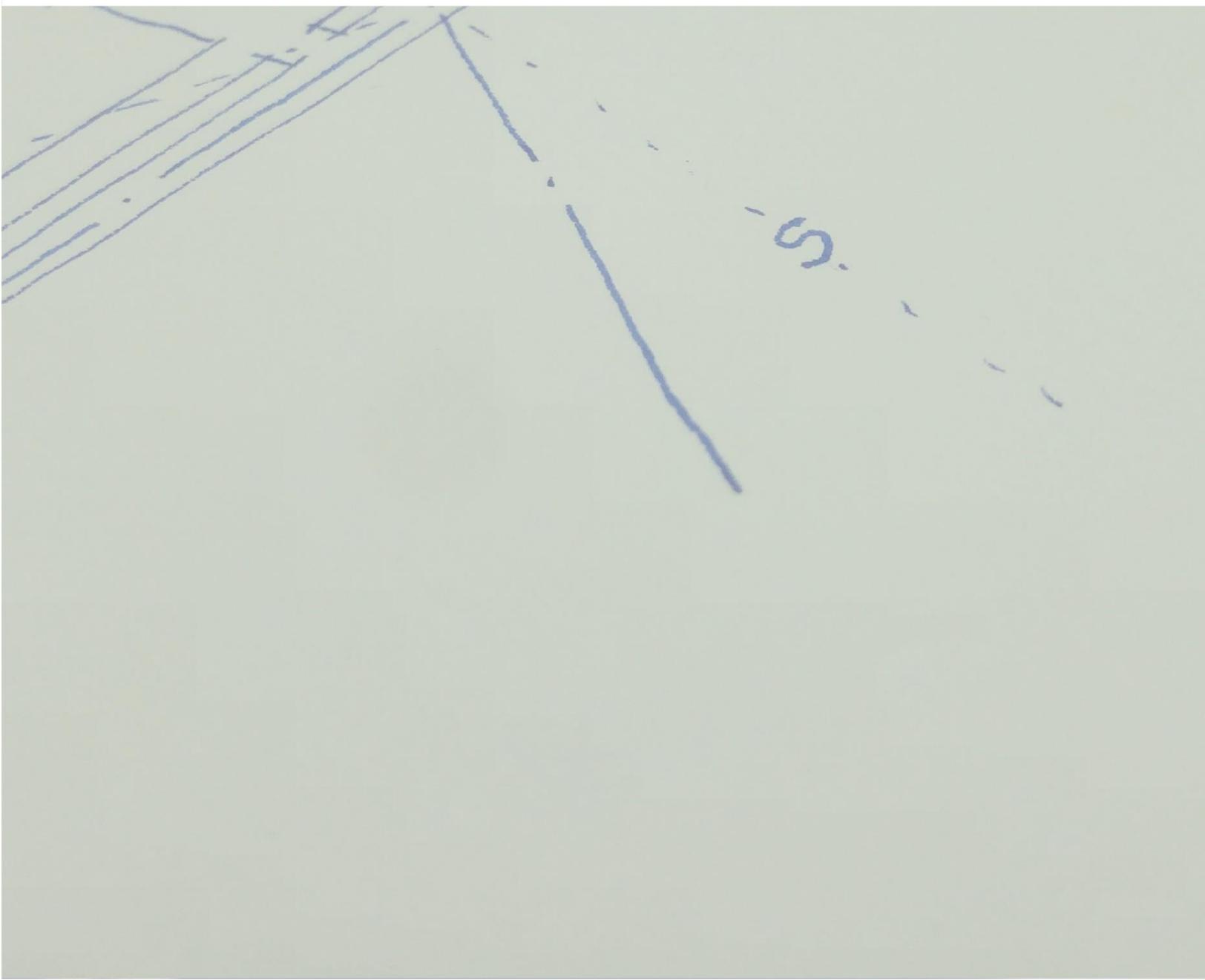
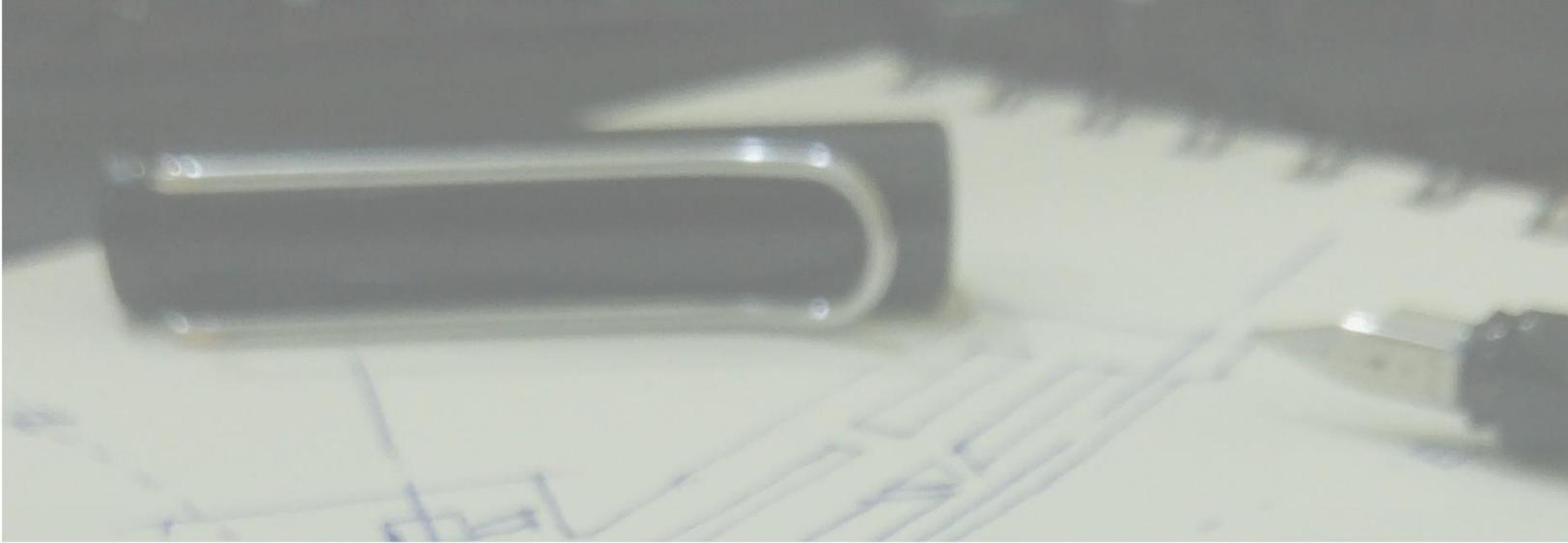


Capítulo 6

6.1-Conclusiones	137
6.2-Recomendaciones	137
6.3-Bibliografía	138
6.4-Tabla de ilustraciones	143









Capítulo 1

- 1.1- Introducción
- 1.2- Antecedentes
- 1.3- Identificación del problema
- 1.4- Planteamiento del problema
- 1.5- Justificación
- 1.6- Objetivos del proyecto
- 1.7- Metodología
- 1.8- Delimitación del tema



Ilustración 1: Vista aérea de la propuesta de terminal de pasajeros. Fuente: Diseño del anteproyecto del equipamiento urbano terrestre del aeropuerto internacional en San Jorge, Zacapa, Angela Barrera, 2017.

1.1-Introducción

Guatemala presenta un panorama heterogéneo entre sus regiones, sobre todo a nivel de desarrollo económico. La diversidad de actividades económicas favorece al desarrollo de la población y permite un

mayor y constante flujo de dinero en comparación con una población dependiente de una sola actividad para obtener sus ingresos.

La región nororiente del país presenta una gran cantidad de atractivos a nivel turístico, agropecuario, minero e industria que deberían permitirle ser una de las regiones económicas más fuerte del país, sin embargo el poco interés por esta zona por parte de las personas ha causado que el crecimiento económico sea lento y el empleo, por consiguiente escaso.

Michael y Mathis Güller, arquitectos alemanes, definen en su libro «Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto» a los aeropuertos como un eje principal en el desarrollo económico de una región y un país, al ser estos una puerta de comunicación directa con mercados internacionales; motores de desarrollo no solo económicos sino urbanos y de infraestructura.

Este proyecto se desarrolla en conjunto con el Diseño del anteproyecto del equipamiento urbano terrestre del aeropuerto internacional en San Jorge, Zacapa en el cual se incluyen los diseños volumétricos y funcionales de la terminal aérea y las calles internas del proyecto que permiten el acceso a los edificios.





Ilustración 2 - Corredor Seco. Fuente: wikimedia.org

1.2-Antecedentes

Guatemala presenta diversidad de paisajes de desarrollo en toda su extensión territorial, vemos el desarrollo del área metropolitana pero en el interior también podemos observar áreas poco desarrolladas culturalmente y económicamente. La región nororiente del país se presenta como una de estas que se ha estancado y lo cual dificulta el desarrollo de la infraestructura.

Actualmente esta región basa su desarrollo en un solo tipo de actividad económica. El sector agropecuario representa más de 46% de las actividades económicas que se realizan en esta región, según informes de Instituto nacional de estadística (INE) como apoyo a la Secretaría de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN).¹

Depender únicamente de la agricultura como motor económico ha puesto en riesgo el recurso hídrico superficial debido a la sobreexplotación que ha sufrido en las últimas décadas pues la época seca se ha extendido en esta región perteneciente al corredor seco del país. Esta situación de sequía también ha puesto en riesgo el estilo de vida dependiente de la agricultura por lo que es de suma importancia el impulso que ayude a la diversificación de las actividades económicas.

La región presenta una gran cantidad de atractivos turísticos que no han sido explotados adecuadamente y que actualmente representan únicamente el 1.6% de las actividades económicas de la región. En el nororiente del país es posible encontrar

¹ Secretaría de planificación y programación de la presidencia, *Diagnóstico territorial: región oriente* (Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2016), 97.

atractivos naturales, arqueológicos y religiosos, siendo este último uno de los más importantes dentro del país contando con la Basílica de Esquipulas.

Al no contar con atractivos turísticos mucha de la infraestructura vial ha sido abandonada y se encuentra en malas condiciones lo que dificulta el traslado desde y hacia el nororiente de Guatemala. Además, esto afecta también al sector agroexportador que debe transportar su producto por carreteras en mal estado, retrasando cargas y poniendo en peligro sus negocios a nivel internacional ya que, todo este producto es perecedero. El desarrollo económico a través de la agricultura también se encuentra limitado por la inexistencia de puertos cercanos para la comercialización de alimentos perecederos.

1.3-Identificación del problema



Ilustración 3 - Productos tradicionales de Guatemala. Fuente: deGuate.com, 2016.

La actividad económica se basa fundamentalmente en productos de exportación tradicional y para consumo interno. Los productos agrícolas más importantes son: el maíz, arroz, frijol, papa, café, caña de azúcar, cacao, banano y frutas de clima cálido, entre las que se encuentran el melón, pepino, papaya, sandía, mango.

Además el subsector ganadería tiene una participación bastante importante, en lo que respecta la producción artesanal, esta es muy variada, sobresaliendo los productos de cerámica, jarcia, cuero, palma, entre otros. Cabe señalar que es en los municipios de La Unión y Gualán donde se cultivan la mayor producción del café.



También es importante destacar la producción de productos no tradicionales, tal es el caso de la producción de piña y cítricos que provienen del municipio de Gualán; melón, sandía, mango en los municipios de Teculután, Estanzuela, Usumatlán, Huité y Cabañas; tabaco en Cabañas, Huité, Estanzuela, Río Hondo, Teculután y Usumatlán; jocote, marañón Río Hondo.

La producción de melón y tabaco son las actividades agrícolas de exportación más fuertes en el Valle del Motagua, estos productos son utilizados para consumo interno y externo principalmente a Estados Unidos, Europa y Centroamérica.²

El clima de la zona en general es seco y presenta pocas precipitaciones durante el año sin embargo, más del 40% de la actividad económica de la región es dedicada a la agricultura lo que, coloca en riesgo los ingresos percibidos en la región en las épocas de sequía.³

En cuanto al turismo, en la actualidad esta actividad representa menos del 2% de la economía de la región a pesar de las grandes potencialidades que existen dentro de la misma, sobretodo naturales. La mayor parte de las visitas de nacionales y extranjeros se concentran en Esquipulas. La basílica recibe alrededor de 5 millones de visitantes en los meses de enero a marzo.⁴

El resto de la región no recibe visitantes en cantidades significativas y, aunque tiene atractivos con potencial para el turismo nacional o inclusive a nivel centroamericano, hoy en día no son importantes.

² Great City Magazine, «El departamento de Zacapa,» *GTCIT revista* (2016[citado el 23 de marzo de 2016]): disponible en http://www.gtcit.com/el_departamento_de_zacapa_guatemala/.

³ Secretaría de planificación y programación de la presidencia, *Diagnóstico territorial: región oriente* (Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2016), 97.

⁴ Nicolás Rodríguez, «Turismo de Esquipulas», *Esquipulas* (2006[citado el 29 de agosto de 2016] Esquipulas: disponible en <http://www.esquipulas.com.gt/turismo.htm>

1.4-Planteamiento del problema



Ilustración 4 - Módulo de información turística. Fuente: obraestudio, 2012.

Ser una región fronteriza requiere contar con las condiciones necesarias para promover el desarrollo turístico de la región y del país. La región nororiente es la puerta de entrada de gran cantidad de turistas que día a día ingresan a Guatemala en busca de los destinos turísticos

más conocidos del país; es frecuente escuchar de la población guatemalteca que es necesario fomentar y promocionar el turismo, y los puntos estratégicos son los pasos fronterizos. En los talleres participativos, como resultado de las opiniones de los actores se concluye que la atención al turista es importante y debe trabajarse en:

- Protocolos de bienvenida. Afiches, trifoliales, mapas con información general sobre sitios turísticos para visitar, lugares de producción de artesanías, información de los servicios turísticos disponibles, otros.
- Organización y fortalecimiento de las distintas cadenas turísticas de la región a nivel local y regional.
- Infraestructura de calidad para la atención de los visitantes (kioscos y oficinas de información).

Casi la mitad de los visitantes no residentes entran por los puertos o fronteras internacionales de la región. Sin embargo, la región nororiente no cuenta con alguno de los principales atractivos de turismo internacional del país. No obstante, Esquipulas recibe 5 millones de turistas al año, durante los meses de enero a marzo. Más del 90% de las personas que ingresan por los puertos del Atlántico son excursionistas que visitan el país por un solo día y no pernoctan en el país ni en la



región. En la mayoría de los casos, estas personas visitan solamente la región antes de regresar a sus países o a los cruceros turísticos.⁵



Ilustración 5-Museo de Paleontología y Arqueología "Roberto Wookfolk Saravia." Fuente: deGuate.com, 2011.

hoteles son los más visitados. Para la región es favorable su ubicación fronteriza por ser receptora de turismo internacional, cualidad que de ser explotada eficientemente puede generar desarrollo en el Oriente del país.⁶

El turismo hacia el exterior también se presenta en las fronteras con Honduras y El Salvador, especialmente por pobladores de la región que visitan Copán en Honduras y gustan de las comidas nativas de la zona, mientras que del lado de El Salvador sus playas y

Zacapa que se encuentra a la par de los vastos paisajes dominados por zarzas, cactus y arbustos, posee frescos bosques y selvas lluviosas con una amplia biodiversidad en la parte de la Sierra de Las Minas, que lo convierte en una importante atracción para quienes buscan contacto con la naturaleza, en donde el turista nacional o extranjero puede encontrar sitios maravillosos como los siguientes:

- Museo de paleontología y arqueología "Roberto Wookfolk Saravia" en Estanzuela.
- Reserva de la biosfera de la Sierra de las Minas.

⁵ Billy Quijada y Juan Samayoa, «INGUAT abre oficina de información en Esquipulas,» *Esquipulas* (2 de septiembre de 2010[citado el 23 de marzo de 2016]); disponible en <http://www.esquipulas.com.gt/noticias/inguat-abre-oficina-de-informacion-en-esquipulas/19838/>.

⁶ Elsa Robles, "Lugares turísticos de Zacapa," *deGuate.com* (19 de agosto de 2012[citado el 23 de marzo de 2016]); disponible en http://www.deguate.com/artman/publish/turismo_orientelugares-turisticos-de-zacapa.shtml#.VvLskfnhA_4.

- Sitio arqueológico La Vega del Cobán en Teculután.
- Cuevas de Doña María en Gualán.
- Pasabien en Río Hondo.
- Aldea Sunzapote en Río Hondo.
- Sierra El Merendón.⁷

1.5-Justificación



Ilustración 6-Obras de Infraestructura. Fuente: El Economista, 2015.

La poca diversidad de las actividades económicas en la región ha vuelto al sector agropecuario una necesidad y ha disminuido las oportunidades de incursionar en otros sectores económicos, por lo tanto, se pretende que el aeropuerto propuesto, al ser ubicado en el municipio de San Jorge, Zacapa, sea una puerta de ingreso a personas con diferentes necesidades y estilos de vida que van a demandar mejores servicios en hospedaje, alimentación, infraestructura general y posiblemente aumentará la demanda de productos de exportación.

Desafortunadamente, actualmente el aeropuerto no se encuentra dentro del plan de desarrollo nacional ni siquiera regional, sin embargo existe la necesidad de aumentar el crecimiento económico en la región nororiente según SEGEPLAN, por lo cual la comisión de desarrollo comunitario y la oficina regional de SEGEPLAN ubicada

⁷ Carlos Mejía, “Zacapa, tierra de contrastes,” *Xplorandoguatemala.com* (16 de junio de 2015[citado el 23 de marzo de 2016]): disponible en <http://www.xplorandoguatemala.com/viajes-y-turismo/zacapa-tierra-de-contrastes>.

en ZACAPA, ha solicitado el presente proyecto para su próxima inclusión en los planes de desarrollo nacional.

1.6-Objetivos del Proyecto

1.6.1-General

Proponer a la Gobernación departamental de Zacapa un anteproyecto arquitectónico de aeropuerto internacional, que apoye el crecimiento económico de la región nororiente de Guatemala.

1.6.2-Específicos

- Ofrecer a la institución un documento de síntesis que permita el avance en los estudios necesarios para la implementación de un aeropuerto internacional que permita interconectar la región centroamericana y apoye el desarrollo aeronáutico del país.
- Desarrollar una propuesta arquitectónica a nivel de ante proyecto de aeródromo considerando descentralizar y modernizar los servicios en Guatemala.
- Emplazar y zonificar las áreas necesarias para la operación de un aeropuerto internacional siguiendo los lineamientos de las entidades nacionales e internacionales.
- Predimensionar y emplazar la pista de aterrizaje.
- Diseñar a nivel de anteproyecto la torre de control de tráfico aéreo, el centro de operaciones de emergencia, los hangares y el edificio de la Dirección general de aeronáutica civil.
- Que la propuesta arquitectónica tenga una proyección de usuarios hasta el año 2,040, tomando en cuenta el incremento en la densidad poblacional.



1.7-Metodología



1.8-Delimitación del tema

1.8.1-Contexto nacional

Guatemala se encuentra organizada en 8 regiones, 22 departamentos y 340 municipios.

No. De región	Nombre	Departamentos	Extensión territorial
Región I	Región Metropolitana	Guatemala	2,126.00 km ²
Región II	Región Norte	Alta Verapaz	8,686.00 km ²
		Baja Verapaz	3,124.00 km ²
Región III	Región Nororiente	Chiquimula	2,376.00 km²
		El Progreso	1,922.00 km²
		Izabal	9,038.00 km²
		Zacapa	2,690.00 km²
Región IV	Región Suroriente	Jalapa	2,063.00 km ²
		Jutiapa	3,216.00 km ²
		Santa Rosa	2,955.00 km ²
Región V	Región Central	Chimaltenango	1,979.00 km ²
		Escuintla	4,384.00 km ²
		Sacatepéquez	465.00 km ²
Región VI	Región Suroccidente	Retalhuleu	1,856.00 km ²
		San Marcos	3,791.00 km ²
		Sololá	1,061.00 km ²
		Suchitepéquez	2,510.00 km ²
		Totonicapán	1,061.00 km ²
		Quetzaltenango	1,953.00 km ²
Región VII	Región Noroccidente	Huehuetenango	7,400.00 km ²
		Quiché	8,378.00 km ²
Región VIII	Región Petén	Petén	35,854.00 km ²

1.8.2-Contexto regional

La Región nororiente es una de las seis regiones de planificación delimitadas para el país. Se localiza al este del territorio nacional, limita al norte con el océano Atlántico, el lago de Izabal y la Sierra de las Minas (región de la Franja Transversal del Norte); al este con El Salvador y Honduras; al oeste con los departamentos de Alta Verapaz,

Baja Verapaz y Guatemala; y al sur con la subregión del Canal de Chiquimulilla (región del Litoral Pacífico).

Posee una extensión de 16,026 Km² que representa el 16% del territorio nacional, abarca los departamentos de Zacapa, Chiquimula, El Progreso e Izabal, con un total de 33 municipios. Del total del territorio de la región Izabal representa el 56.40% (9,038km²) con 3 municipios, Zacapa el 16.76% (2,690km²) con 11 municipios, Chiquimula el 14.83% (2,376km²) con 11 municipios, El Progreso el 11.99% (1,922km²) con 8 municipios.

1.8.3-Contexto departamental

1.8.3.1-División político-administrativa

Municipio	Extensión territorial (km ²)	Lugares poblados por categoría					Total de lugares poblados
		Pueblo	Aldea	Caserío	Paraje	Finca	
Zacapa	435	1	45	53	0	1	99
Estanzuela	66	1	4	0	0	0	5
Río Hondo	422	1	27	17	2	9	56
Gualán	696	1	66	71	0	37	175
Teculután	273	1	3	18	0	0	22
Usumatlán	257	1	9	1	2	2	15
Cabañas	49	1	19	1	0	1	22
San Diego	112	1	7	10	0	0	18
La Unión	211	1	30	42	0	3	76
Huité	87	1	9	12	0	0	22
San Jorge	82	1	4	4	0	0	9
Total por categoría	2,690	11	223	229	4	53	519

Tabla 1-Fuente: Elaboración propia en base a INE 2002.

El departamento de Zacapa cuenta con 519 lugares poblados, siendo éstos: 11 pueblos (que corresponden a las 11 cabeceras municipales), 223 aldeas, 229 caseríos, 4 parajes y 53 fincas.⁸

⁸ Instituto nacional de estadística, XI Censo nacional de población y VI de habitación (Ciudad de Guatemala: Instituto nacional de estadística, 2002).

1.8.4-Delimitación temporal

El proyecto está enfocado para que tenga una vida útil hasta el año 2,040; este trabajo consiste en el desarrollo de planos, presupuesto y cronograma del Equipamiento Aéreo del Aeropuerto Internacional de Zacapa, el cual se logrará en el tiempo definido para la elaboración del proyecto de graduación que es de seis meses.

1.8.5-Delimitación poblacional

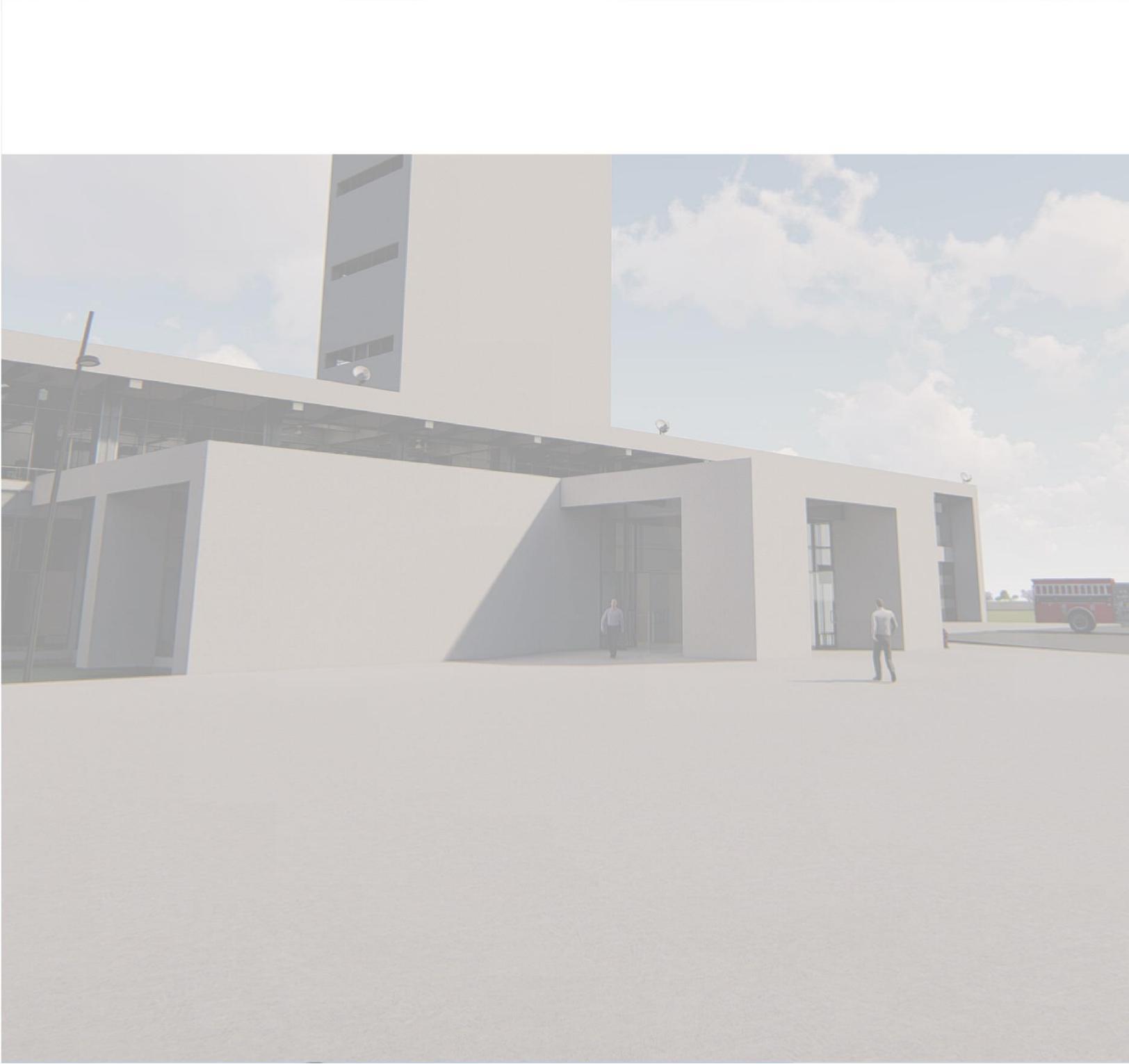
Se realizó la proyección poblacional para el año 2040 en base al registro del movimiento anual de aeronaves del Aeropuerto Internacional La Aurora que presenta el departamento de estadística de transporte aéreo, perteneciente a la Dirección General de Aeronáutica Civil. Se calculó un incremento de pasajeros del 2.2% cada 5 años.

Aeronaves

	2015				2040			
	Año	Mes	Día	Hora	Año	Mes	Día	Hora
Entrada	51,167	4,264	141	6	57,070	4,756	157	7
Salida	51,794	4,317	142	6	57,769	4,815	159	7
Total	102,961	8,581	283	12	114,839	9,571	316	14

Tabla 2-Elaboración propia en base a DGAC, 2015.







Capítulo 2



- 2.1- Referente teórico
- 2.2- Referente conceptual
- 2.3- Referente histórico
- 2.4- Referente legal
- 2.5- Referente geográfico

2.1-Referente teórico

Las terminales aéreas han evolucionado con la velocidad y facilidad de acceso a este tipo de transporte y se han convertido, en muchas ocasiones, en factores importantes que influyen en la transformación de las áreas metropolitanas. A través de inversiones enfocadas en el desarrollo de transporte colectivo han tomado la importancia y reemplazado a las grandes estaciones centrales.⁹

Las ciudades y sus aeropuertos están cada vez más interconectados. Ubicados antes como complejos aislados en terrenos de zona rurales periféricas, los aeropuertos ejercen en la actualidad una influencia cada vez mayor en la evolución y el progreso de las regiones metropolitanas, del mismo modo que las estaciones centrales de tren dejaron su huella en el crecimiento de las ciudades a lo largo del siglo XX.¹⁰

Los aeropuertos se encuentran en un punto muy importante de su influencia en el desarrollo de las ciudades del siglo XXI y es necesario que comencemos a adelantarnos a estos cambios drásticos que las instalaciones aeroportuarias están insertando en las áreas metropolitanas de una forma activa y no reactiva como se han ido dando las políticas de desarrollo en nuestro país a lo largo de la historia; concepto que podemos observar con la implementación del Plan de Ordenamiento Territorial a lo largo del territorio guatemalteco, sobre todo en el municipio de Guatemala.¹¹

Es a partir de los conceptos de ciudad-aeropuerto¹² y de la ciudad global¹³ que el aeropuerto adquiere su importancia y rol como infraestructura de primer orden

⁹ Michael Güller y Mathis Güller, *Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto*, 11.

¹⁰ Michael Güller y Mathis Güller, *La ciudad-aeropuerto: de la terminal heroica al manifiesto urbano* (Zúrich: Baudirektion Kanton, 2004), 48.

¹¹ OECD Territorial Reviews, *Competitive Cities in the Global Economy*, traducido por OECD Rights and Translation Unit (Paris: OECD, 2006).

¹² Michael Güller y Mathis Güller, *Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto*.

¹³ Fernando Chavarro Miranda, "Bogotá y la ciudad-aeropuerto del 2025," *Criterio libre* Año 6, No. 8 (junio 2008): 5-17.

para soportar la plataforma económica de la región nororiente del país que permitirá una comunicación más directa con el entorno mundial de sus riquezas y oportunidades.

2.1.1-Aeropuerto de primera categoría

Es el que cuenta con los servicios de aduana, migración, sanidad, comunicación, aprovisionamiento y asistencia a las aeronaves. En esta categoría se encuentra un aeropuerto internacional, como el de Guatemala, el Aeropuerto La Aurora. El proyecto desarrollado se enmarca en esta categoría.

2.1.2-Aeropuerto de segunda categoría

Este tipo de aeropuerto es el que cuenta con servicios de comunicaciones, aprovisionamiento y asistencia a las aeronaves.

2.1.3-Aeropuerto de tercera categoría

Es el utilizado para aterrizajes de emergencia o para aprendizaje, son los aeródromos que carecen de los servicios que prestan los anteriores y se destinan a aterrizajes eventuales.

Además de esta clasificación, para el diseño y planificación de la pista de despegue y aterrizaje debemos tomar en cuenta las disposiciones de la OACI en este sentido donde nos facilitan la implementación de ciertos criterios según la Clave de referencia de aeródromo.¹⁴ El propósito de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo. La clave está compuesta de dos elementos que se relacionan con las características de funcionamiento y dimensiones del avión. El

¹⁴ Organización de aviación civil internacional, *Manual de diseño de aeródromos* (Montreal: International Civil Aviation Organization, 2006), 3.



elemento 1 es un número basado en la longitud de campo de referencia del avión y el elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Elemento 1 de la clave		Elemento 2 de la clave			
No. de clave	Longitud de campo de referencia del avión	de de del	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)
1	Menos de 800m	A	Hasta 15m (exclusive)	Hasta 4.5m (exclusive)	
2	Desde 800m hasta 1200m (exclusive)	B	Desde 15m hasta 24m (exclusive)	Desde 4.5m hasta 6m (exclusive)	
3	Desde 1200m hasta 1800m (exclusive)	C	Desde 24m hasta 36m (exclusive)	Desde 6m hasta 9m (exclusive)	
4	Desde 1800m en adelante	D	Desde 36m hasta 52m (exclusive)	Desde 9m hasta 14m (exclusive)	
		E	Desde 52m hasta 65m (exclusive)	Desde 9m hasta 14m (exclusive)	
		F	Desde 65m hasta 80m (exclusive)	Desde 14m hasta 16m (exclusive)	
Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.					

Tabla 3-Fuente: Elaboración propia en base al Manual de Diseño de Aeródromos, OACI, 2006.

2.2-Referente conceptual

2.2.1-Glosario de conceptos

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

Área de aterrizaje: Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Área de maniobras: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

Área de movimiento: Parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, aterrizaje y rodaje de aeronaves, integrada por el área de maniobras y las plataformas.

Área de seguridad de extremo de pista (RESA): Área simétrica respecto a la prolongación del eje de la pista y adyacente al extremo de la franja, cuyo objeto principal consiste en reducir el riesgo de daños a un avión que efectúe un aterrizaje demasiado corto o un aterrizaje demasiado largo.

Ciudad global: En ellas convergen los nodos de las principales redes de telecomunicaciones; en ellas están las sedes de las principales instituciones financieras; y en ellas se ubican los principales centros del poder mundial, lugares en los que se genera una información privilegiada que es vital para la toma de decisiones de alto nivel. Las ciudades globales, por tanto, son la médula espinal del sistema económico tardocapitalista.¹⁵

Dirección general de aeronáutica civil (DGAC): Institución responsable de normar, administrar, fortalecer, facilitar y vigilar la prestación de los servicios aeroportuarios, de navegación y de transporte aéreo, conforme a la legislación vigente y acuerdos internacionales ratificados por el estado de Guatemala.¹⁶

Elevación de aeródromo: La elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

Franja de pista: Superficie definida que comprende la pista y la zona de parada, si la hubiese, destinada a:

- a) reducir el riesgo de daños a las aeronaves que se salgan de la pista; y

¹⁵ Saskia Sassen, *The Global City* (New Jersey: Princeton University Press, 1991).

¹⁶ Dirección general de aeronáutica civil, «Misión,» *Ministerio de comunicaciones infraestructura y vivienda* (2016[citado el 6 de abril de 2016]): disponible en <http://www.dgac.gob.gt/index.php/sobre-dgac/filosofia-institucional>

- b) proteger a las aeronaves que la sobrevuelan durante las operaciones de despegue o aterrizaje.

Jarcia: Nombre que se le da a los productos utilizados para la pesca, fabricados en cáñamo.

Margen: Banda de terreno que bordea un pavimento, tratada de forma que sirva de transición entre ese pavimento y el terreno adyacente.

Objeto frangible: Objeto de poca masa diseñado para quebrarse, deformarse, o ceder al impacto, de manera que represente un peligro mínimo para las aeronaves.

Obstáculo: Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o parte del mismo, que esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie o que sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo.

Organización de aviación civil internacional (OACI): Agencia especializada de la ONU, establecida en 1944 para manejar y administrar el cumplimiento del Convenio sobre aviación civil internacional (Convenio de Chicago).¹⁷

Pista: Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

Pista de vuelo por instrumentos: Uno de los siguientes tipos de pista destinados a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos:

- a) Pista para aproximaciones que no sean de precisión. Pista de vuelo por instrumentos servida por ayudas visuales y una ayuda no visual que proporciona por lo menos guía direccional adecuada para la aproximación directa.

¹⁷ International Civil Aviation Organization, "About ICAO," *International Civil Aviation Organization* (2016[citado el 6 de abril de 2016]) traducción propia: disponible en <http://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>



- b) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría I. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS y por ayudas visuales destinadas a operaciones con una altura de decisión no inferior a 60 m (200 ft) y con una visibilidad de no menos de 800 m o con un alcance visual en la pista no inferior a 550 m.
- c) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría II. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS y por ayudas visuales destinadas a operaciones con una altura de decisión inferior a 60 m (200 ft) pero no inferior a 30 m (100 ft) y un alcance visual en la pista no inferior a 350 m.
- d) Pista para aproximaciones de precisión de Categoría III. Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS y/o MLS hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma; y
 - a. destinada a operaciones con una altura de decisión inferior a 30 m (100 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista no inferior a 200 m.
 - b. destinada a operaciones con una altura de decisión inferior a 15 m (50 ft), o sin altura de decisión y un alcance visual en la pista inferior a 200 m pero no inferior a 50 m.
 - c. destinada a operaciones sin altura de decisión y sin restricciones de alcance visual en la pista.

Pista de vuelo visual: Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.

Pistas principales: Pistas que se utilizan con preferencia a otras siempre que las condiciones lo permitan.



Plataforma de aviación general: Zona destinada a las aeronaves de la aviación general, utilizadas en vuelos de negocios o de carácter personal o gubernamental.¹⁸

Plataforma de estacionamiento: Plataforma donde las aeronaves puedan permanecer estacionadas durante largos períodos, deben emplazarse próximas a la plataforma de la terminal.¹⁹

Plataformas de la terminal de pasajeros: Zona destinada para las maniobras y estacionamiento de aeronaves, que está situada junto a la terminal de pasajeros, facilitando el embarque y desembarque de pasajeros, mercancías, correo y equipajes, el abastecimiento de combustible, catering, mantenimiento y limpieza de las aeronaves en escala.²⁰

Sistema de aterrizaje por microondas (MLS): Utiliza el espectro de microondas, el cual provee información lateral y vertical a las aeronaves que tengan un equipo abordo compatible con el sistema.²¹

Sistema instrumental de aterrizaje (ILS): Se compone de equipo en tierra que emite las señales, y el equipo a bordo del avión que las procesa y las muestra al piloto en un instrumento para poder navegar. Guía al piloto horizontalmente y verticalmente hacia la pista del aeropuerto hasta que pueda conseguir suficientes referencias visuales para poder continuar la aproximación mirando fuera de la cabina y aterrizar.²²

Umbral: Comienzo de la parte de pista utilizable para el aterrizaje.

Umbral desplazado: Umbral que no está situado en el extremo de la pista.

¹⁸ Asociación Latinoamericana y Caribeña de Pavimentos Aeroportuarios, “Curso rápido sobre el anexo 14 y documentos afines,” (Argentina).

¹⁹ ALACPA, “Curso rápido sobre el anexo 14 y documentos afines.”

²⁰ ALACPA, “Curso rápido sobre el anexo 14 y documentos afines.”

²¹ Salcedo Conte, Solangel Gomez, “Introducción al MLS,” *Slideshare* (28 de junio de 2012[citado el 6 de abril de 2016]): disponible en <http://es.slideshare.net/salcedocm/introduccion-al-mls>

²² Felix Piquero, “Sistema instrumental de aterrizaje. El ILS,” *Hisaviación 2.0* (7 de julio de 2015[citado el 6 de abril de 2016]) editado por Redacción Hisaviación 2.0: disponible en <http://www.hispaviacion.es/sistema-instrumental-de-aterrizaje-el-ils/>

Zona libre de obstáculos: Área rectangular definida en el terreno o en el agua y bajo control de la autoridad competente, designada o preparada como área adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura especificada.

2.3-Referente histórico

2.3.1-San Jorge



Ilustración 7-Rótulo al ingresar al municipio. Fuente: Soy502.com, 2014.

Según publicado con motivo del Censo 1880: "Llanetillos, aldea del departamento de Zacapa, dista de su cabecera 2 leguas; 636 habitantes. Es notable por la planicie de su suelo que produce maíz en abundancia.

Los naturales se dedican a la crianza de ganado. Esta aldea llegaría a tener gran importancia si se pudiera introducir el agua del río Zacapa.

El clima es caliente y muy sano. No existen escuelas, pero la autoridad ha dictado sus providencias para que se establezca una. Como aldea Llanetillos en la Demarcación Política de la República de Guatemala, Oficina de Estadística, 1892. Por acuerdo gubernamental del 30 junio 1927 se dispuso que de los fondos que correspondan a la municipalidad de Zacapa por el impuesto de aguardiente, se atribuya una suma para construcción de las escuelas de la aldea, lo que también se reiteró por acuerdo del 31 diciembre 1927. El acuerdo gubernamental del 16 abril



1928 estableció oficina postal de cuarta categoría, en la actualidad de la Dirección General de Correos y Telégrafos.”²³

Con dos terceras partes de votos válidos, el Congreso de la República aprobó el martes 28 de enero de 2014 la separación de la aldea San Jorge, en Zacapa, y pasa a ser considerado ante el estado como el onceavo municipio del departamento de Zacapa.²⁴

El lugar fue conocido como Llanetillos, hasta que el 24 de abril de 1935 el presidente Jorge Ubico le dio su nombre actual.²⁵

Con 18 mil habitantes es creado el nuevo municipio en donde en dichos artículos quedo de la manera siguiente siendo, seis aldeas y cuatro caseríos, abarcando en su extensión territorial de 182 caballerías un aproximado de 82 Kilómetros, donde limita al Norte con Estanzuela, al sur con Chiquimula, al Oriente con Zacapa y al Occidente con Huité.²⁶

Los tramites se mantuvieron por 30 años; en el 2012 el Diputado Gustavo Echeverría empezó a realizar las gestiones nuevamente con la asociación pro municipio, llevándolas personalmente al presidente de la República Otto Pérez Molina, para que empezara su trámite legal, el cual decreto una iniciativa de ley 46-42 en donde se encuentra el dictamen favorable a la comisión de gobernación.²⁷

²³ “Aldea San Jorge,” *Guatepymes.com* (2016[citado el 4 de abril de 2016]): disponible en <http://www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=8308>

²⁴ Antonio Ordoñez, “San Jorge, en Zacapa, es el municipio 336 de Guatemala,” *Soy 502* (28 de enero de 2014[citado el 4 de abril de 2016]): disponible en <http://www.soy502.com/articulo/san-jorge-zacapa-es-el-municipio-336>

²⁵ Prensalibre.com “San Jorge, Zacapa, será el municipio 336,” *Prensa Libre* (28 de enero de 2014[citado el 4 de abril de 2016]): disponible en http://www.prensalibre.com/noticias/politica/zacapa-san_jorge-congreso-nuevo_municipio_0_1074492732.html

²⁶ “Congreso de la república aprobó a San Jorge como municipio número 336,” *Elzacapaneco.com* (29 de enero de 2014[citado el 4 de abril de 2016]): disponible en <http://www.elzacapaneco.com/noticias-es.php?noticia=2666>

²⁷ Elzacapaneco.com, “Congreso de la república aprobó a San Jorge como municipio número 336.”

2.4-Referente Legal



Ilustración 8-Edificio Dirección General de Aeronáutica Civil. Fuente: El Periódico, 2015.

Para que el proyecto sea viable se utilizarán los reglamentos y normativos que rige la aviación civil internacional realizados por la OACI y la DGAC; el MARN, CONAP, CONAMA, INAB; Reglamento Municipal, NRD2.

2.4.1-Legislación de Aviación Civil Internacional



Ilustración 9-Manual de Diseño de Aeródromos. Fuente: OACI, 2005.

La anchura de toda pista no debería ser menor de la dimensión apropiada especificada en la Tabla 4.²⁸ En la Tabla 4 figuran las anchuras mínimas de pista consideradas necesarias para garantizar la seguridad operacional. Los factores que influyen en la anchura de la pista son:

- a) desviación de la aeronave fuera del eje al momento de tomar contacto
- b) condición de viento de costado
- c) contaminación de la superficie de la pista (p. ej., lluvia, nieve, nieve fundente o hielo)
- d) depósitos de caucho

²⁸ OACI, *Manual de diseño de aeródromos*, 33.

- e) aproximaciones en vuelo diagonal para aterrizaje con condiciones de viento transversal
- f) velocidades de aproximación empleadas
- g) visibilidad
- h) factores humanos.

2.4.1.1-Anchuras de Pista

No. de clave	Letra de clave					
	A	B	C	D	E	F
1	18m	18m	23m	-----	-----	-----
2	23m	23m	30m	-----	-----	-----
3	30m	30m	30m	45m	-----	-----
4	-----	-----	45m	45m	45m	60m

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

Tabla 4 - Fuente: elaboración propia en base Manual de diseño de aeródromos, OACI, 2006.

2.4.2-Legislación ambiental

2.4.2.1-Control ambiental en Guatemala

La ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente; (Decreto 68-86) fue promulgado en 1986 con las siguientes reformas (Decretos 75-91, 1-93 y 90-2000) en 1991, 1933 y 2000. Tanto los recursos técnicos como los financieros son provistos por la Comisión Nacional de Medio Ambiente. CONAMA.

La autoridad ejecutiva responsable de velar por el cumplimiento de la Ley es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. MARN.

Otros Ministerios y dependencias gubernamentales con funciones relacionadas con el Medio Ambiente son:

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. CONAP
- Ministerio de Cultura y Deportes
- Instituto Nacional de Bosques de Guatemala - INAB.

2.4.2.2-Estándares ambientales

El proceso para el desarrollo de estándares nacionales específicos funciona con cierta lentitud. Existen estándares adecuados que han sido desarrollados por otras organizaciones nacionales o internacionales que pueden ser empleados mientras que la legislación, los marcos institucionales y los procedimientos para el monitoreo ambiental son puestos en vigencia. Este es el procedimiento que el Ministerio de Ambiente utiliza en la actualidad.

2.4.2.3-Ruido

Sería aventurado afirmar que los estándares ambientales relacionados tanto con el ruido como el aire podrán ser utilizados a finales del año 2003. Mientras tanto, los estándares de la Organización Mundial de la Salud son los actualmente empleados.

Los estándares de la Organización Mundial de la Salud relativos a la emisión de ruido en las comunidades (1999) relevantes para la construcción y operación de aeropuertos.

2.4.2.4-Calidad del aire

Para el efecto se toman como estándares válidos los provenientes de la Organización Mundial de la Salud para emisiones de NO₂, SO₂, Ozono, plomo y partículas respirables (PM₁₀).

2.4.2.5-Aguas residuales

Los estándares industriales y residenciales relacionados con las aguas residuales han sido utilizados anteriormente en Guatemala. Actualmente están en proceso de revisión y se espera que puedan ser presentados en la segunda mitad del año 2003.

2.4.3-Regulación para los estudios de impacto ambiental

Las regulaciones relativas a los estudios de impacto ambiental (EIA) están contenidas en el documento titulado Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Gubernativo No. 137-2016.



Los factores clave para abordar en los estudios de impacto ambiental son los siguientes:

- Un sistema completamente soportado por un marco legal
- Un sistema de valoración progresivo desde el nivel estratégico, por medio de evaluaciones individuales de proyectos hasta la evaluación del impacto ambiental acumulativo
- Un sistema escalonado de evaluación dependiendo de la naturaleza y magnitud de los proyectos en cuestión
- Inclusión de la opinión pública y procedimientos de información
- Procedimientos de monitoreo y auditoría ambiental
- Depósito de una fianza de cumplimiento
- El mantenimiento de un registro de consultores calificados para llevar a cabo estudios de impacto ambiental.

2.4.3.1-Acuerdos ambientales internacionales

El Gobierno de Guatemala es signatario de varios acuerdos Internacionales en materia ambiental entre los que se incluyen:

Tratado del Antártico; Biodiversidad; Cambios Climáticos; Cambios Climáticos del Protocolo de Kioto, desertificación, especies amenazadas, modificaciones ambientales, desechos tóxicos, Ley del Mar, Descargas Marinas, prohibición de pruebas nucleares,

Protección de la Capa de Ozono, contaminación por buques y humedales. El protocolo ambiental de la Antártica fue firmado pero aún está pendiente de ser ratificado.

2.4.3.2-Procedimiento para la adquisición de tierras

El anterior Decreto Legislativo, número 438, relacionado con la adquisición de tierras, fue reemplazado por el Decreto Legislativo número 529, el cual corrige algunas deficiencias de la anterior legislación. La legislación permite que la tierra sea expropiada para proyectos nacionales o de beneficio común y provee los



procedimientos para valuación y pago de la tierra negociada por este procedimiento.

Comprende el estudio de:

- El medio en el cual tiene lugar la navegación aérea
- Las maquinas con que se realiza la navegación aérea
- Las personas y los bienes que son transportados por aire
- El viaje por aire y las implicaciones legales derivadas del mismo

2.4.4-Disposiciones de aeronáutica civil

Aeronáutica Civil es una dependencia del Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda. En lo referente a la construcción esta entidad, dictamina exclusivamente edificios o construcciones de varios niveles. La oficina norma la ubicación de las edificaciones y las distancias de éstas al eje de la pista del aeropuerto, basándose en las normas internacionales para la aviación civil, las cuales trata aspectos técnicos de carácter general en cuanto al tránsito de aeronaves y reglamentaciones para aeropuertos.²⁹

2.4.4.1-Convenios internacionales de la aviación civil

Chicago (1944) Creación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), establecida en 1947.

Los fines y objetivos de la **OACI** son los siguientes:

- Velar por el progreso de la aviación civil internacional.
- Fomentar construcción y utilización de aeronaves para fines pacíficos.
- Evitar el despilfarro económico producido por la competencia abusiva.
- Asegurar que se respete la soberanía de los países contratantes.

²⁹ José Miguel Duarte Díaz, *Requerimientos legales, ambientales que se deben considerar para la construcción de edificaciones en Guatemala* (Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011), 28.



- Evitar preferencia entre países contratantes.
- Promover la seguridad de vuelo en la navegación aérea internacional.

2.4.4.2-Libertades aéreas

La operación del tráfico aerocomercial internacional se efectúa a través del reconocimiento y la cesión de libertades entre los países en los que se opera. Las libertades del aire se clasifican en técnicas y comerciales.

2.4.4.3-Libertades técnicas

- El derecho a volar sobre el territorio de otro país sin aterrizar.
- El derecho a aterrizar en el territorio de otro país por razones técnicas.

2.4.4.4-Libertades comerciales

- El derecho a transportar de un país del operador aéreo al territorio de otro país.
- El derecho a transportar del territorio de otro país al operador de otro país.
- El derecho a que el operador aéreo de un país transporte tráfico comercial entre otros dos países a lo largo de una ruta establecida que tenga como origen o destino final su propio territorio.

2.4.4.5-Legislación centroamericana

Corporación Centroamericana de Servicios de Navegación Aérea (COCESNA). Fundado en 1960 por todos los países Centroamericanos.

COCESNA tiene los derechos exclusivos sobre la prestación de los servicios de tránsito aéreo, de telecomunicaciones Aeronáuticas y de Radio ayuda para la Navegación Aérea en los territorios de los países contratantes.

2.4.4.6-Legislación guatemalteca

Decreto 100-97 del Congreso de la República de Guatemala. Ley de Aviación Civil. Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), es el órgano encargado de normar y supervisar, los servicios de aeronáutica civil en el espacio aéreo de Guatemala.



2.5-Referente geográfico

2.5.1-Aspectos biofísicos

2.5.1.1-Zonas de vida³⁰

Once Zonas de Vida están presentes en la Región nororiente, predominando por su extensión cinco de ellas. El Bosque Húmedo Subtropical Templado bh-S (t) es la zona de vida con mayor predominancia, constituye el 44.05% del total de la Región nororiente equivalente a 7,504km², abarca territorio de todos los departamentos que conforman la región.

El Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido bmh-S(c), ocupa una extensión de 2,932.65 Km², el equivalente al 17.21% del territorio, se ubicada principalmente en los municipios de Los Amates y Morales.

El Bosque Muy Húmedo Tropical bmh-T, conforma el 8.38% del territorio, con una extensión de 1,427.25 Km², ubicado principalmente en el municipio de Puerto Barrios, Izabal.

El Monte Espinoso Subtropical me-S, ocupa una extensión de 935.62 Km², el 5.49% de la región. Se ubica en la depresión del Motagua, particularmente en la zona de desborde el río Motagua y del río Grande o Zacapa, entre los departamentos de El Progreso y Zacapa.

El Bosque Húmedo Subtropical Cálido bh-S(c), se ubica al sur de la región, en los municipios de Comapa, Jalpatagua y Conguaco principalmente, únicamente ocupa el 3% del territorio.

El Bosque Pluvial Montano Bajo bp-MB, está ubicado en la cordillera de la Sierra de las Minas en los departamentos de El Progreso y Zacapa.

³⁰ Laboratorio de información geográfica, *Mapa de zonas de vida de Holdridge de la república de Guatemala* (Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2002).



2.5.1.2-Geomorfología

Según la clasificación taxonómica de suelos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), en la Región nororiente existen siete órdenes de suelos, clasificados a nivel de reconocimiento, con predominancia de dos órdenes: los Entisoles con el 47.77% y los Inceptisoles con el 31.12%.³¹

Los Entisoles son suelos inmaduros con pocas características de diagnóstico (ausencia de horizontes de diagnóstico principalmente) y poseen bajo porcentaje de materia orgánica. Son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como, el relieve (el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (cimas de montañas y volcanes) o en partes planas. Dentro de la región, se distribuyen en todos los departamentos, con mayor presencia en Chiquimula, Jutiapa, Jalapa e Izabal.³²

Los Inceptisoles son suelos formados recientemente, con un horizonte B generalmente presente, o con otros horizontes de diagnóstico que se forman rápidamente. Son suelos incipientes o jóvenes, sin evidencia de fuerte desarrollo de sus horizontes, pero son más desarrollados que los Entisoles. Son suelos muy abundantes en diferentes condiciones de clima y materiales originarios. Se distribuyen paralelamente al valle del Motagua, en los departamentos de El Progreso, Zacapa e Izabal principalmente.³³ Los Ultisoles, los Alfisoles y los Andisoles son los otros órdenes con presencia en el área. Los Ultisoles son suelos que normalmente presentan una elevada alteración de sus materiales minerales.

31 Departamento de agricultura de los Estados Unidos, *Claves para la taxonomía de suelos: servicio de conservación de recursos naturales* (Estados Unidos de América: Departamento de agricultura de los Estados Unidos, 2006).

32 Unidad de políticas e información estratégica, *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala a escala 1:250,000: memoria técnica* (Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2000), 23.

33 UPIE-MAGA, *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala a escala 1:250,000: memoria técnica*, 25.

Presentan un horizonte interior con alto contenido de arcilla (argílico) el cual tiene baja saturación bases (menor de 35%). La mayor parte de los Ultisoles son suelos pobres debido al lavado que han sufrido. Por sus niveles de productividad que son muy bajos, demandan tecnologías no convencionales y ser manejados en forma extensiva, pero no con cultivos o actividades productivas exigentes en nutrientes. Se distribuyen dentro de la cuenca del lago de Izabal, Sierra de las Minas y en los municipios de Pueblo Nuevo Viñas y Barberena en Santa Rosa.³⁴

2.5.1.3-Topografía

La configuración física de la región nororiente va desde las zonas montañosas de la Sierra de las Minas, del centro del país y la Zona Montañosa Oriental, hasta las planicies del Valle del Motagua en el departamento de Izabal. La altitud varía de los 0 a los 3,000 metros sobre el nivel del mar, predominando un rango altitudinal de 500 a 1,000 msnm que abarca los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y el sur del Progreso con una topografía montañosa/quebrada y pendientes comprendidas entre el 25 y 75%. Los puntos de mayor altitud varían en el rango de 2,500 a 3,000 msnm y se localizan en La Sierra de las Minas (San Agustín Acasaguastlán), en Jalapa (Mataquesuintla), El Progreso y Zacapa (Parque Nacional Cerro Miramundo a 2,974msnm).³⁵

2.5.1.4-Hidrografía

La hidrografía de la región nororiente está compuesta por 11 cuencas hidrográficas principales y 715 microcuencas delimitadas,³⁶ que drenan a las tres vertientes que dividen el territorio de la república.

34 UPIE-MAGA, *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala a escala 1:250,000: memoria técnica*, 21-22.

35 SEGEPLAN, Diagnóstico territorial: región oriente, 13.

36 Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo, *Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50,000 de la república de Guatemala: método Pfafstetter* (Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2009).



Ilustración 10: Bosque espinoso. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», *La flora oriental* (septiembre 4, 2012), <http://josemata.zenfolio.com/img/s1/v57/p1096093906-4.jpg>

La vertiente del Caribe, que ocupa una extensión de 11,307.78 Km², un 66.38% del total del territorio de la Región nororiente, es la vertiente con predominancia en la región y está conformada por cuatro cuencas: La principal es la del río Motagua, que ocupa una

extensión de 8,388.44 Km², el equivalente al 49.25% de toda la Región nororiente; la cuenca del río Grande de Zacapa; la cuenca del lago Izabal – Río Dulce; y una pequeña porción de la cuenca del río Polochic que ocupa menos del 1% del territorio.³⁷

La vertiente del Pacífico, ocupa una extensión de 5,714.68 Km², un 33.54% de la Región nororiente y está conformada por seis cuencas: la cuenca del río Ostúa-Güija con una extensión de 2,170.39 Km², que ocupa un 12.74% de la región, es la cuenca predominante; la cuenca del río Los Esclavos, la cuenca del río Paz, río María Linda, y del río Paso Hondo y Olopa que representan menos del 2% del territorio. El Golfo de México, finalmente con una



Ilustración 11: Cacto. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», *La flora oriental* (septiembre 4, 2012), <http://josemata.zenfolio.com/img/s/v-3/p1096113280-4.jpg>

³⁷ Secretaría de planificación y programación de la presidencia, Banco interamericano de desarrollo, *Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala* (Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2006).

extensión poco significativa menor al 1% (11.72 Km²) con la cuenca del río Salinas/Chixoy/Negro, en El Progreso.³⁸

2.5.1.5-Flora³⁹



Ilustración 12: Manzanote. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», La flora oriental (septiembre 4, 2012), <http://josemata.zenfolio.com/img/s/v-3/p1096139760-4.jpg>

Un tipo de vegetación importante y representativa para Guatemala es el Bosque seco y Monte espinoso. Este tipo de vegetación muchas veces es menospreciado y desvalorizado por su aspecto, sin embargo una de las características más importantes, es que alberga

gran cantidad de especies endémicas. Las condiciones físicas derivadas de la geología, génesis de suelos y el clima definen un contexto ecológico, el cual explica los umbrales de distribución de las especies y que por lo tanto explican la composición.

El tipo de vegetación se caracteriza por ser un matorral o arbustal bajo y abierto con numerosos cactus y especies espinosas. El estrato leñoso es disperso, en muchas ocasiones formado por cactus arborescentes, algunos árboles



Ilustración 13: Guayacán. Fuente: «Chiquimula», Galeón Hispavista, <http://galeon.hispavista.com/tikallatinmusica/img/arbologuayacanchiquimula2.jpg>

38 SEGEPLAN-BID, Estrategia para la gestión integrada de los recursos hídricos de Guatemala.

39 Centro de estudios conservacionistas, Nature service, Políticas del suelo y de conservación de la región semiárida a nivel departamental y municipal de Guatemala: Informe final (Guatemala: Universidad de san Carlos de Guatemala, 2009).

emergen hasta quince metros de alto. Otro tipo de vegetación es el bosque seco decíduo y semidecíduo, que corresponden a los bosques latifoliados, y cubren entre 13.8 hectáreas y 30.4 hectáreas, respectivamente. Estos se encuentran especialmente en Zacapa, Jalapa, Jutiapa, Chiquimula y El Progreso. El CECON y Nature Service, explican que se desconoce la extensión original de los bosques secos, sin embargo algunos de los parches remanentes aún presentan buenas oportunidades de conservación para considerar en la identificación de nuevas áreas de protección.

Los indicadores de conectividad entre masas boscosas, fragmentación y efecto de borde, en general son bajos. En el caso de los remanentes de bosques decíduos y semidecíduos, los indicadores de conectividad con otros parches del mismo tipo de bosque, también muestran resultados bajos, pero que al encontrarse dentro de un área arbustal espinoso, es posible mantener la conectividad en la medida que se mantengan estos arbustales como corredores de ecosistemas naturales.



2.5.1.6-Clima

La Región nororiente se encuentra ubicada sobre tres regiones naturales y siete regiones fisiográficas, lo que genera una composición orográfica compleja y esto produce varios climas y microclimas, debido a la distribución de las lluvias, la variación de la temperatura, la composición geológica y los diferentes tipos de suelo de la región, que desarrollan ciertas agrupaciones vegetales en particular. Según la clasificación Thorntwaite en el territorio regional hay presencias de 9 categorías de clima. La categoría predominante es CB', con 4,570.97 Km², 26.7% del total de la región, este clima posee una jerarquía de humedad de tipo semi-seco, una jerarquía de temperatura semi-cálido y pastizal como la vegetación característica y se distribuye principalmente en Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, El Progreso y Zacapa.

No.	Símbolo	Jerarquía de humedad	Jerarquía de temperatura	Vegetación natural característica	Área en km ² en la región oriente	Porcentaje (%)
1	AA'	Muy húmedo	Cálido	Selva	402.00	2.36
2	BA'	Húmedo	Cálido	Bosque	3,480.44	20.40
3	BB'	Húmedo	Semi-cálido	Bosque	2,876.71	16.86
4	BB'2	Húmedo	Templado	Bosque	924.01	5.42
5	BB'3	Húmedo	Semi-frío	Bosque	139.62	0.82
6	CA'	Semi-seco	Cálido	Pastizal	3,877.52	22.73
7	CB'	Semi-seco	Semi-cálido	Pastizal	4,570.97	26.79
8	CB'2	Semi-seco	Templado	Pastizal	129.58	0.76
9	DA'	Seco	Cálido	Estepa	660.87	3.87

Tabla 4- Tipos del clima (carácter del clima) en la región oriente, según Thornwaite. Fuente: MAGA-ESPRED, 2000.

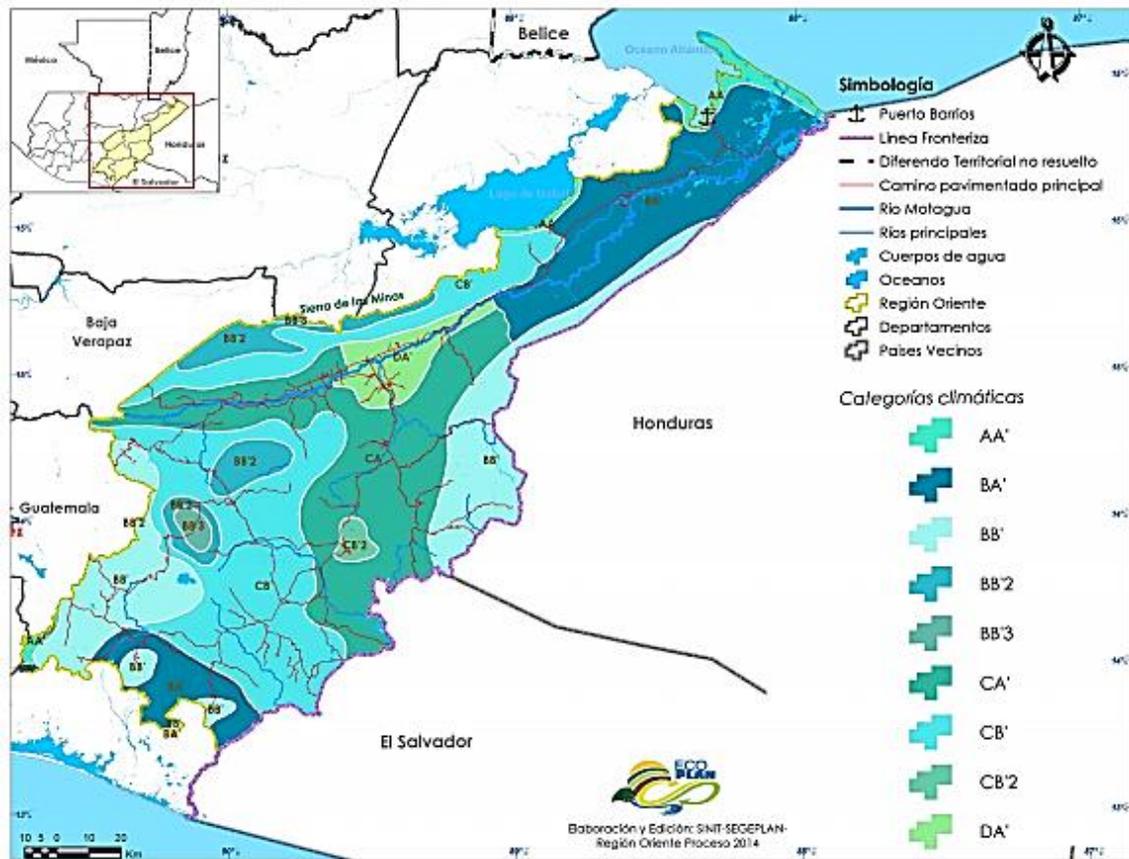


Ilustración 14: Climas de la región oriente, según Thornwaite. Fuente: SINIT, SEGEPLAN, 2014.

2.5.1.7-Viento

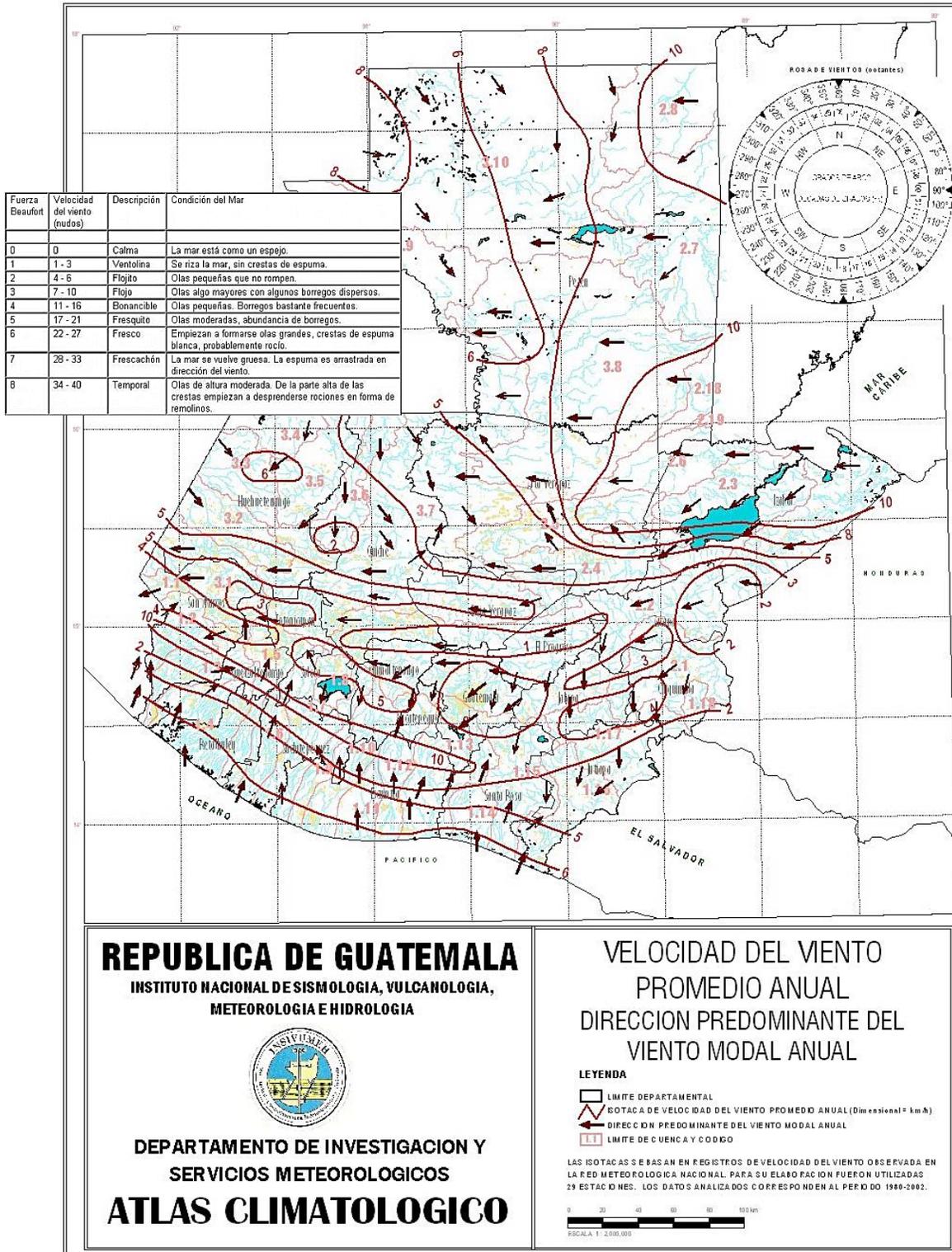


Ilustración 15: Velocidad del viento: promedio anual. Fuente: Departamento de investigación y servicios meteorológicos, INSIVUMEH, 2015.

2.5.1.8-Humedad

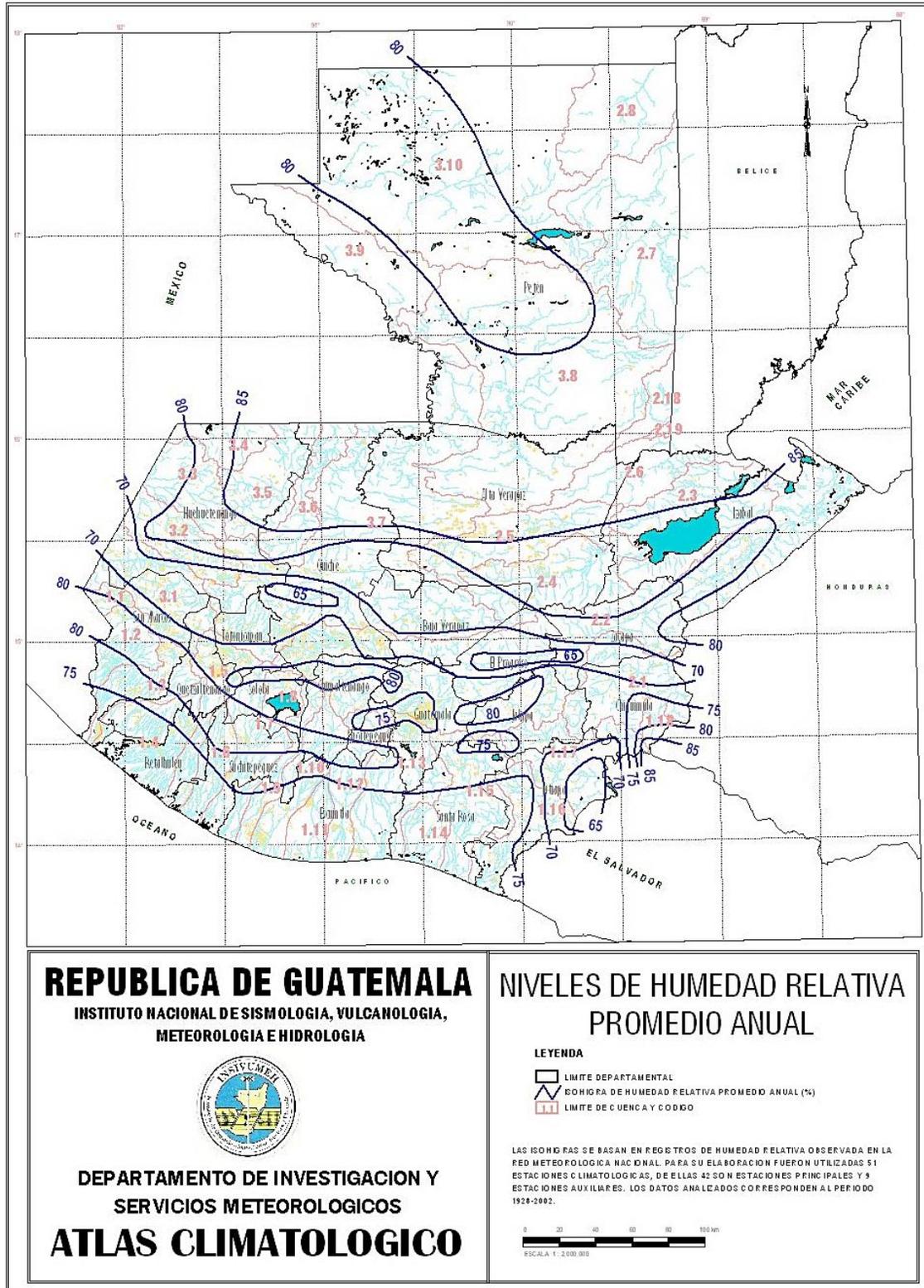


Ilustración 16: Niveles de humedad relativa promedio anual. Fuente: Departamento de investigación y servicios meteorológicos, INSIVUMEH, 2015.

2.5.1.9-Precipitación⁴⁰

En relación a la precipitación pluvial, existe un fenómeno orográfico que da origen al “Corredor Seco”, que se identifica en el mapa 13 con la menor precipitación, < 1,000 mm/anuales; se trata de un valle intermontano o depresión que se ubica entre las formaciones montañosas comprendidas por la Sierra de las Minas, que divide a la región de la Franja Transversal del Norte (FTN), con la Región nororiente; luego la cadena Volcánica en los departamentos de Santa Rosa y Jalapa y la Sierra del Merendón que divide Guatemala y Honduras. Estas cadenas montañosas evitan que el vapor de agua proveniente del océano Atlántico, Pacífico y del Golfo de México se pueda desplazar a la región del Corredor Seco y pueda precipitar, por lo tanto se crea un déficit de precipitación y humedad en el área, que da origen a amenazas como la sequía.

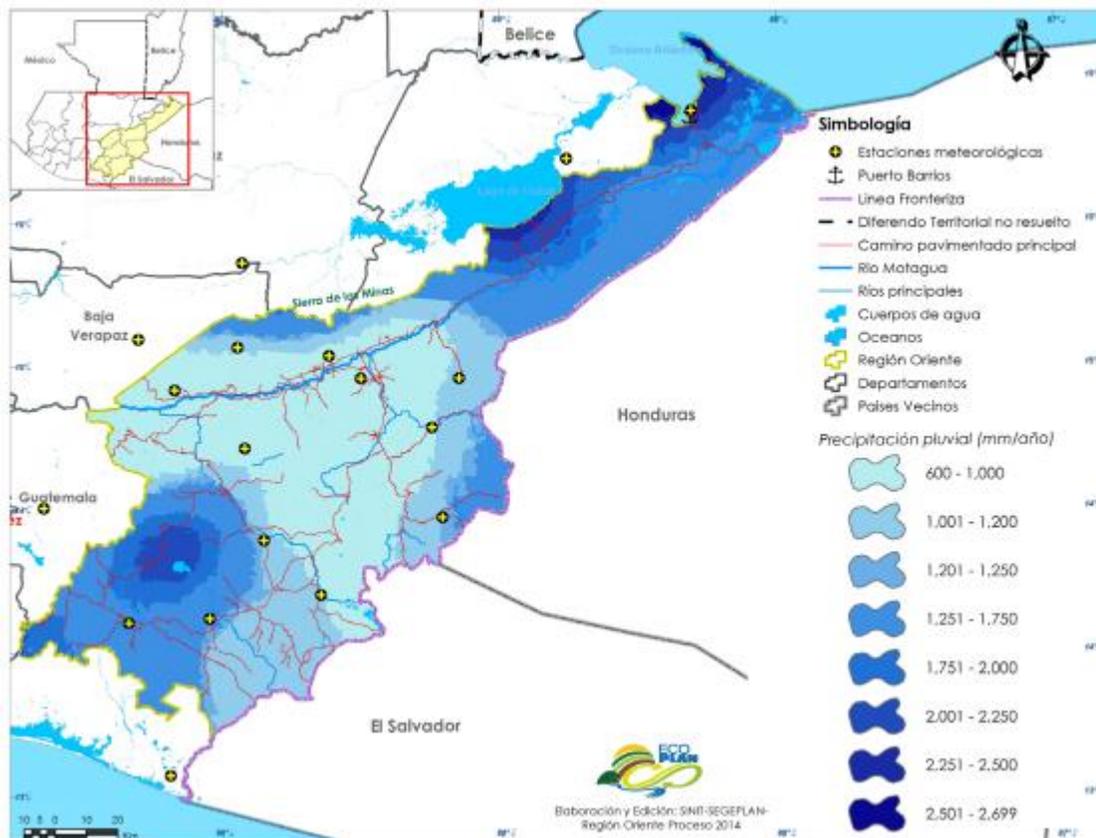


Ilustración 17: Precipitación total anual de la región oriente. Elaborado por el SINIT, SEGEPLAN, 2014.

40 SEGEPLAN, *Diagnóstico territorial: región oriente*, 28.

En contraste al Corredor Seco, se identifican algunas áreas dentro de la Región nororiente, que presentan alta precipitación pluvial a lo largo del año. Zonas en los municipios de Los Amates, Morales y Puerto Barrios en el departamento de Izabal cercanos al océano Pacífico, que presentan precipitaciones medias anuales de hasta 2,700 mm; y la zona comprendida entre los municipios de Casillas, San Rafael Las Flores, San Carlos Alzatate y Mataquescuintla en el departamento de Jalapa con precipitaciones entre 2,000 y 2,250 mm anuales.

2.5.1.10-Temperatura

La temperatura promedio mensual en la Región nororiente está marcada por tres zonas en particular. La zona de Los Amates, Morales y Puerto Barrios, en Izabal, que junto a los municipios de Jerez y Conguaco, en Jutiapa, presentan temperaturas promedio más altas, sobre los 25°C; la zona de Mataquescuintla,

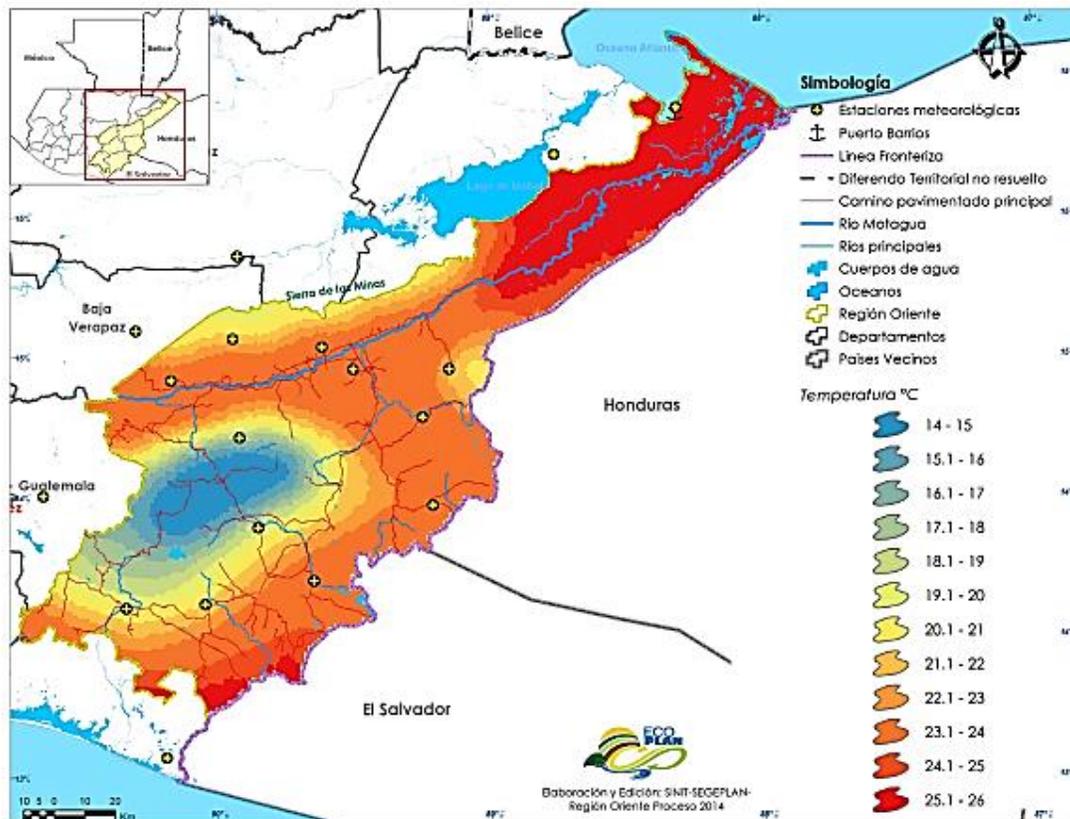


Ilustración 18: Temperatura media mensual de la región oriente. Elaborado por el SINIT, SEGEPLAN, 2014.

Jalapa y San Pedro Pínula, Jalapa, es el área que presenta temperaturas promedio más bajas, entre 14 y 15°C.

La última zona, conformada por los municipios del corredor seco, departamentos de Jutiapa, Chiquimula, Zacapa y El Progreso en su mayoría, presentan temperaturas promedio mensual entre 22 y 25 °C.

2.5.2-Aspectos culturales

2.5.2.1-Chiquimula⁴¹

Chiquimula centro de religiosidad centroamericana, se encuentra en la ruta que desde hace siglos se utilizó para trasladarse a Honduras, Puerto Barrios y a la ciudad de Santiago de los Caballeros (hoy La Antigua Guatemala), razón por la cual se convirtió en un punto importante para el comercio y el peregrinaje, desde México hasta Costa Rica, por albergar en su territorio la imagen del Cristo Negro. Esto permitió al departamento tener un desarrollo especial en la época colonial.

La convergencia de varias culturas dio paso a un sincretismo religioso y cultural que se fundamenta en la diversidad. El lugar fue habitado desde tiempos prehispánicos por los ch'orti'es, que estaban bajo el dominio de Copán, hoy territorio hondureño. Así lo prueban los sitios arqueológicos que se encuentran en el territorio: San Esteban, La Vegona, Obraje, Tierra Colorada y otros que no han sido muy explorados debido a que algunos terrenos se encuentran en propiedad privada.

En la Basílica de Esquipulas puede apreciarse en los rezos, penitencias, candelas y agradecimientos el gran fervor religioso que motiva la imagen del Cristo Negro. Cerca del lugar también se pueden presenciar rituales de origen maya realizados en varios altares, entre ellos, La Piedra de los Compadres.

⁴¹ Elsa Robles, «Chiquimula y su cultura», *deGuate.com* (13 de febrero de 2013[citado el 17 de octubre de 2017]): disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/cultura-cultura-guatemala/chiquimula-y-su-cultura.shtml>

El 15 de enero se conmemora al Cristo Negro de Esquipulas, y esta ciudad alberga a miles de peregrinos y turistas que visitan la basílica y la feria, donde se pueden adquirir recuerdos, tejidos de algodón, sombreros, candelas y otras curiosidades. Es tal la afluencia de peregrinos que muchos no encuentran hospedaje en hoteles o pensiones, por ello acampan en las afueras del templo y en las calles aledañas, en pequeñas champas que ellos mismos fabrican.

Las fiestas tradicionales se organizan a través de las cofradías, que actualmente también son llamadas "mayordomías". Estas se encargan de preservar las tradiciones y conservar la solemnidad de las mismas. Durante las fiestas patronales se realizan bailes acompañados de música de marimba, siendo el baile de Moros y cristianos el más reconocido.

También destaca la fiesta que se realiza en San Juan Ermita en honor al santo patrono del pueblo, San Juan Bautista. En esta fiesta, las corridas o haladas de gallos o patos son una tradición que se mantiene firme entre los pobladores.

Otro elemento distintivo de Chiquimula es la tradición oral, formada de relatos que los ancianos o "padres de la casa" suelen contar para entretener a la gente en las novenas, rezos y demás reuniones.

Los días de mayor actividad social y comercial son los jueves y domingos, días de mercado en Esquipulas, Ipala y Chiquimula.

2.5.2.2-El Progreso⁴²

El Progreso es un departamento de diversas características orográficas, las cuales hacen que la sociedad tenga una gran variedad de costumbres. Su ambiente semiárido y caluroso contrasta con los territorios colindantes de las Verapaces y el departamento de Guatemala. Por ello, la región se asocia más con el oriente del país que con la región central, a la que pertenece.

⁴² Elsa Robles, «Cultura de El Progreso», *deGuate.com* (4 de febrero de 2013[citado el 17 de octubre de 2017]): disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/cultura-cultura-guatemala/cultura-de-el-progreso.shtml>

Debido a la transculturación, en la actualidad sólo se habla el idioma español y a diferencia de otras regiones del país sus habitantes no visten traje típico.

El Progreso se encuentra en la ruta que conduce al océano Atlántico, por lo cual ha sido visitado durante años por habitantes de diferentes regiones del país. Las construcciones fueron destruidas casi en su totalidad por el terremoto de 1976. Sin embargo, a partir de ese momento ha presentado un crecimiento importante en el aspecto económico y poblacional.

La fiesta titular de la cabecera departamental se celebra el 15 de enero, en honor al Cristo Negro, pues El Progreso perteneció a Chiquimula y Jalapa, antes de quedar establecido como departamento.

En dicha fiesta se realizan diversas actividades que reflejan el fervor religioso y la vida social a través de juegos, ferias, bailes, rezos y misas.

Como testigos del tiempo se mantienen las iglesias de San Agustín y San Cristóbal Acasaguastlán, muestras de gran talento arquitectónico, que se refleja sobre todo en los detalles de retablos e imágenes de los siglos XVI y XVII. No obstante, en la actualidad su estilo contrasta con el desarrollo que presentan las cabeceras municipales.

Algo importante de mencionar es el descubrimiento del Vaso Esculpido de Guastatoya, interesante cerámica maya procedente del siglo VII de la era cristiana.

2.5.2.3-Izabal⁴³

La dinámica cultural de Izabal es bastante diferente a la del resto del país. Su proceso histórico ha diferido por completo, a pesar de que su importancia ha sido determinante para el desarrollo de Guatemala.

⁴³ Elsa Robles, «Cultura de Izabal», *deGuate.com* (31 de enero de 2013[citado el 17 de octubre de 2017]): disponible en <http://www.deguate.com/artman/publish/cultura-cultura-guatemala/cultura-de-izabal.shtml>

Izabal alberga uno de los vestigios mayas más importantes del período clásico, como lo es el sitio arqueológico Quiriguá, que es la mejor prueba del arte y el avance tecnológico alcanzado por la cultura maya, y que hoy es testimonio de un pasado majestuosos que se asentó en el lugar.

Por otro lado el elemento que más salta a la vista en el aspecto cultural es la presencia de la comunidad lingüística garífuna, que habita las costas del Atlántico en Honduras, Guatemala y Belice, cuyo origen proviene de la mezcla de nativos de las islas del Caribe, nativos sudamericanos y africanos traídos por los conquistadores al continente americano. Para liberarse de la esclavitud y huyendo de sus opresores, los garinagu (plural de garífuna) arribaron a tierras hondureñas, desde donde se extendieron a lo largo de la costa. Su asentamiento en Livingston es significativo para la cultura del departamento, pues sus tradiciones y su forma de vida conservan rasgos de las culturas africanas y de las islas del mar Caribe.

En Izabal se conocen más las hermandades que las cofradías, ya que la cultura garífuna, grupo dominante en esta región costera, reconoce tradicionalmente el concepto de hermandad para la organización de sus festividades, debido a su propio proceso histórico sociocultural.

La comunidad garífuna en especial, le ha otorgado ancestralmente importancia al papel de la mujer en la toma de decisiones y conducción del hogar y la comunidad. Debido a la dinámica social contemporánea el papel masculino cobró importancia, aunque por emigrar ellos a otras latitudes, las mujeres ejercen el rol preponderante en la comunidad.

Las hermandades garífunas son de orden católico, las cuales se organizan para celebrar la fiesta de su santo patrón y suelen recaudar fondos a través de rifas, contribuciones de sus miembros y donaciones de particulares.



2.5.2.4-Zacapa⁴⁴

Por su clima, los españoles se asentaron desde la época colonial y la presencia indígena es poco común, sus habitantes son en mayoría descendientes mestizos de españoles. Aunque como parte de Guatemala tienen su traje típico que los identifica. Por la presencia de un pequeño grupo de xincas en sus aldeas aledañas a los departamentos de Jutiapa y Jalapa.

Como efecto de la presencia de los españoles en la región oriental de Guatemala, durante los siglos XVII al XVIII, es el español el idioma general, sin embargo, existe un porcentaje de la población, que por influencia y cercanía de municipios y aldeas del departamento de Chiquimula se comunican en dialecto Chortí, el cual es originario, de Chiquimula.

2.5.3-Aspectos demográficos

Al 30 de Junio de 2013, según las proyecciones de población, el número de habitantes del departamento fue de 228,810, representando el 1.5% de la población total, estimada para ese año en 15, 438,383.

Del total de la población, 47.8% son hombres y 52.2% son mujeres. A nivel nacional el porcentaje de población que se identifica como indígena es de 40%, en tanto que para el departamento de Zacapa es de 0.9%.

El departamento es mayoritariamente rural debido a que el 56.9% de la población habita en esta área.

La edad mediana es la edad que divide a la población en dos grupos numéricamente iguales, es decir, la mitad de la población tiene menos edad y la otra mitad tiene más

⁴⁴ Guatemala en USA, «Conozcamos algo de las tradiciones y cultura de Zacapa», (9 de julio de 2016[citado el 17 de octubre de 2017]): disponible en <https://www.emisorasunidasguatemalausa.com/single-post/2016/07/31/CONOZCAMOS-ALGO-DE-LAS-TRADICIONES-Y-CULTURA-DE-ZACAPA>

edad que la mediana. En 2013 la edad mediana del departamento fue de 19 años, mayor al promedio nacional que fue de 17 años.

Según las proyecciones de población del departamento de Zacapa para 2013, los dos municipios con mayor cantidad de población son: Zacapa y Gualán; mientras que el municipio con menor población es: Huité.⁴⁵

⁴⁵ Sistema Estadístico Nacional, *Caracterización departamental, Zacapa 2013* (Guatemala: Instituto Nacional de Estadística, 2014) 14-25.









Capítulo 3



3.1-

Casos de estudio

3.1- Casos de estudio

El desarrollo del total del proyecto se ha dividido en dos partes diferenciándose en su diseño como infraestructura aérea e infraestructura terrestre. El interés de este proyecto es el análisis y desarrollo de la infraestructura aérea que comprende todas las áreas que involucran tránsito de aeronaves y todos los espacios que tienen contacto con los aviones exceptuando la terminal de pasajeros que, forma parte de la infraestructura terrestre.

3.1.1- Aeropuerto internacional “La Aurora”, Guatemala

Este aeropuerto ha funcionado desde 1938 teniendo mejoras y ampliaciones considerables en 1942, en 1968 con la ubicación de la terminal en donde se encuentra actualmente y en 2008 cuando se amplió el área de pasajeros.⁴⁶

3.1.1.1- Aspectos funcionales

El aeropuerto actualmente cuenta con una sola pista de despegue y aterrizaje de 2 mil 990 metros de longitud (ver figura 1). Esta dimensión es general pues se deben cumplir con ciertos requisitos establecidos por la Organización de aviación civil internacional (OACI) que es una organización que forma parte de las Naciones unidas



Ilustración 19: Dimensiones generales de pista AILA. Fuente: Google Earth, 2016.

⁴⁶ Frieda Liliana Morales Barco, «Construcción del aeropuerto internacional La Aurora», *Barrio querido* (agosto de 2008 [citado el 19 de septiembre de 2016] Municipalidad de Guatemala): disponible en <http://cultura.muniguate.com/index.php/section-table/43-fincaaurora/168-construccionaerouerto>

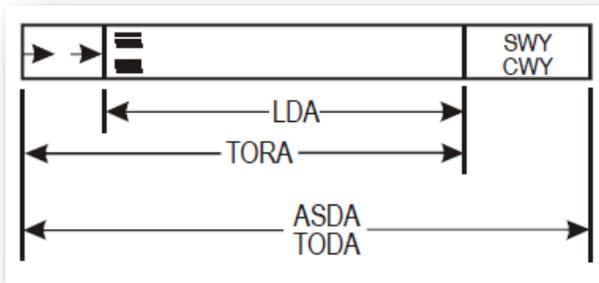


Ilustración 20: Distancias declaradas. Fuente: Organización de aviación civil internacional, Manual de diseño de aeródromos (Quebec: International Civil Aviation Organization, 2006), 21.

obstáculos (CWY) que además tiene uso como zona de parada (SWY). Al observar la pista podemos darnos cuenta que el diseño respeta las reglamentaciones internacionales pues, su configuración es una clara representación del caso 3-1F del Manual de diseño de aeródromos de la OACI (ver figura 2). Todas las pistas se diseñan con dimensiones a nivel del mar y luego deben ajustarse según los requerimientos internacionales pues todas las condiciones climáticas en el mundo son diferentes y afectan al desempeño de los aviones. Al revisar esto la pista de aterrizaje tiene una longitud de 2 mil 100 metros y el requerimiento de despegue real es de 2 mil 500 metros.

El ancho de la pista es de 60 metros. La información obtenida nos permite saber que las aeronaves más grandes que pueden aterrizar en este aeropuerto son Boeign

(ONU) y que busca el desarrollo de la aviación a nivel mundial. La pista se encuentra inclinada en rumbo $17^{\circ} 27' 35''$ NE. Dentro de la longitud de pista debemos tomar en cuenta también que existe una zona libre de



Ilustración 21: Calles de rodamiento. Fuente: Google Earth, 2016.

B757-300 por las condiciones.⁴⁷

Para las calles de rodamiento se debió considerar la envergadura de los aviones para dejar el área libre en todo momento y para los anchos de calle se debieron tomar en cuenta los anchos a la parte exterior de los trenes de aterrizaje, en este aeropuerto no deberían existir calles de rodamiento menores a 8.60 metros.

3.1.2- Aeropuerto internacional de Tocumen, Panamá

El Aeropuerto Internacional de Tocumen, fue construido a inicios de la década del setenta, bajo la iniciativa del General Omar Torrijos, con una capacidad inicial de 1.5 millones de usuarios, sin embargo, desde entonces el movimiento de pasajeros ha aumentado; y hoy día se atiende en el importante terminal más de 13.4 millones de viajeros.⁴⁸



Ilustración 22: Dimensiones generales de pista Tocumen. Fuente: Google Earth, 2016.

3.1.2.1- Aspectos funcionales

El aeródromo cuenta con dos pistas pero, en la actualidad solo una funciona a toda su capacidad pues existen ampliaciones en las terminales aéreas que limitan el nivel de atención que una de estas puede proporcionar. La pista uno está construida con concreto armado y tiene una longitud total de 3 mil 50 metros. Esta pista

⁴⁷ OACI, *Manual de diseño de aeródromos*, 56.

⁴⁸ Tocumen, Aeropuerto internacional, «Historia», *Quiénes somos* (2016[citado el 19 de septiembre de 2016] Tocumen aeropuerto internacional): disponible en <http://www.tocumenpanama.aero/index.php/nosotros/historia>

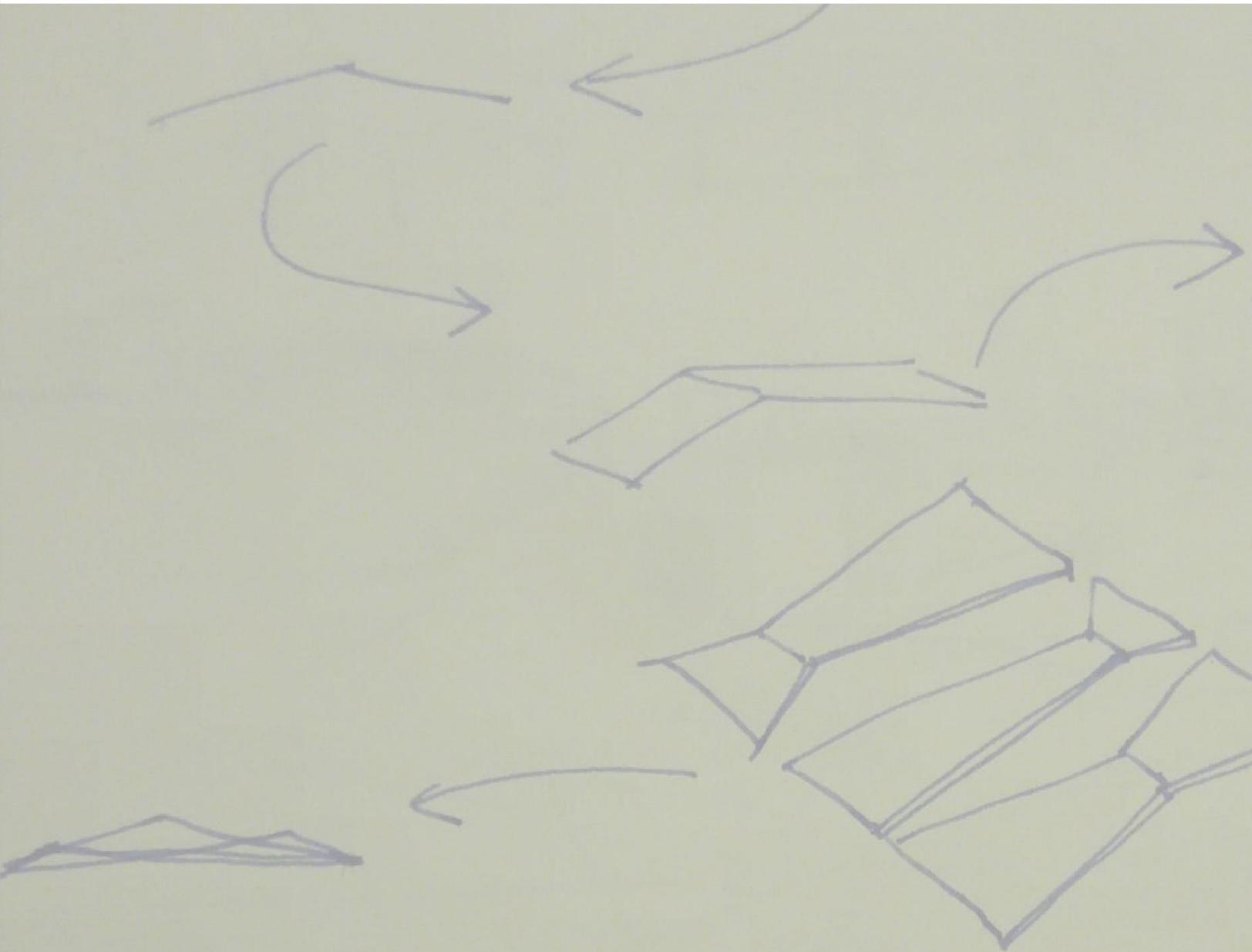
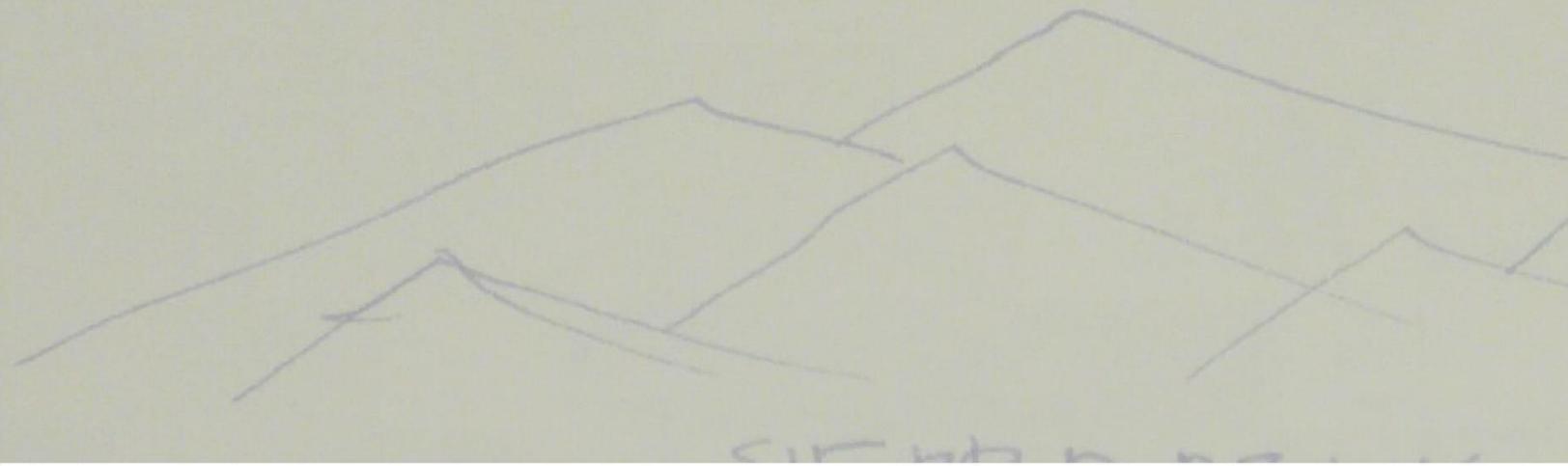
funciona ininterrumpidamente las 24 horas. La pista dos tiene una longitud de 2 mil 682 metros y está construida con asfalto flexible.⁴⁹ Ambas pistas tienen una anchura de 60 metros. La orientación de las dos pistas tiene cierta variación, la pista uno se encuentra en rumbo 29° 20' 9" NE y la pista dos se encuentra en rumbo 28° 57' 1".

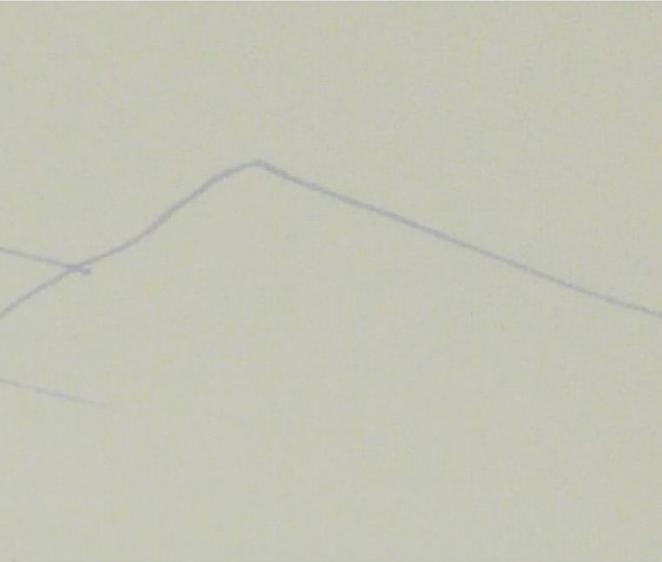


Ilustración 23: Calles de rodamiento. Fuente: Google Earth, 2016.

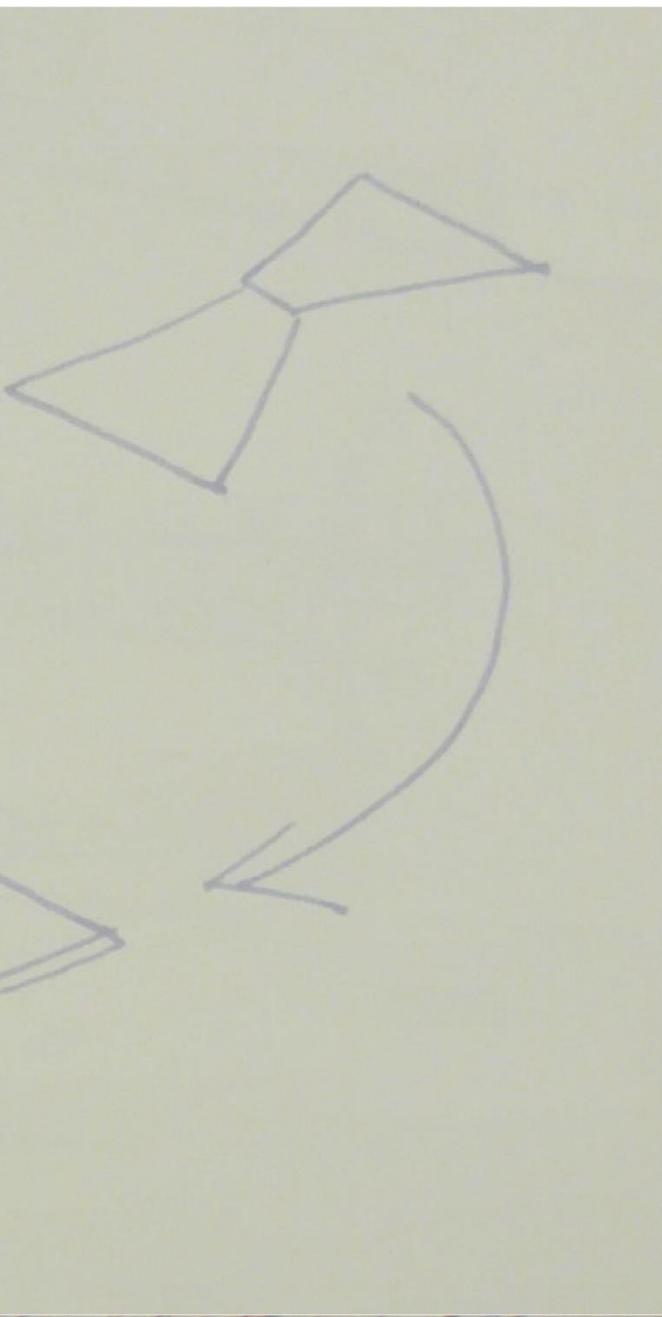
Las calles de rodamiento tienen un ancho de 30 metros lo cual permite a prácticamente cualquier aeronave transitar sin ninguna complicación. Este aeropuerto puede recibir aviones como el Boeing B747-SR según sus características y las necesidades específicas de las aeronaves.

⁴⁹ Tocumen, Aeropuerto internacional, «Pistas», *Datos técnicos* (2016[citado el 19 de septiembre de 2016] Tocumen aeropuerto internacional): disponible en <http://www.tocumenpanama.aero/index.php/datos-tecnicos>





Capítulo 4



- 4.1- Análisis de sitio
- 4.2- Premisas de diseño
- 4.3- Proceso de diseño

4.1-Análisis de sitio

4.1.1-Selección del sitio

4.1.1.1-Localización del terreno

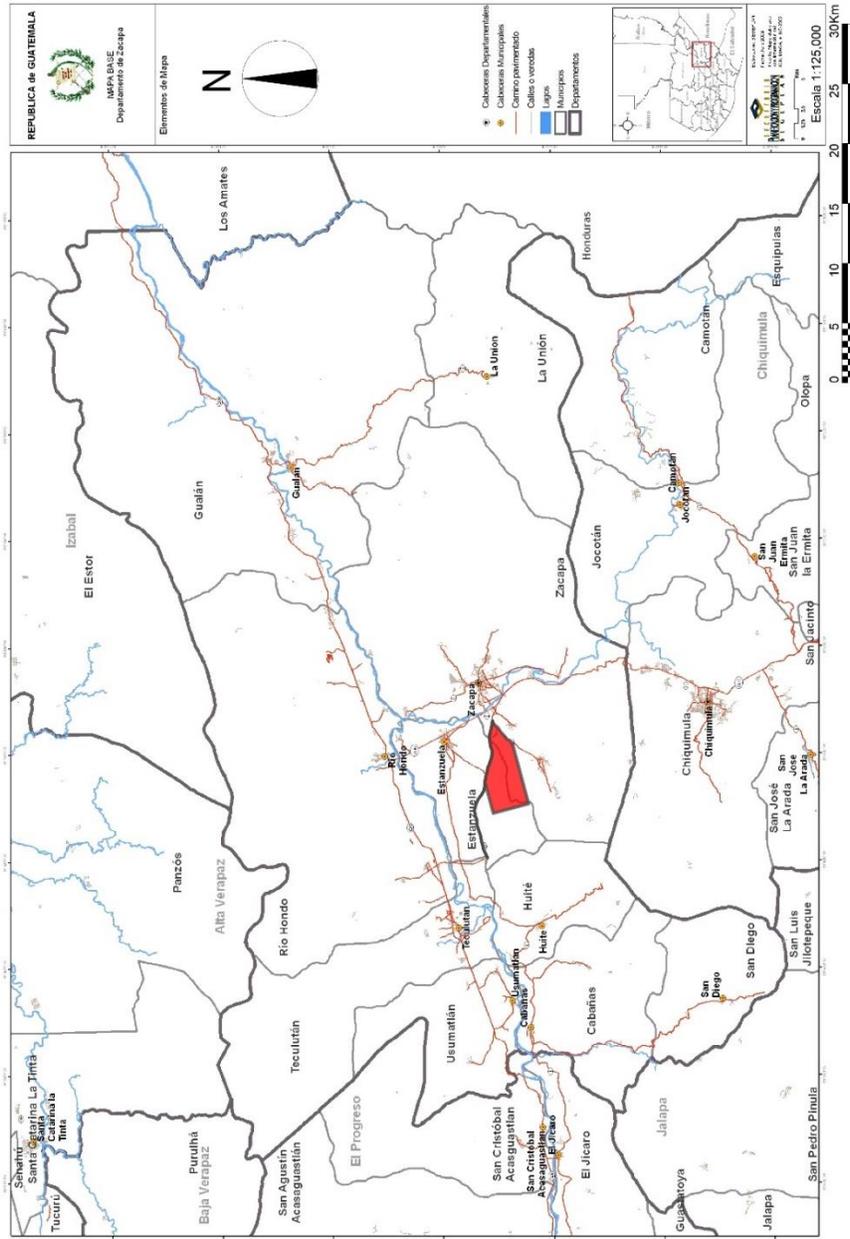


Ilustración 24: Localización del terreno. Fuente: elaboración propia. Plano base: SEGEPLAN, 2009.

4.1.1.2-Ubicación del terreno

El terreno se encuentra en el municipio de San Jorge del departamento de Zacapa. Se puede llegar a él, tomando desde la Ciudad de Guatemala, la carretera CA-9 Norte. Ubicado a 144 kilómetros de la ciudad, el terreno cuenta con vías de acceso directas por la Ruta Departamental 8 (RD-8), la Ruta Nacional (RN-20) y la carretera Centroamericana 10 (CA-10).

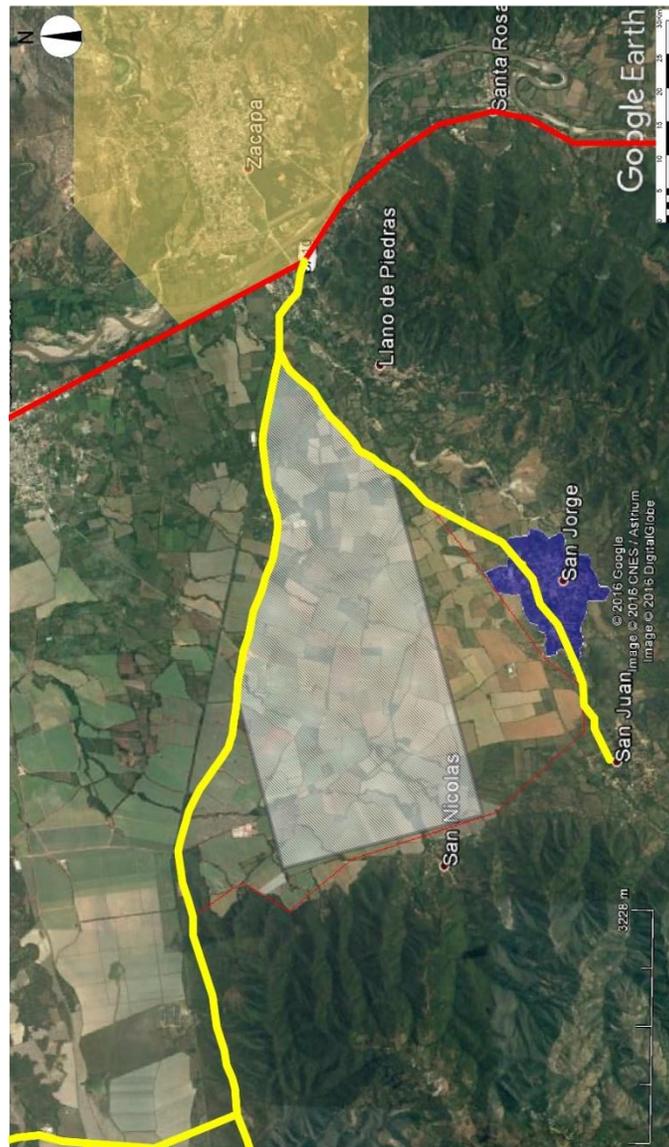


Ilustración 25: Ubicación del terreno. Fuente: Elaboración propia. Plano base: Google Earth, 2017.

4.1.2-Uso del suelo

Actualmente el terreno se utiliza para el agro, siembra y cosecha de melones y sandías, la cual es la actividad económica que más existe dentro de la zona oriente del país y representa un 40% de la actividad económica que se desarrolla en el departamento de Zacapa.



Ilustración 26: Acceso al terreno, RD-8. Fuente: elaboración propia.

La pista de despegue y aterrizaje del aeródromo debe emplazarse tomando en cuenta la existencia de las áreas que en la actualidad se encuentran pobladas, como es el caso de la ciudad de Zacapa y la cabecera municipal de San Jorge.

También debemos considerar el desarrollo de un plan que permita dirigir el crecimiento de estos centros urbanos cercanos que protejan las zonas de seguridad del aeropuerto y permitan un desarrollo controlado, sobre todo de la vivienda pues, esta es la que más sufriría por los sonidos que emiten los aeroplanos.



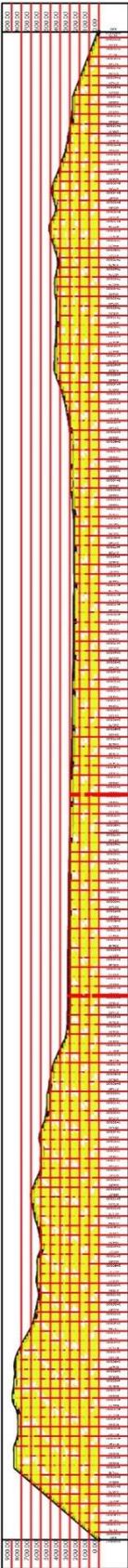


Ilustración 28: Perfil del terreno. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 27: Perfil del terreno. Fuente: Elaboración propia



4.1.3-Infraestructura existente

4.1.3.1-Energía eléctrica

Energuate provee energía principalmente a los departamentos de Zacapa, El Progreso, Jalapa e Izabal. Es proveída de energía por complejos energéticos como el Eólico San Antonio el Sitio, en Villa Canales, Guatemala.⁵⁰

4.1.3.2-Telefonía

La región cuenta con servicios de telefonía fija que provee A-TEL, BNA, COMCEL, TELEFÓNICA, TELGUA, luego en la telefonía móvil cuenta con los servicios de TELEFÓNICA, COMCEL y TELGUA.⁵¹

Según estadísticas de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SIT), la región nororiente cuenta con 89 mil 639 servicios de telefonía fija activos hasta el 2015⁵² y en la telefonía móvil no se cuenta con estadísticas pertinentes sobre los servicios contratados en la región por lo que no se puede conocer la cantidad exacta de dispositivos que operan dentro de la zona.

4.1.3.3-Agua pluvial

En la actualidad no se cuentan con proyectos estatales que se concentren en la recolección y utilización del agua de lluvia y tampoco se cuenta con información de la existencia de proyectos particulares o privados por lo que, podemos suponer que no existe ningún tipo de recolección de agua de lluvia y que se desperdicia mucha que podría beneficiar en los tiempos de sequía que azota al oriente del país todos los años.

4.1.3.4-Drenajes

Son pocas las áreas que cuentan con servicios de drenajes de aguas negras, muchos de los trabajos de alcantarillado que se realizan son para la conducción de

50 «Distribuidora de electricidad de oriente», *Wikiguate* (mayo 7, 2015 [citado el 4 de septiembre de 2016]): disponible en <http://wikiguate.com.gt/distribuidora-de-electricidad-de-oriente/>

51 Superintendencia de telecomunicaciones, *Boletín estadístico* (Guatemala: Superintendencia de telecomunicaciones, 2015), 7.

52 SIT, *Boletín estadístico*, 20-28.

las aguas grises. Las aguas negras en general y por tradición, suelen disponerse en pozos ciegos particulares que luego de llenarse o cumplir su tiempo de vida se sellan y se construye uno nuevo dentro del mismo terreno hasta que se repite el ciclo.

4.1.3.5-Vías de comunicación

Dentro de la región se cuentan con carreteras de diferentes tipos y calidades. La más importante es la carretera interamericana CA-1 Oriente que comunica del departamento de Guatemala a El Salvador, luego vemos la carretera CA-9 Norte que comunica del departamento de Guatemala a Puerto Barrios en Izabal. Estas dos carreteras que son las más importantes en la región.

Pasando a la siguiente clasificación encontramos las rutas nacionales que se identifican en la clasificación por sus siglas RN. Vemos también la existencia de rutas departamentales, RD por sus siglas y algunos caminos de terracería que aún no cuentan con una clasificación establecida. Todo esto es ajeno a la nomenclatura interna que se maneja en cada municipio respecto a sus calles, avenidas, bulevares, calzadas, etcétera.

4.1.4-Análisis del predio

4.1.4.1-Accidentes geográficos

El predio se encuentra encerrado por accidentes geográficos que se deben considerar al momento del emplazamiento del proyecto dentro del mismo pues, estos podrían representar un reto en la maniobrabilidad de las aeronaves. Seis kilómetros al



Ilustración 29: Ingreso por RD-8. Fuente: elaboración propia.



norte encontramos el río Motagua; dos kilómetros al este el río Grande; al oeste el cerro Tres Pinos.

Las pendientes máximas que encontramos en el terreno se encuentran en el rango del 2% al 7%.



Ilustración 30: Análisis de pendientes. Fuente: elaboración propia.



4.2- Premisas de diseño

4.2.1- Premisas funcionales

Descripción

Zonificación

Organizar las áreas por su relación con el movimiento de aeronaves y control de tráfico aéreo.

Gráfica



Ilustración 31: Zonas de los aeródromos. Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/leccion1familiarizacionconelaerodromo2012-140514170138-phpapp01/95/familiarizacin-con-el-aerodromo-2012-10-638.jpg?cb=1400086984>

Orientación

La pista deberá orientarse de forma paralela a los vientos dominantes.



Ilustración 32: Orientación del aeropuerto de Barcelona. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d0/LEBL_Layout.svg/300px-LEBL_Layout.svg.png



Proximidad de instalaciones de emergencia

Todas las instalaciones de emergencia (bomberos, policía, torre de control, etc.) deberán ubicarse a no más de 250 metros del eje de la pista de aterrizaje.



Ilustración 33: Instalaciones de emergencia en aeródromos. Fuente: http://3.bp.blogspot.com/-h23W3GzTn2U/TeOyQD-BIbl/AAAAAAAAAFdM/m4CIQ2PJ4po/s1600/DSCN1912conv_057.jpg

Seguridad

Dirigir y restringir el flujo de las aeronaves y vehículos de emergencia en el aeródromo para evitar la intersección de circulaciones entre vehículos.

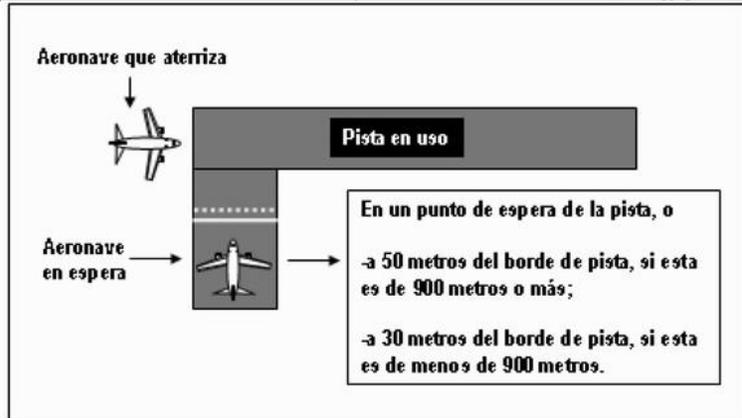


Ilustración 34: Señalización en aeródromos. Fuente: http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/r10-rd57-2002.l4t1.html

4.2.2- Premisas morfológicas

Descripción

Acceso

Crear énfasis visual en los ingresos a los edificios a través de un monumento o elemento llamativo.

Gráfica

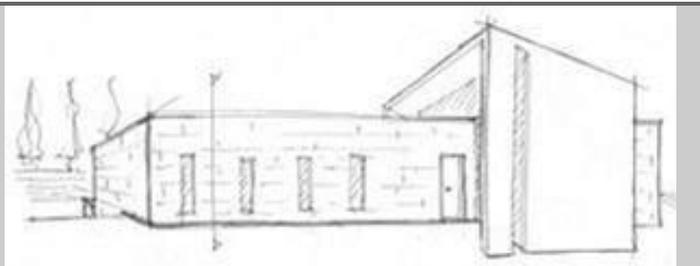
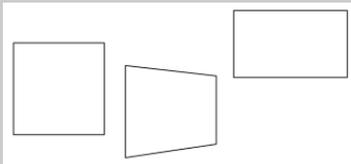
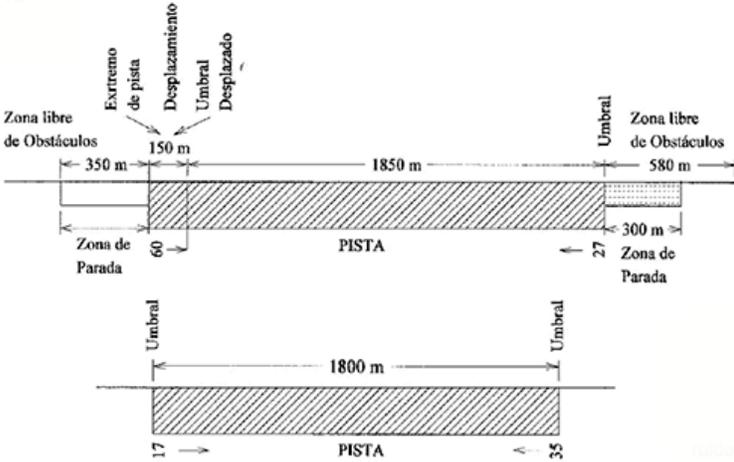
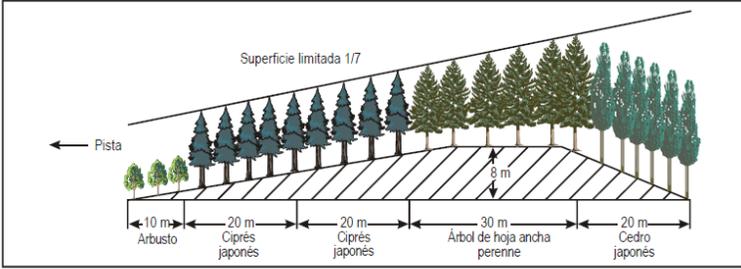


Ilustración 35: Fachada Fuente: <http://www.imagenzone.net/>

<p>Formas Uso de formas sencillas para facilitar la estructuración, el cuidado de los detalles y la distribución de los sistemas mecánicos.⁵³</p>	 <p>Ilustración 36: Formas Fuente: Elaboración propia</p>
<p>Dimensión de la pista La pista se deberá calcular utilizando el método normado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).</p>	 <p>Ilustración 37: Longitud de pista. Fuente: http://www.pasionporvolar.com/wp-content/uploads/2016/08/pistas-de-los-aeropuertos-6.gif</p>

4.2.3- Premisas ambientales

<p>Descripción Vegetación⁵⁴ Los árboles que se utilizarán tendrán las siguientes características: Apropriadadas a las condiciones climáticas. Rápido crecimiento, copa densa, que no pierda hojas con el paso de las estaciones. No contribuyan a aumentar el peligro aviario. De poco mantenimiento (poco propensas a enfermedades y ataques de insectos).</p>	<p>Gráfica</p>  <p>Figura 3-1. Corte transversal de un bosque de insonorización</p> <p>Ilustración 38: Organización de aviación civil internacional, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2 (Montreal: International Civil Aviation Organization, 2009), 23.</p>
--	--

⁵³ White, Edward T. *Sistemas de ordenamiento*. México.

⁵⁴ Organización de aviación civil internacional, *Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2* (Montreal: International Civil Aviation Organization, 2009), 22.

Puedan crecer con aguas residuales tratadas producidas en el aeropuerto.

Insonorización de los edificios⁵⁵
 Los edificios deberán ser herméticos para atenuar el ruido que generan las aeronaves.

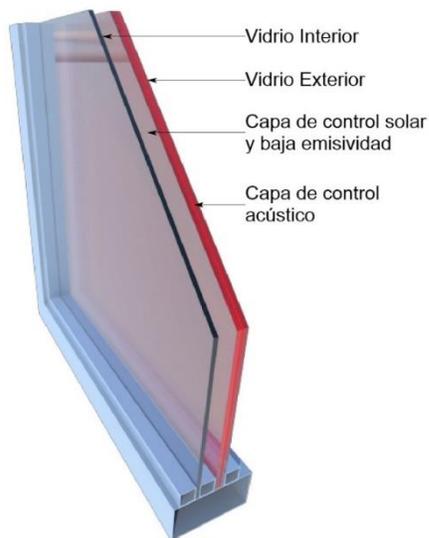


Ilustración 39: Elaboración propia en base a Alusistema, 2014. Disponible en <http://alusistema.com/carpinteria-aluminio/en/portfolio/cristal-inteligente-acustico/>

Reutilización del agua⁵⁶
 Se recolectarán y tratarán las aguas servidas para el uso en el riego de las barreras acústicas vegetales.

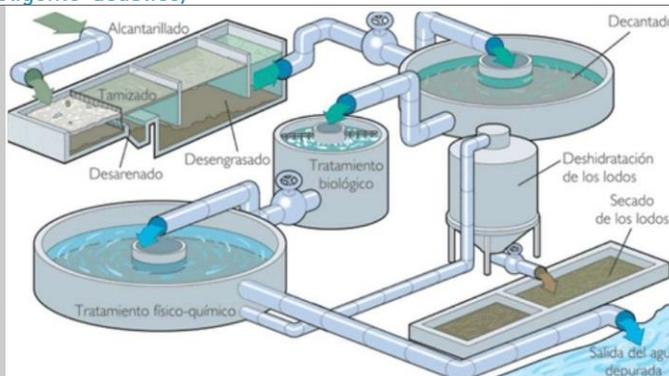


Ilustración 40: Tratamiento de aguas servidas. Fuente: Cyclus ID, 2017: disponible en <https://image.slidesharecdn.com/tratamientoprimariodeaguasresiduales-120326201443-phpapp02/95/tratamiento-primario-de-aguas-residuales-2-728.jpg?cb=1333522313>

⁵⁵ OACI, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2, 57.

⁵⁶ OACI, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2, 25.



Protección de fachadas

Se colocará una piel en las fachadas críticas para minimizar la incidencia solar.

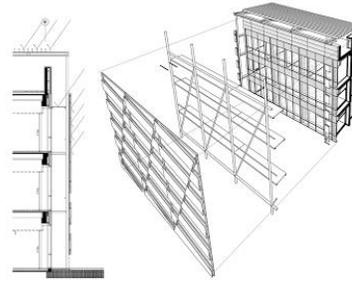


Ilustración 41: Doble piel. Fuente: <https://mrmannoticias.blogspot.com/2009/07/doble-piel-arquitectura-responsable.html>

Reutilización de los residuos orgánicos⁵⁷

Se debe plantear un programa interno que ponga en práctica la 4R (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar), comenzando con la transformación de los desechos orgánicos en abono.

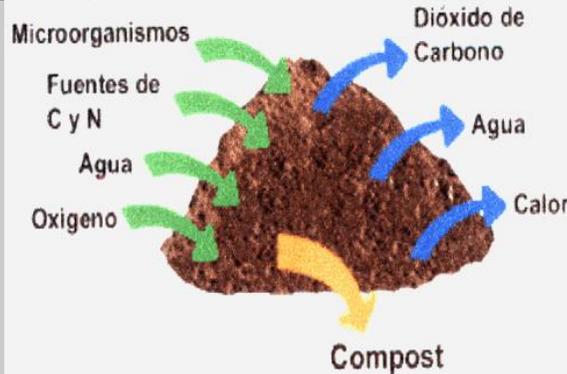


Ilustración 42: Proceso de compostaje. Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos46/compostaje/Image1777.gif>

Lavado de vehículos⁵⁸

Se dispondrá de un área específica para el lavado de los vehículos y el agua residual que se genere en este espacio se recolectará de forma aislada al resto de aguas residuales.



Ilustración 43: Limpieza exterior de aeronaves. Fuente: https://media.cylex.com.mx/companies/1150/9245/images/Limpieza-Profesional-de-Aeronaves_312026_large.jpg

⁵⁷ OACI, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2, 29.

⁵⁸ OACI, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2, 29.



4.2.4- Premisas tecnológicas

Descripción

Automatización

Radars y sistemas de aproximación que envíen información de forma automática a piloto y torre de control para agilizar el movimiento de aeronaves en el espacio aéreo y en tierra.

Gráfica



Ilustración 44: Sistema de radares de tráfico aéreo. Fuente: http://www.semi-group.com/ftp/comunicaciones/estaciones%20radar/DSC_0355.jpg

4.2.5- Premisas constructivas

Descripción

Estructura principal

La estructura principal del edificio se realizará con marcos rígidos elaborados en concreto armado.

Gráfica

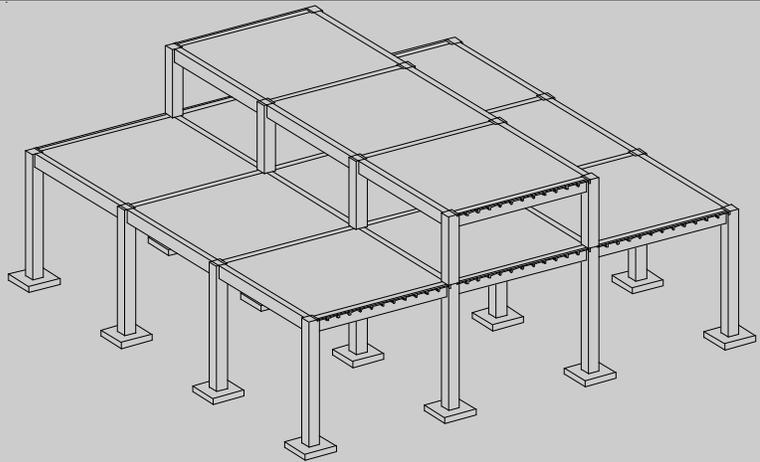


Ilustración 45: Elaboración propia.

Cubierta

La estructura de soporte de la envolvente final se realizará en acero estructural con perfiles de alma vacía (tubo proceso).

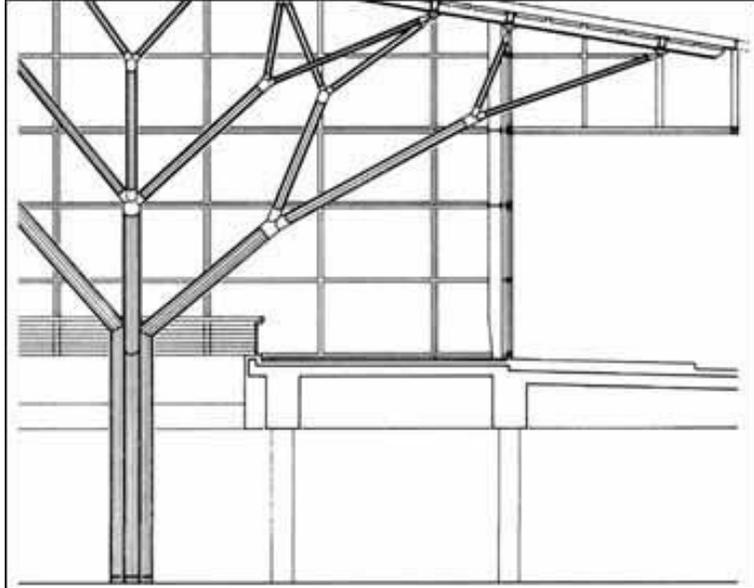


Ilustración 46: Estructura de acero del Aeropuerto de Stuttgart. Fuente: <http://www.strutture.info/images/ECCS/3-d1.jpg>

Losas

Las losas se construirán con el método de viguetas pretensadas y molde metálico.

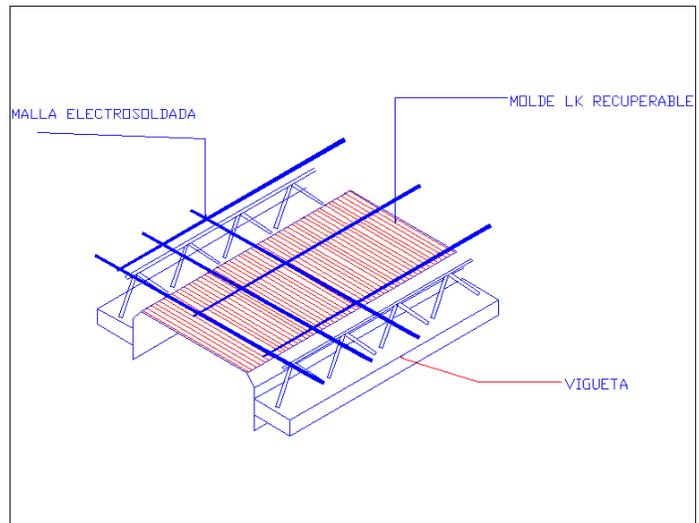
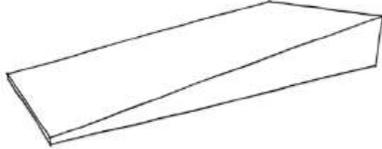
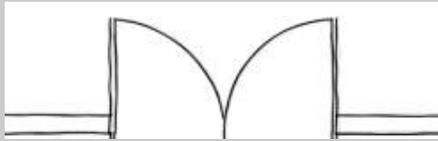
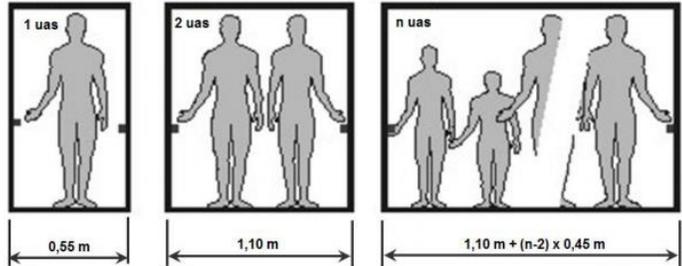


Ilustración 47: Composición de sistema de losa con viguetas pretensadas y molde metálico recuperable. Fuente: http://kamocad.com/img/Bib_90613_94372/lkmouldisometrio_93410.gif

4.2.6- Premisas de gestión de riesgos

Descripción	Gráfica
<p>Salidas de emergencia Deberán, por lo menos existir 4 salidas de emergencia si el número de ocupantes es mayor de 1,000. Las salidas deben dar hacia una zona segura, patio, estacionamiento, entre otros.</p>	 <p>Ilustración 48: Señal de salida de emergencia Fuente: NRD-2</p>
<p>Rampas Uso de rampas para mantener la accesibilidad de todos los usuarios con una pendiente no mayor al 8%. Dejando descansos de 1.50mt mín. a cada 6.00m.</p>	 <p>Ilustración 49: Rampa Fuente: Elaboración propia</p>
<p>Puertas Puertas abatibles hacia el lado de afuera con un ancho mínimo de 1.10mt.</p>	 <p>Ilustración 50: Abatimiento de puerta Fuente: Elaboración propia</p>
<p>Pasillos Dejar pasillos con un ancho mínimo de 2.00mt para permitir el paso de personas en movimiento.</p>	 <p>Ilustración 51: Ancho de pasillos según uso Fuente: http://bhhslaboral.com.ar/analisis-del-anexo-vii-inciso-3-medios-de-escape-proteccion-contraincendios-decreto-35179-reglamento-de-higiene-y-seguridad-en-el-trabajo/</p>
<p>Puntos de reunión Utilizar los espacios centrales que se encuentran al aire libre como puntos de reunión, ante un sismo o cualquier otra emergencia.</p>	 <p>Ilustración 52: Señal de punto de reunión Fuente: NRD-2</p>

4.3-Proceso de diseño

La disposición de todos los espacios en un aeródromo tienen relación directa con la configuración de la pista de aterrizaje, está determina la orientación y dimensión del espacio que se requiere para el emplazamiento del proyecto por lo que debe ser una de las primeras consideraciones que se debe tener.

La pista debe calcularse siguiendo el método desarrollado e implementado por la OACI que consiste en:

1. Tomar en cuenta la dirección del viento: como hemos observado la dirección del viento predominante en el área es dirección Este-Oeste (ver Ilustración 14) por lo que la orientación de la pista será Oeste-Este para que las aeronaves puedan aprovechar el viento para el despegue y el aterrizaje.
2. Tipo de operación: el aeropuerto internacional de San Jorge contempla operación en todas las condiciones meteorológicas y en todos los horarios.
3. Topografía del emplazamiento, sus vías e inmediaciones: es de gran importancia considerar la proximidad de las vías de acceso al predio donde se ubicará el proyecto, la topografía del lugar no debe requerir de muchos trabajos de nivelación que puedan desestabilizar el suelo y debe existir el espacio adecuado para futuras ampliaciones, y deben evitarse o considerarse las zonas residenciales cercanas si hubiera.
4. Tipo de aeronaves: se debe considerar el desempeño de las aeronaves que más utilizarán la pista, para el desarrollo de este proyecto consideraremos un Boeing 747-400 cuya clave es 4E por lo que considerando la tabla 3.



4.3.1-Diagramas

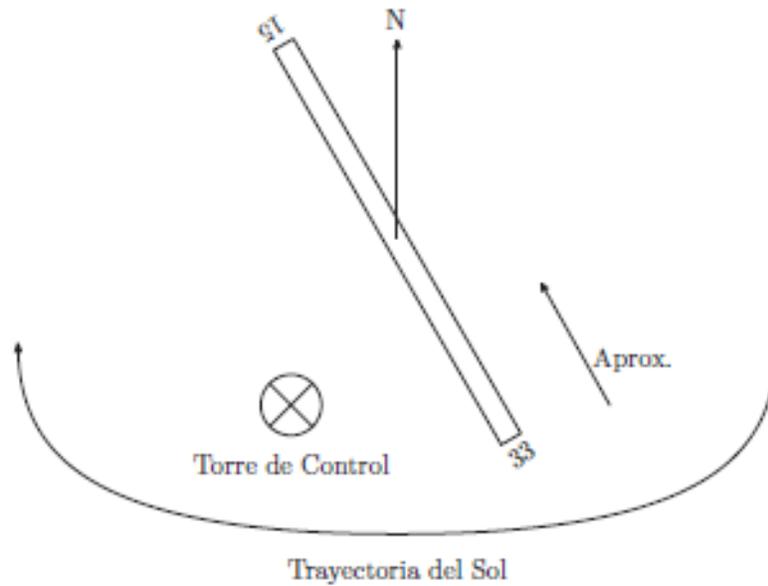


Ilustración 53: Posicionamiento de torre de control. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.

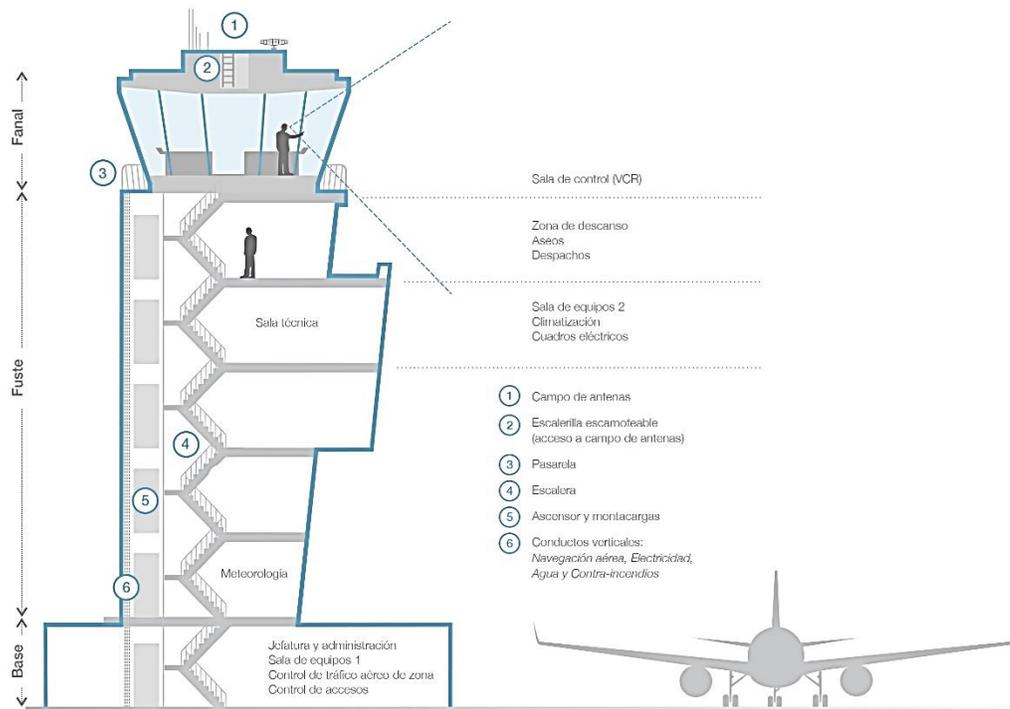


Ilustración 54: Partes de una torre de control de tráfico aéreo. Fuente: AERTEC Solutions, 2016.

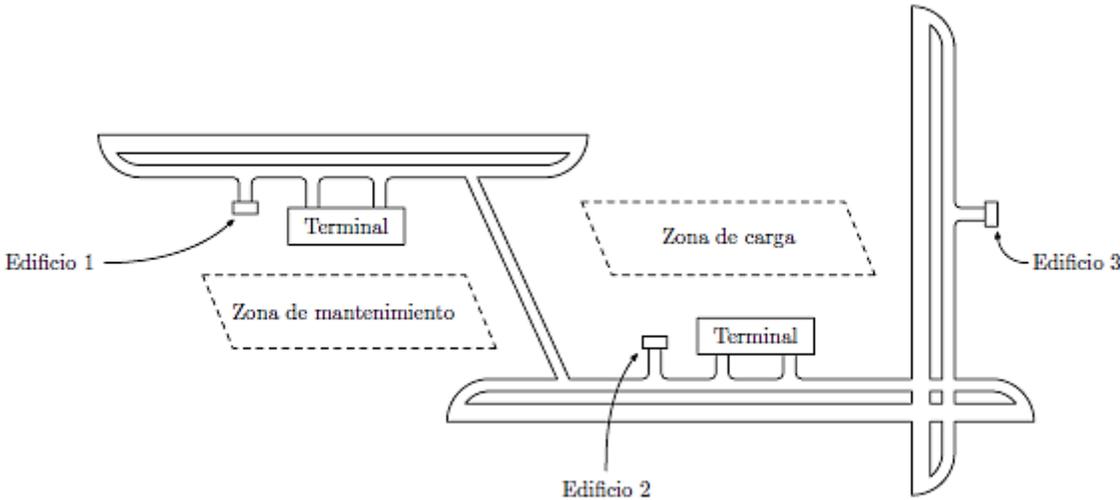


Ilustración 55: Ubicación de Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.

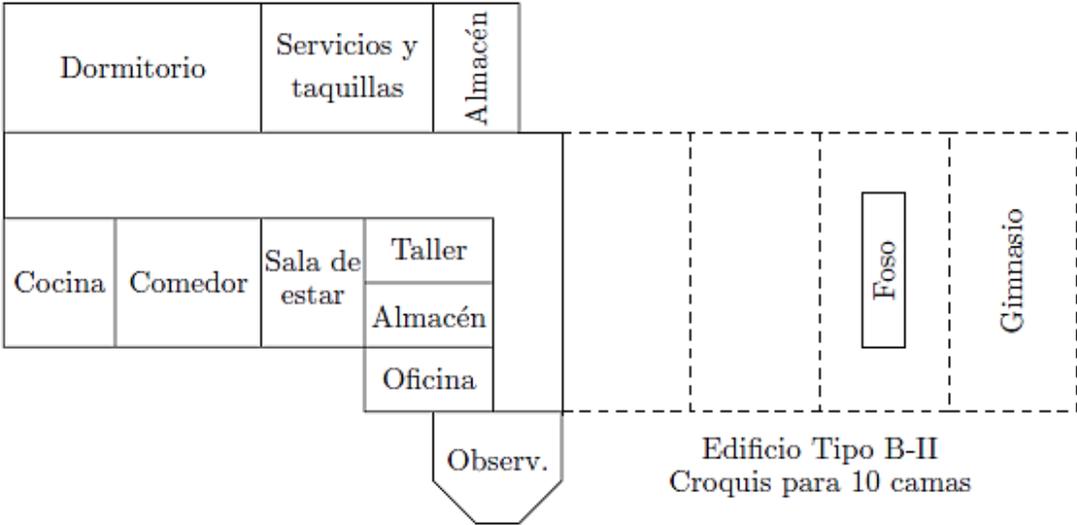


Ilustración 56: Diagrama Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.

4.3.2-Programa de necesidades

- 1. Aeródromo
 - a. Pista de aterrizaje
 - b. Calle de rodaje principal paralela a la pista
 - c. Calle de rodaje de salida de pista



- d. Calle de rodaje de salida rápida
 - e. Calle de rodaje en plataforma
 - f. Calle de rodaje de acceso a puesto de estacionamiento
 - g. Calle de rodaje de vinculación
 - h. Calle de rodaje en puente
 - i. Plataforma de la terminal de pasajeros
 - j. Plataformas de estacionamiento
 - k. Plataforma de aviación general
2. Hangares
- a. Plataforma de servicios
 - b. Equipos de rampa
 - c. Circulación de servicio (vehículos)
 - d. Zona de mantenimiento (hangar)
 - e. Oficina de aerolínea
3. Dirección General de Aeronáutica Civil
- a. Dirección general
 - 1. Secretaría
 - 2. Unidad de transporte aéreo
 - i. Subdirección técnico-operativa
 - a. Gerencia de registro aeronáutico
 - b. Gerencia de licencias aeronáuticas
 - c. Gerencia de vigilancia de la seguridad ocupacional
 - d. Gerencia de infraestructura
 - e. Unidad de normas de seguridad aeronáutica
 - ii. Subdirección administrativa
 - a. Unidad de informática y tecnología
 - b. Unidad de asesoría jurídica
 - c. Unidad de compras
 - d. Gerencia de servicios administrativos
 - e. Gerencia financiera
- 

f. Gerencia de recursos humanos

4. Torre de control de tráfico aéreo⁵⁹

- a. Meteorología
- b. Sala técnica
- c. Sala de control

5. Centro de operaciones de emergencia⁶⁰

- a. Coordinación del plan de emergencia en aeródromos
- b. Salvamento y extinción de incendios
- c. Atención médica del aeródromo
- d. Seguridad de aeródromo

4.3.3-Programa arquitectónico

ÁREA	AMBIENTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	ÁREA (M ²)
AERÓDROMO	Pista de aterrizaje	4,782.00	70.00	334,740.00
	Calles de rodaje	4,782.00	233.21	1,115,210.59
	Plataforma de terminal	1,003.08	94.00	94,288.95
	Plataforma de estacionamiento general	774.73	94.00	72,824.80
	TOTAL			1,617,064.34
TOTAL+50% DE CIRCULACIÓN				2,425,596.51

ÁREA	AMBIENTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	ÁREA (M ²)
HANGARES	Estacionamiento de aeronaves	154.25	80.50	12,417.13
	Recepción	13.65	11.20	152.88
	Gerente general			
	Oficina	9.99	8.30	82.96
	Secretaria	8.36	8.30	69.35
	Gerente financiero			
	Oficina	8.30	5.85	48.56
	Secretaria	8.30	5.26	43.62
	Analistas/Contadores	8.30	5.31	44.07
	Archivo	2.30	1.76	4.04
	Gerente taller			
	Oficina	8.30	5.85	48.56

⁵⁹ AERTEC Solutions, *La torre de control y el tráfico aéreo* (España: AERTEC Solutions, 2016).

⁶⁰ Organización de aviación civil internacional, *Plan de respuesta a emergencias en aeródromos* (Lima: International Civil Aviation Organization, 2014), 4.

Secretaria	8.30	5.85	48.56
Sala de reuniones	12.50	5.85	73.13
Bodega general (documentos)	35.85	13.65	489.35
Coordinador de carpintería	6.50	5.85	38.00
Sala de reuniones carpintería	5.85	4.00	23.43
Taller de carpintería	17.85	10.50	187.43
Coordinador de mecánica	6.50	5.85	38.00
Sala de reuniones mecánica	5.85	4.00	23.43
Taller de mecánica	17.85	10.50	187.43
Coordinador de electricidad	6.50	5.85	38.00
Sala de reuniones electricidad	5.85	4.00	23.43
Taller de electricidad	11.85	10.50	124.43
Jefatura de bodega general	10.50	5.85	61.43
Bodega de general de materiales y repuestos	18.10	13.65	247.07
Comedor de empleados	13.65	13.50	185.09
Cocineta	8.11	0.60	4.82
Vestidores	13.65	5.91	80.60
Sanitarios	15.60	13.65	212.94
TOTAL			14,997.74
TOTAL+75% CIRCULACIÓN (4 HANGARES)			104,984.18

ÁREA	AMBIENTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	ÁREA (M ²)
DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL	Contabilidad			
	Jefatura	6.81	5.43	36.97
	Auxiliar	5.40	2.65	14.31
	Secretaria	5.40	4.41	23.81
	Contadores	6.25	5.40	33.75
	Supervisor	5.40	2.65	14.31
	Archivo	15.13	5.40	82.62
	Presupuesto			
	Jefatura	6.81	5.43	36.97
	Auxiliar	5.40	2.65	14.31
	Secretaria	5.40	4.41	23.81
	Digitadores	5.13	4.60	23.60
	Archivo	15.13	5.40	82.62
	Caja			
	Jefatura	6.81	5.43	36.97
	Secretaria	5.40	4.41	23.81
	Receptores	7.35	5.13	37.71
	Archivo	15.13	5.40	82.62
	Bodega			
	Jefatura	6.81	5.43	36.97
	Auxiliar	5.40	2.65	14.31
	Secretaria	5.40	4.41	23.81
	Bodega	12.50	5.40	67.50
	Archivo	5.55	5.40	29.97
	Digitadores (inventario)	7.65	5.40	41.31
	Mantenimiento			
	Jefatura	6.81	5.43	36.97
	Secretaria	5.40	4.41	23.81

Digitador	5.40	2.65	14.31
Infraestructura	5.40	2.65	14.31
Informática	5.40	2.65	14.31
Conserjería	5.40	2.65	14.31
Taller técnico	15.40	9.85	151.69
Bodega	9.85	5.00	49.25
Servicios aeroportuarios			
Jefatura	6.81	5.43	36.97
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Supervisor	5.40	2.65	14.31
Licencias	5.40	2.65	14.31
Seguridad aeroportuaria	5.40	2.65	14.31
Meteorología	5.40	2.65	14.31
Archivo	18.05	5.40	97.47
Eventos de cotización y licitación			
Jefatura	6.81	5.43	36.97
Supervisor	5.40	2.65	14.31
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Digitadores	7.65	5.40	41.31
Archivo	15.13	5.40	82.62
Cafetería			
Comedor	12.90	10.40	134.16
Cocineta	6.05	5.00	30.25
Cafetería	5.95	5.30	31.59
Direcciones			
Director ejecutivo			
Oficina	6.37	5.40	34.42
Secretaria	6.05	3.85	23.31
Director técnico			
Oficina	6.81	5.43	36.97
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Director jurídico			
Oficina	6.81	5.43	36.97
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Archivo	2.58	2.35	6.06
Director financiero			
Oficina	6.81	5.43	36.97
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Archivo	5.40	4.85	20.01
Gerencia			
Oficina	6.81	5.43	36.97
Secretaria	5.40	4.41	23.81
Servicios sanitarios (8)	5.73	3.85	176.48
		TOTAL	2,214.93
TOTAL+50% DE CIRCULACIÓN			3,322.39

ÁREA	AMBIENTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	ÁREA (M ²)
TORRE DE CONTROL DE TRÁFICO AÉREO	Sala de control de tráfico aéreo	16.10	10.10	162.61
	Jefatura control de tráfico aéreo	6.50	3.85	25.03
	Área de descanso	6.50	6.00	39.00
	Sanitarios de sala de control	6.50	3.85	52.03
	Meteorología	6.50	3.85	25.03
	Cuarto de servidores	6.50	3.85	25.03
	Archivo (2)	6.50	3.85	50.05
	TOTAL			378.78
TOTAL+100% DE CIRCULACIÓN				757.56

ÁREA	AMBIENTE	LARGO (M)	ANCHO (M)	ÁREA (M ²)
CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA	Coordinador	11.85	6.50	77.03
	Secretaria coordinación	5.85	5.20	30.42
	Secretaria directores	6.50	5.20	33.80
	Director de bomberos	6.50	5.85	38.03
	Director seguridad	6.50	5.85	38.03
	Delegado CONRED	6.50	5.20	33.80
	Recepción	6.65	6.00	39.90
	Sala de reuniones	11.85	6.50	77.03
	Archivo	6.50	5.85	38.03
	Sanitarios generales	6.50	6.50	42.25
	Dormitorios bomberos	11.60	6.50	75.40
	Sanitarios bomberos	8.85	5.85	51.77
	Sala de descanso bomberos	8.45	6.65	56.19
	Dormitorio de seguridad	11.60	6.50	75.40
	Sanitarios de seguridad	8.85	5.85	51.77
	Sala de descanso equipo de seguridad	8.45	6.65	56.19
	Albergue	23.85	18.50	441.23
	Sanitarios albergue	12.50	11.20	140.00
	Taller de mantenimiento	18.50	12.50	231.25
	Estacionamiento y plataforma de respuesta ante emergencias	29.85	18.50	552.23
Salón (sala de prensa)	12.50	11.20	140.00	
Sanitarios salón	11.31	6.50	73.52	
TOTAL			2,393.27	
TOTAL+50% DE CIRCULACIÓN				3,589.91
TOTAL DE EQUIPAMIENTO AÉRERO				2,538,250.55

4.3.4-Proceso de diseño del conjunto

4.3.4.1-Diseño de la pista

Teniendo definidos los parámetros que gobernarán las dimensiones y orientación de la pista y las áreas de apoyo a las aeronaves deben calcular la corrección de la pista debido a que la altura de la misma sobre el nivel del mar, la temperatura

máxima del lugar y el ancho del tren de aterrizaje son factores importantes en el desempeño del avión.

Primero debemos establecer todos los parámetros de las aeronaves más grandes que utilizarán la pista:

Fabricante	Modelo	Clave	Longitud de campo de referencia del avión (m)	Envergadura (m)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (m)
Boeing	B747-400	4E	2,890.00	64.90	12.40

Tabla 5: Clasificación de aviones por número y letra de clave. Fuente: Manual de diseño de aeródromos, OACI, 2006.

Los datos meteorológicos del lugar donde estará emplazado el proyecto también son de gran importancia:

Elevación sobre el nivel del mar	Temperatura máxima registrada en los últimos 20 años
220 metros sobre el nivel del mar	44° Celsius

Tabla 6: Datos meteorológicos del departamento de Zacapa. Fuente: Almanaque meteorológico, INSIVUMEH, 2017.

Se deberán utilizar como referencia los valores atmosféricos típicos definidos por la OACI en la siguiente tabla:

Altitud (m)	Temperatura (° Celsius)	Presión (Kg/m³)
0	15.00	1.23
500	11.75	1.17
1000	8.50	1.11
1500	5.25	1.06
2000	2.00	1.01
2500	-1.25	0.96
3000	-4.50	0.91
3500	-7.75	0.86
4000	-10.98	0.82
4500	-14.23	0.78
5000	-17.47	0.74
5500	-20.72	0.70
6000	-23.96	0.66

Tabla 7: Valores atmosféricos típicos. Fuente: Manual de diseño de aeródromos, OACI, 2006.

Es necesario interpolar estos datos debido a contamos con una altitud de 220 metros, por lo que los datos que utilizaremos serán los siguientes:

Altitud (m)	Temperatura (° Celsius)	Presión (Kg/m ³)
220	13.57	1.2036

Tabla 8: Datos atmosféricos interpolados. Fuente: Elaboración propia.

Con todos estos datos podemos proceder al cálculo de la pista.

Descripción	Datos
Longitud de pista requerida para aterrizar a nivel del mar en condiciones atmosféricas típicas (LANM)	2,890.00 m
Longitud de pista para despegar en un emplazamiento plano situado a nivel del mar en condiciones atmosféricas típicas (LDNM)	2340.00 m
Elevación del aeródromo (EA)	220 MSNM
Temperatura de referencia del aeródromo (TR)	44° Celsius
Temperatura a 220 MSNM en atmosfera típica (TT)	13.57° Celsius
Pendiente de pista (PP)	0.5%

Tabla 9: Datos para corrección de pista. Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.2-Correcciones de longitud de pista para el despegue

1. Longitud de pista para el despegue corregida por elevación

$$\left[2340 * 0.07 * \frac{220}{300} \right] + 2340 = 2460.12 \text{ m}$$

2. Longitud de pista para el despegue corregida por elevación y temperatura

$$[2460.12 * (44 - 13.57) * 0.01] + 2460.12 = 3208.73 \text{ m}$$

3. Longitud de pista para el despegue corregida por elevación, temperatura y pendiente

$$[3208.73 * 0.5 * 0.10] + 3208.73 = 3369.17 \text{ m}$$

4.3.4.3-Corrección de la longitud de pista para el aterrizaje

1. Longitud de pista para el aterrizaje corregida por elevación

$$\left[2890 * 0.07 * \frac{220}{300} \right] + 2890 = 3038.35 \text{ m}$$

4.3.4.4-Longitud efectiva de pista

Luego de realizar todos estos cálculos obtenemos que la longitud efectiva para un avión B747-400 es de 3,370 metros. Sin embargo, la aeronave que actualmente aterriza frecuentemente en Guatemala es el B737-400 y al realizar la misma serie de cálculos obtenemos una longitud de pista de 4,392 metros, por lo que utilizaremos esta dimensión ya que es evidente que aviones de mayor tamaño no tendrán ningún problema al utilizar esta misma pista.

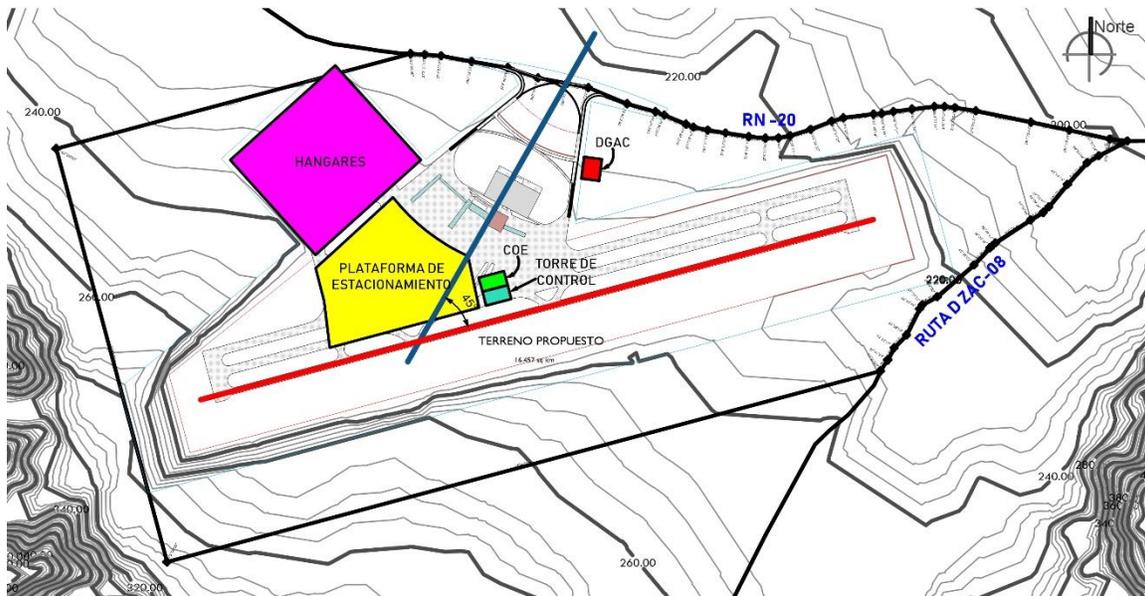
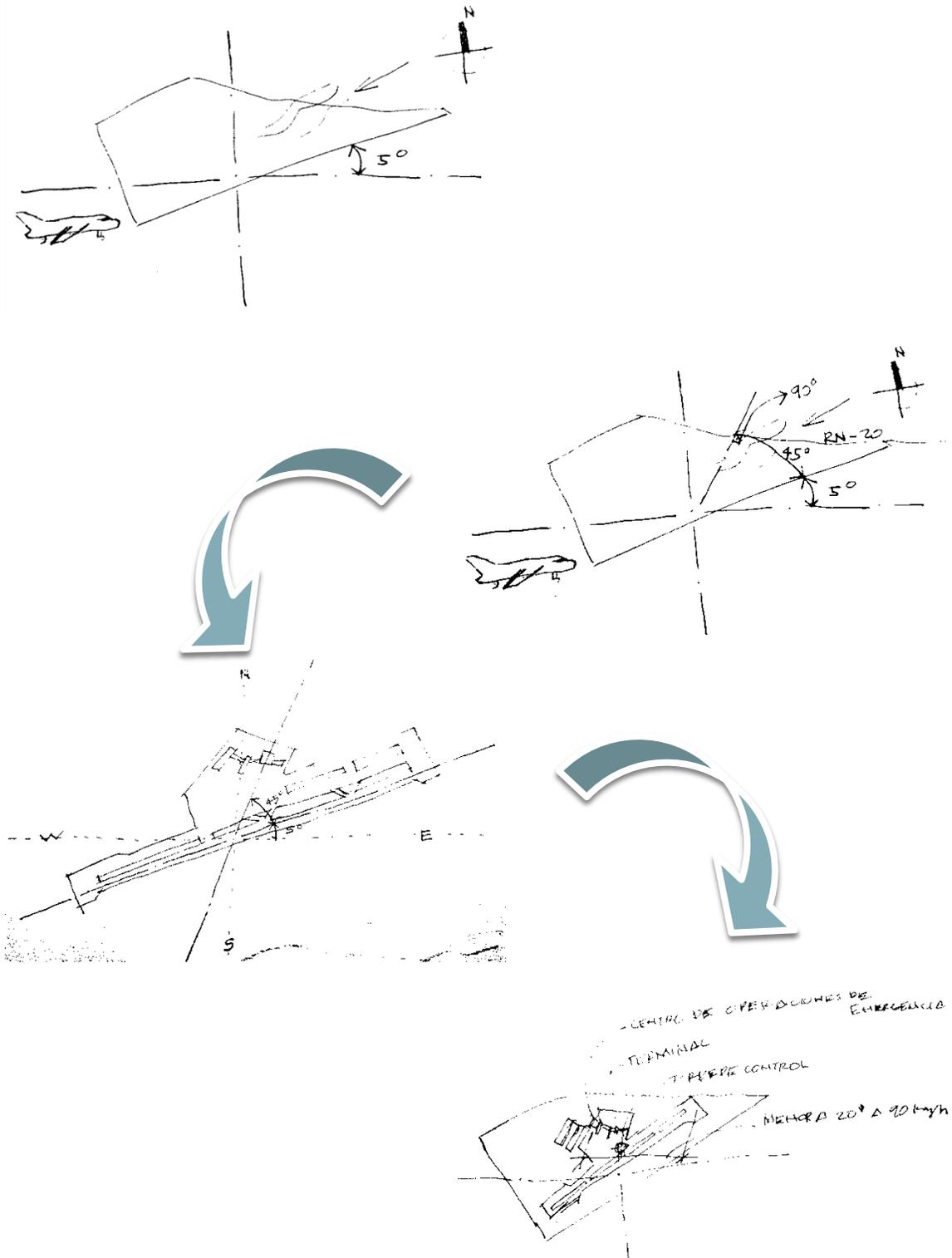


Ilustración 57: Diagrama de bloques de conjunto. Fuente: Elaboración propia.

4.3.5-Proceso de la forma

4.3.5.1-Distribución del conjunto



4.3.6-Forma de volúmenes

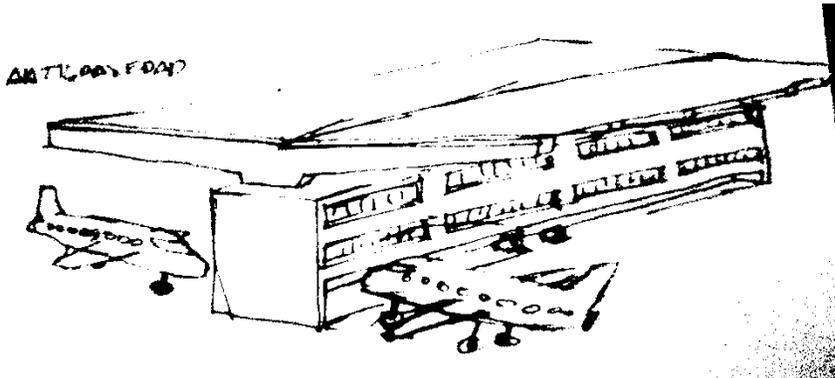


Ilustración 58: Hangares. Fuente: Elaboración propia.

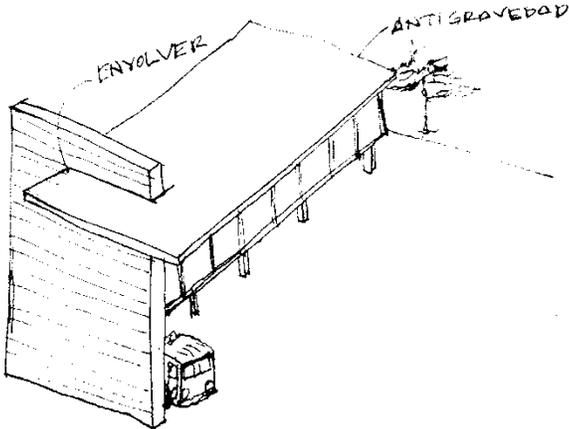


Ilustración 59: Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Elaboración propia.

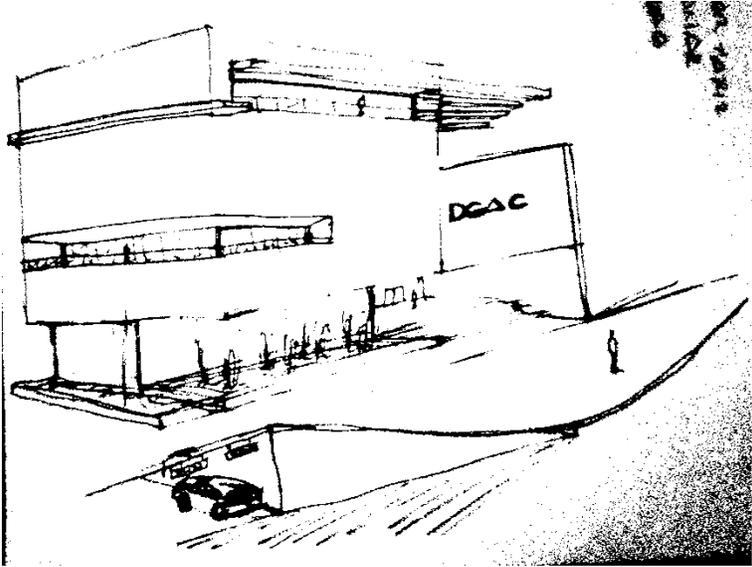


Ilustración 60: Dirección general de aeronáutica civil. Fuente: Elaboración propia.



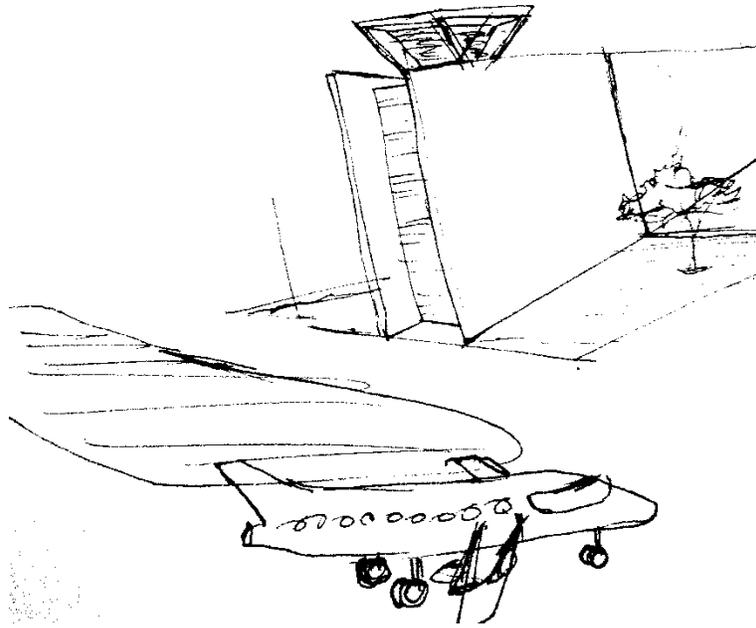


Ilustración 61: Torre de control de tráfico aéreo. Fuente: Elaboración propia.







Capítulo 5

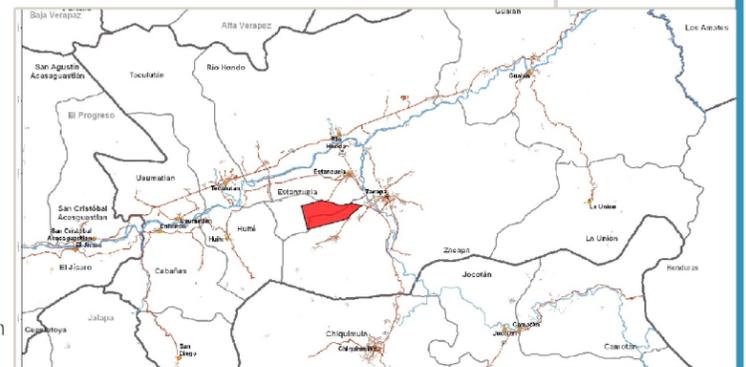




DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Terreno propuesto
 1:25000

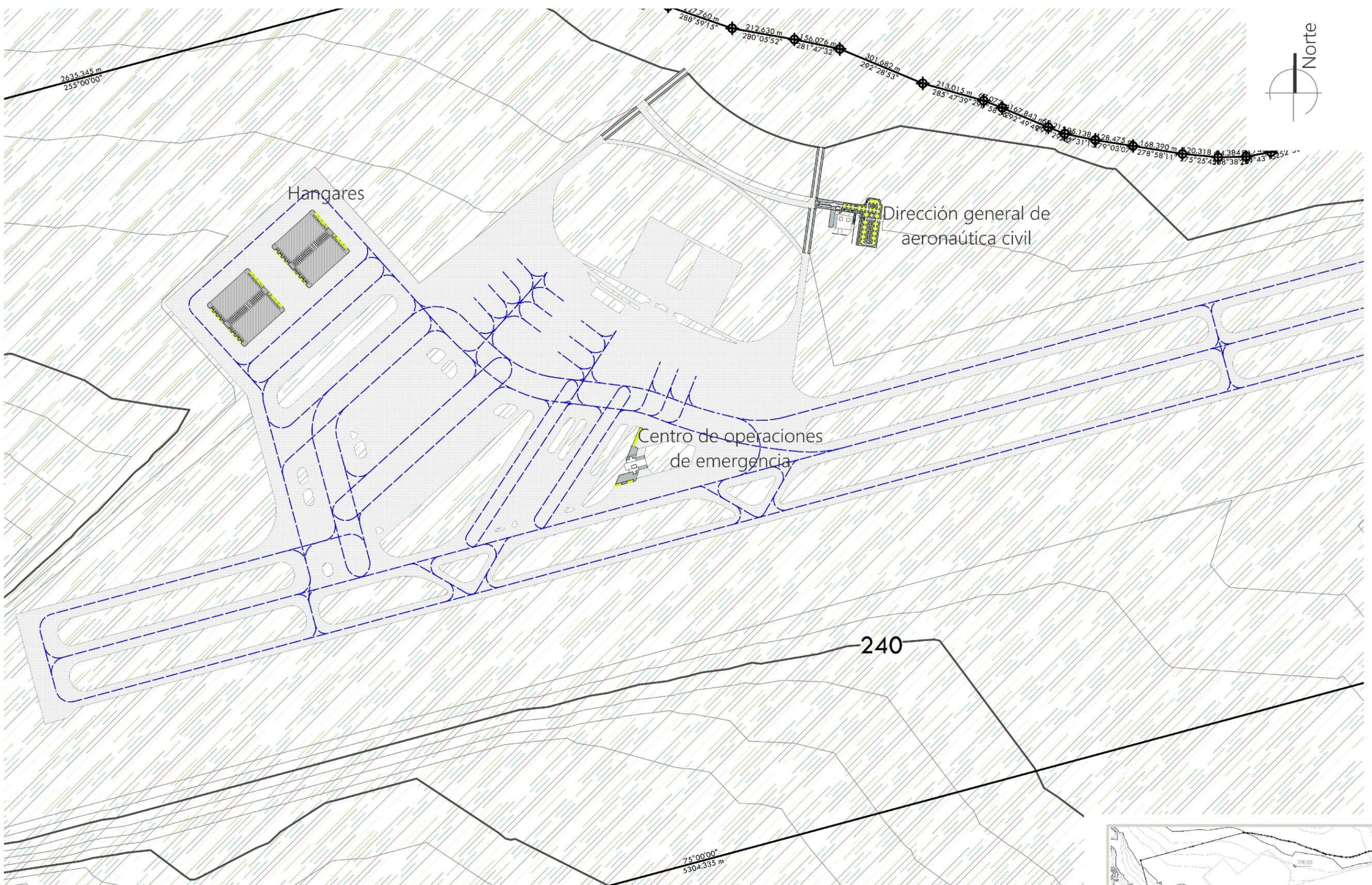


CONTENIDO:

Modificación de curvas de nivel

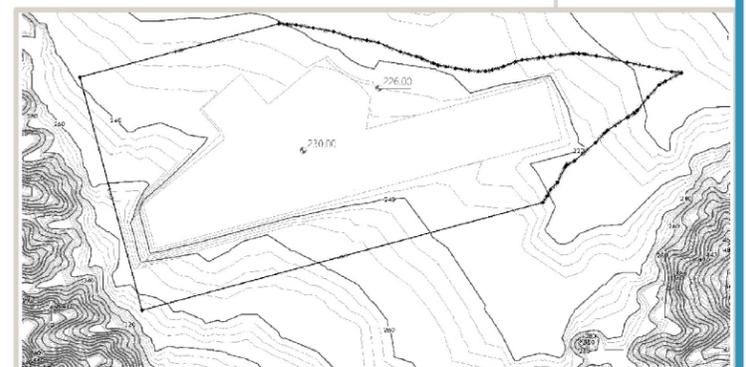


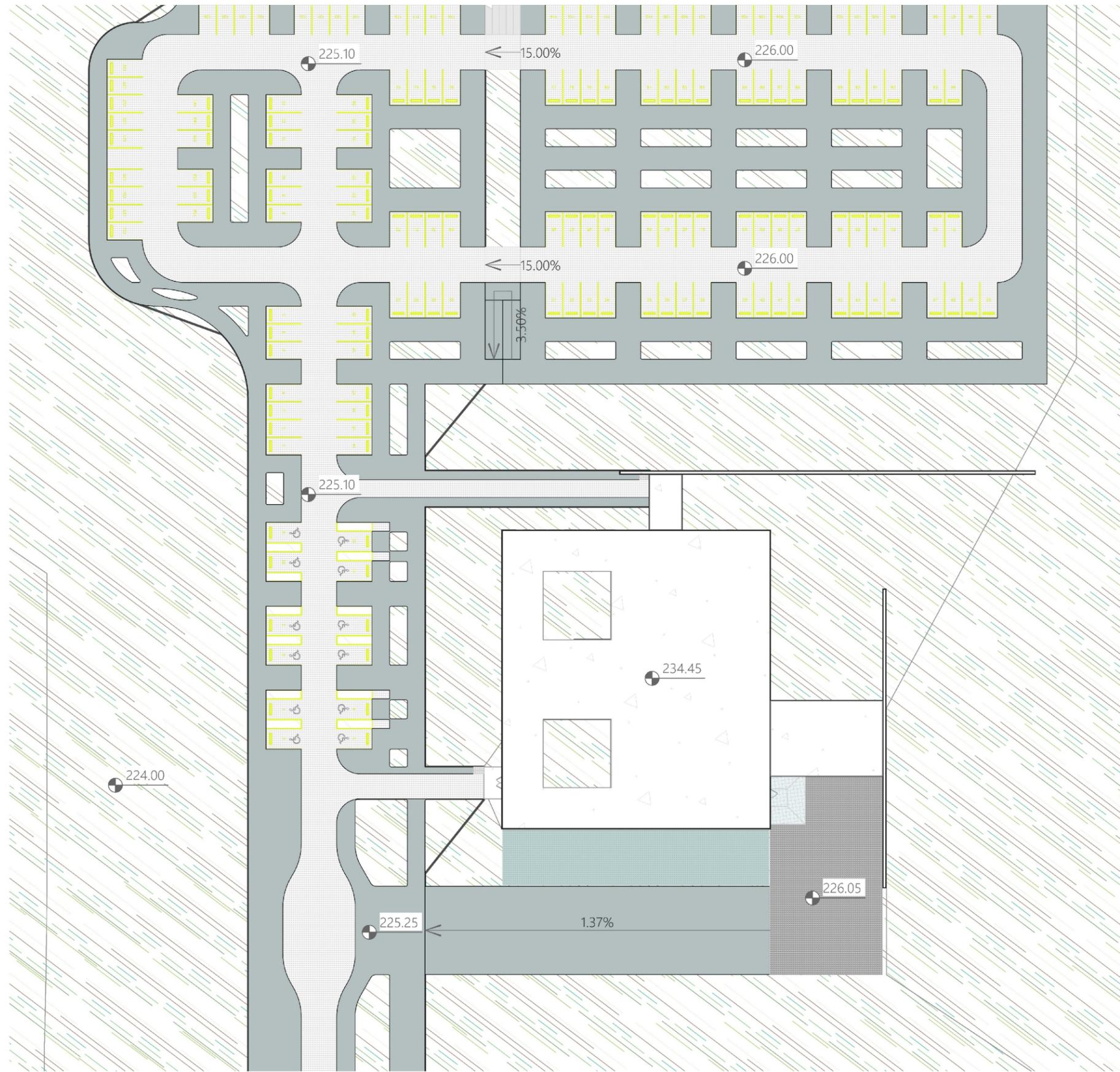
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



CONTENIDO:
 Conjunto general

Planta general de conjunto
 1:12500

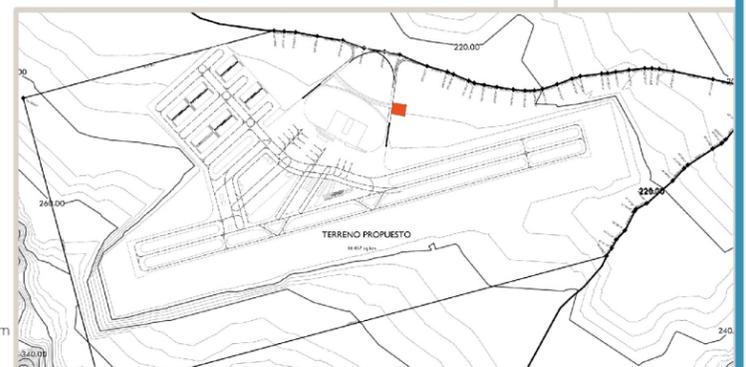




DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394

CONTENIDO: Conjunto DGAC

Planta general Dirección general de aeronáutica civil
 1:750

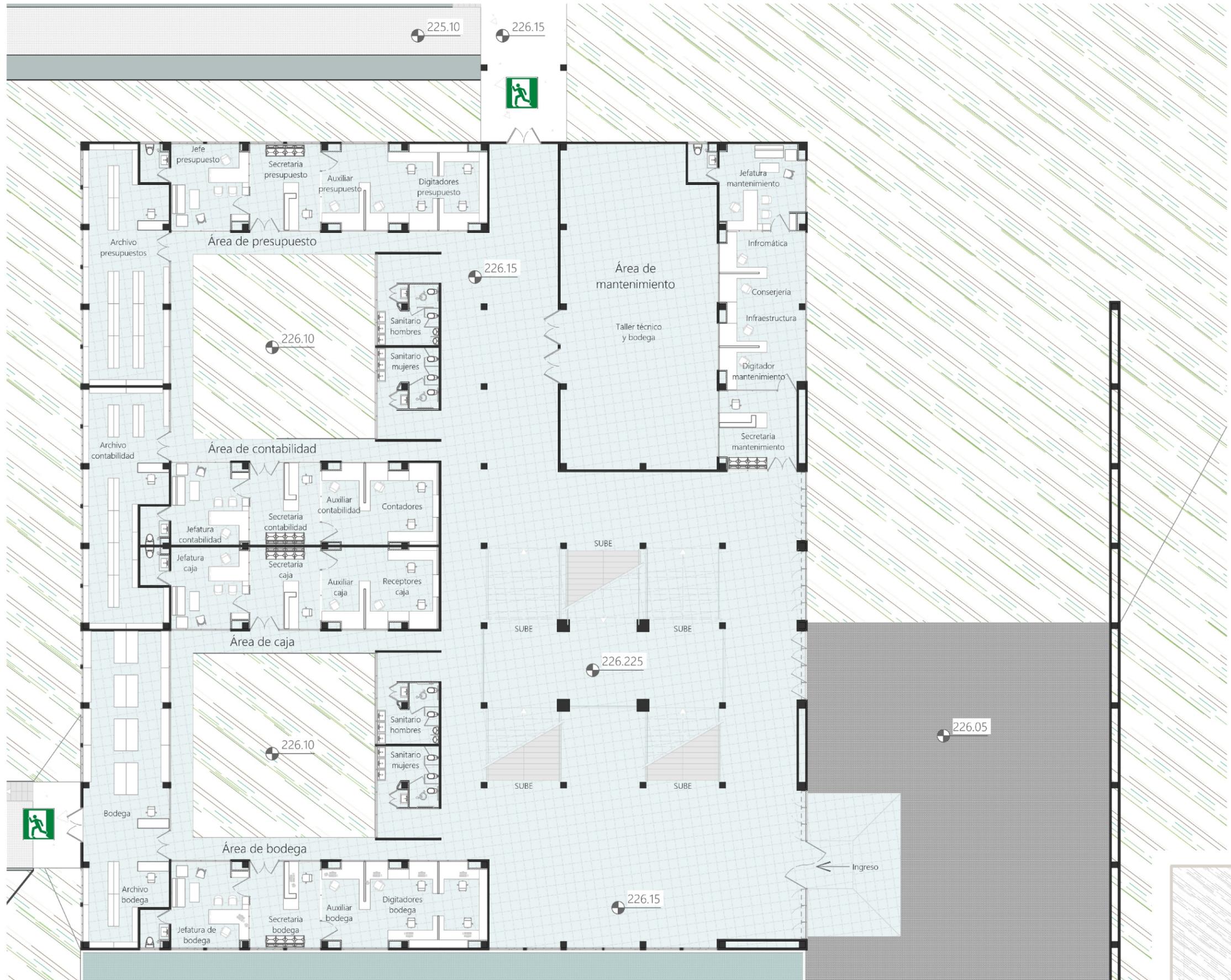




DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



CONTENIDO:
 Planta primer nivel DGAC

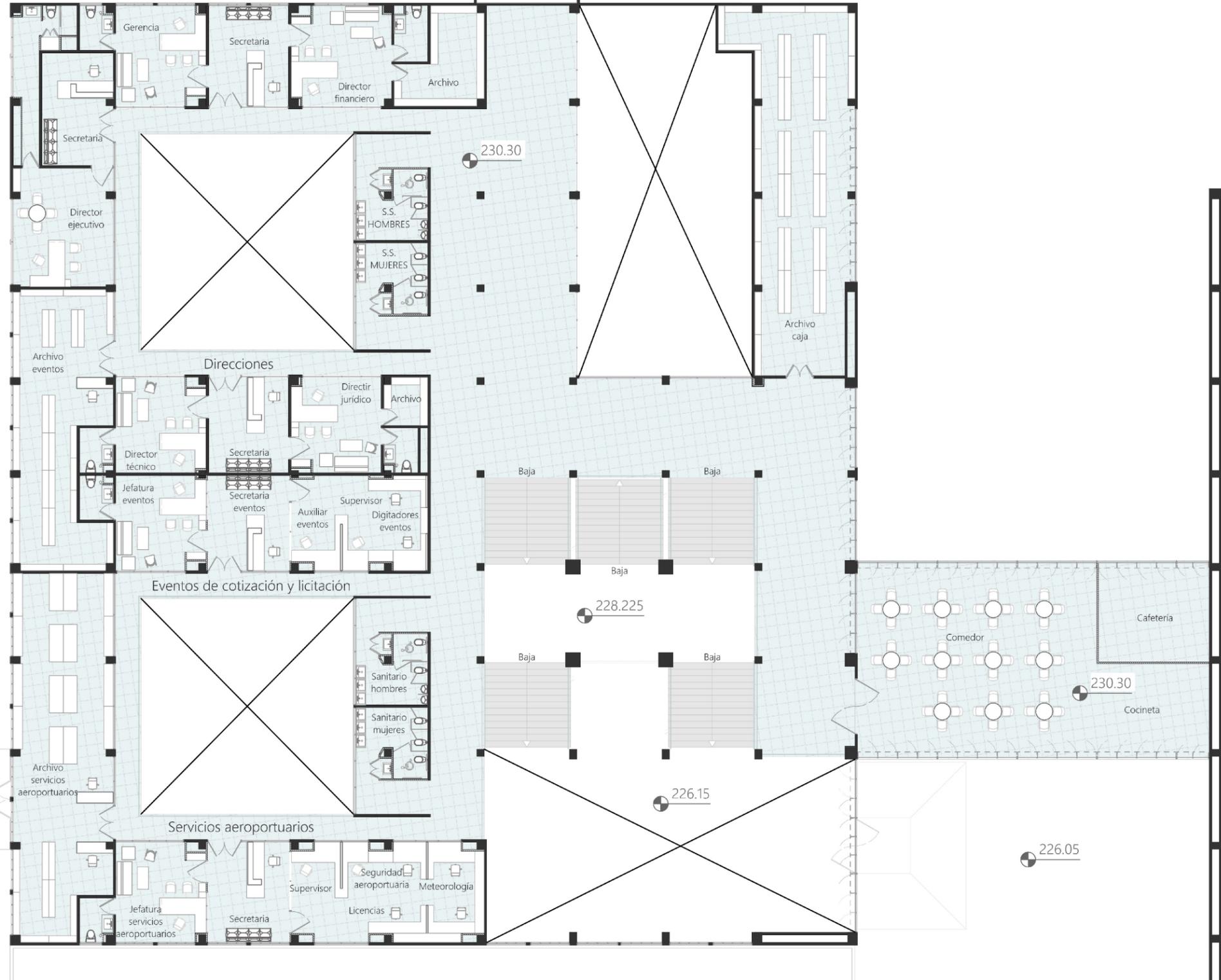


Primer nivel
 1:250





DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Segundo nivel
 1:250



CONTENIDO:
 Planta segundo nivel DGAC



DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNE: 2010 16394



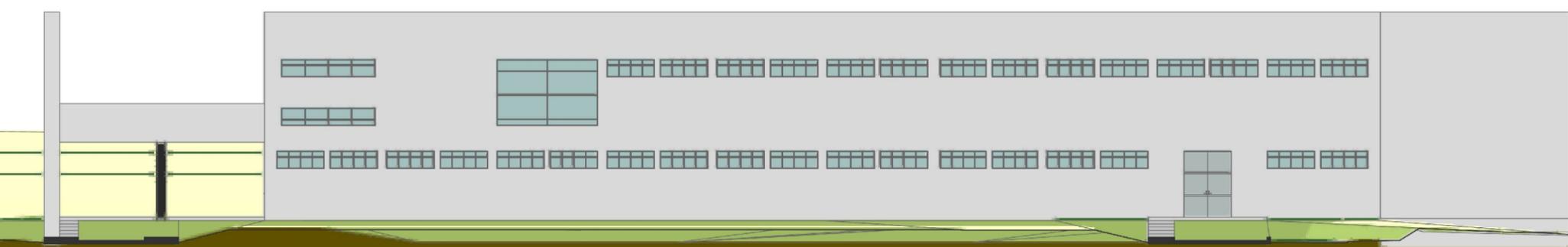
Fachada oeste
 1:250



Fachada sur
 1:250



Fachada este
 1:250



Fachada norte
 1:250



CONTENIDO:

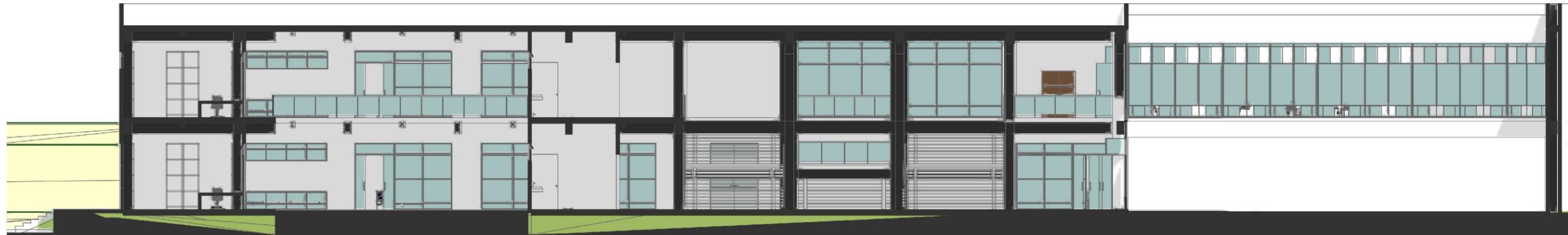
Fachadas edificio DGAC



DISEÑO: José Luis López Castillo
CARNÉ: 2010 16394



Sección A
1:200



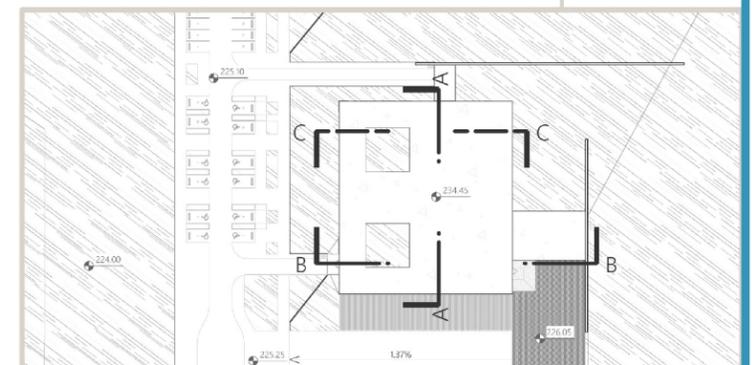
Sección B
1:200

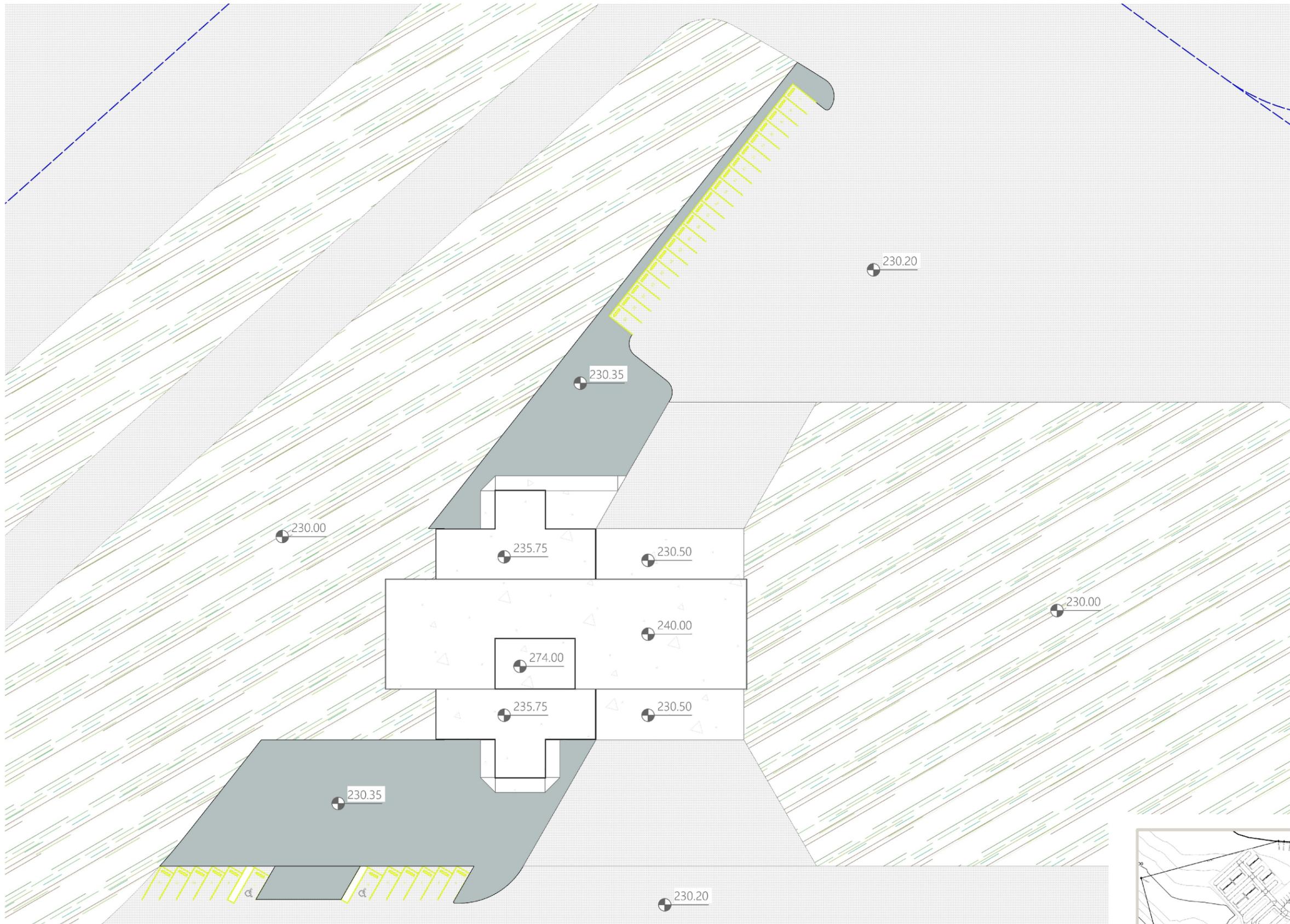


Sección C
1:200

Secciones DGAC

CONTENIDO:





DISEÑO:
José Luis López Castillo
CARNÉ:
2010 16394

CONTENIDO:
Conjunto COE

○ Planta general Centro de operaciones de emergencia
1:800





DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



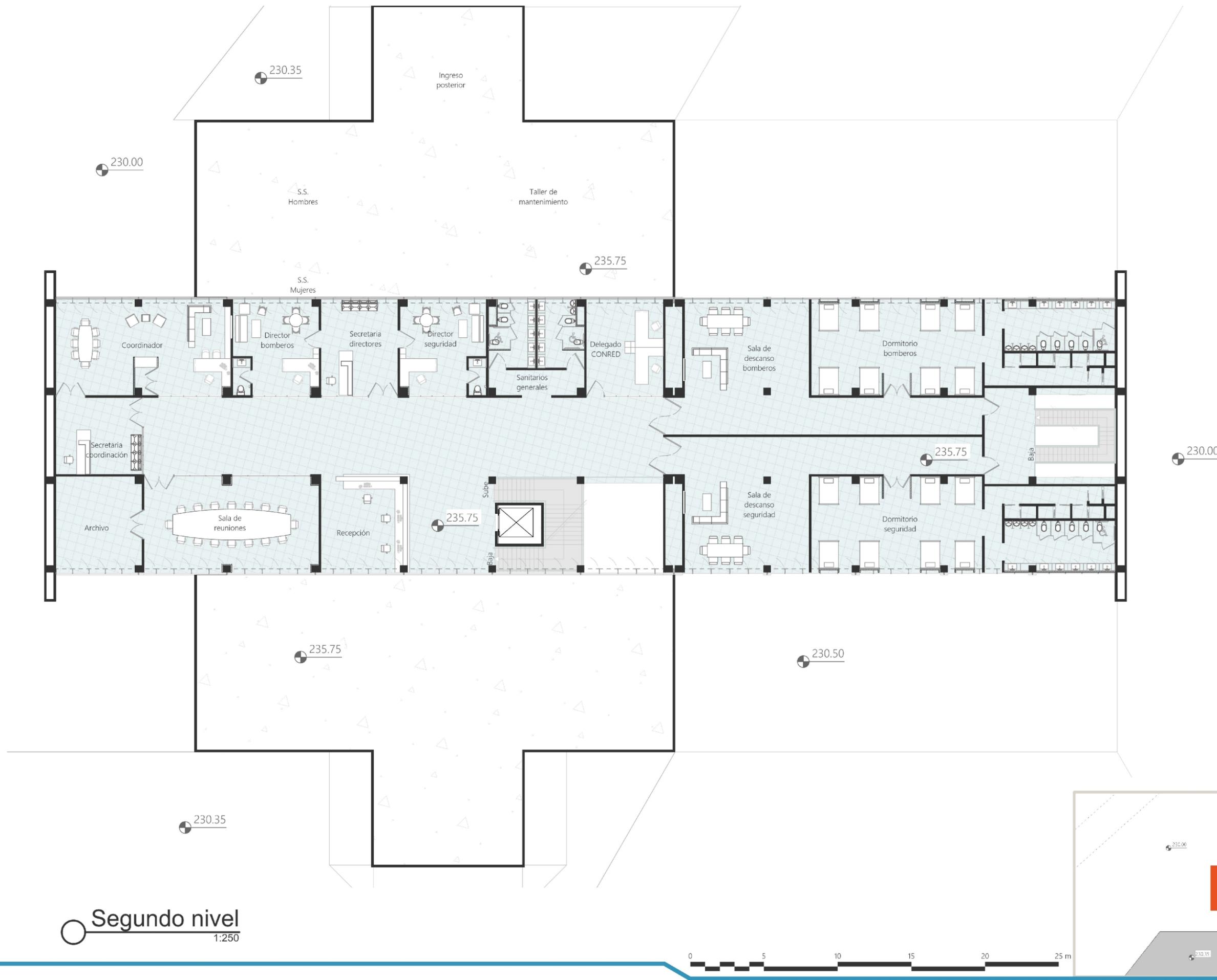
Primer nivel
 1:250



CONTENIDO:
 Planta primer nivel COE

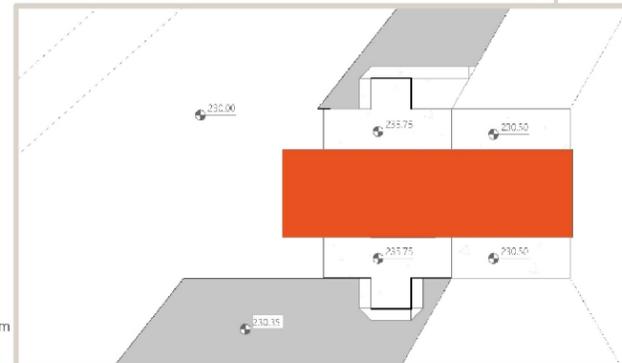


DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



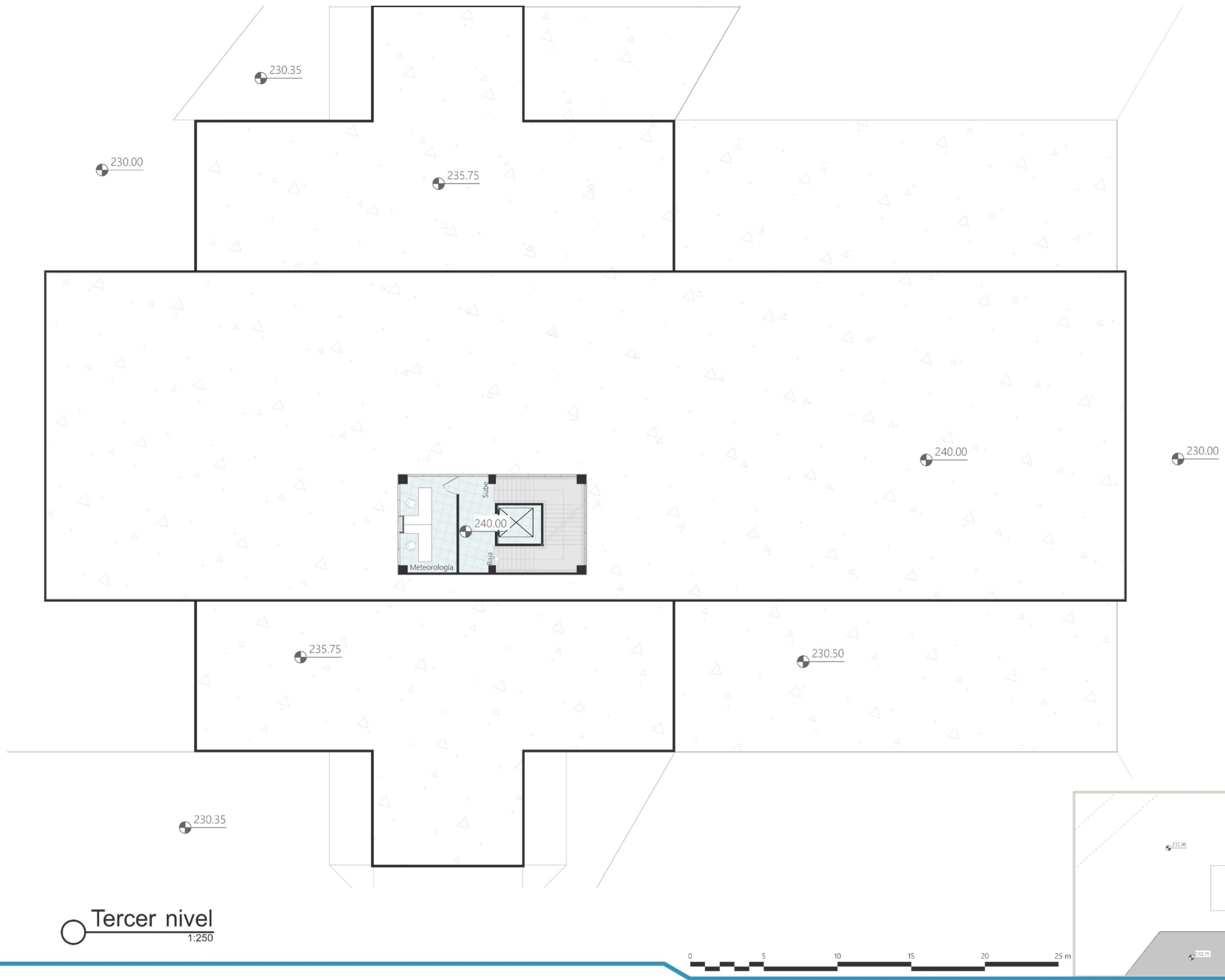
CONTENIDO:
 Planta segundo nivel COE

Segundo nivel
 1:250



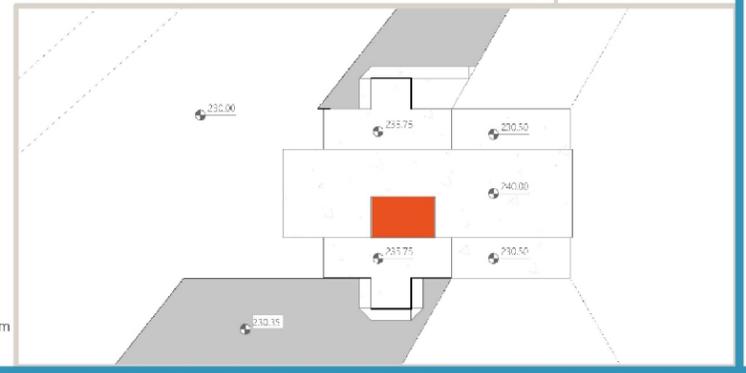


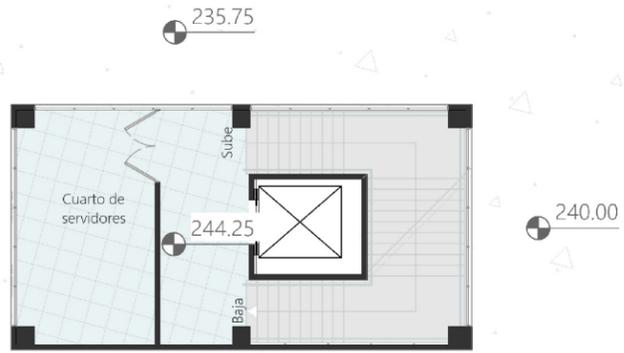
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



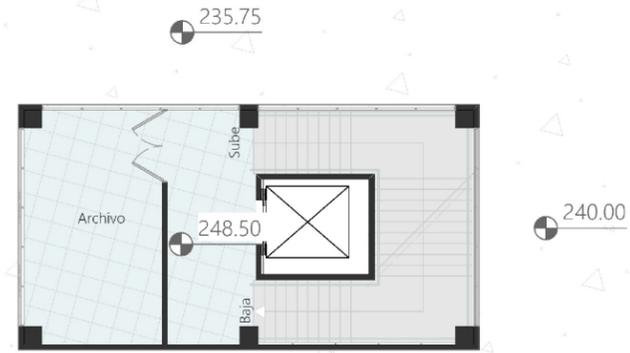
CONTENIDO: Planta tercer nivel COE

Tercer nivel
 1:250

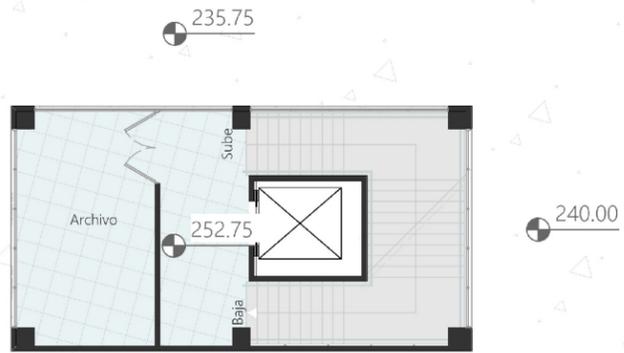




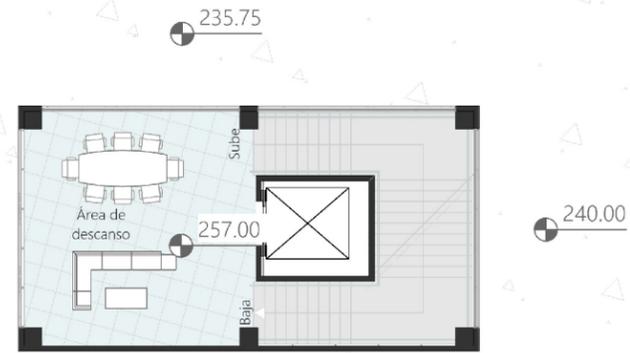
Cuarto nivel
1:200



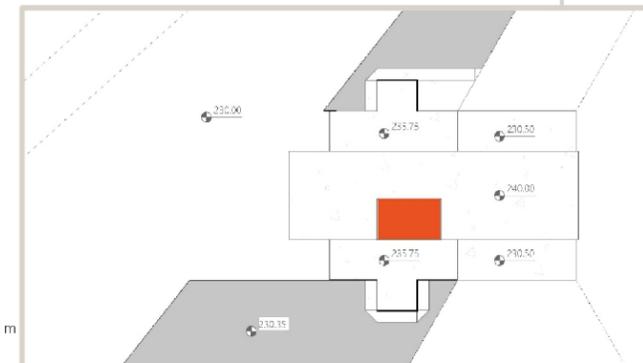
Quinto nivel
1:200



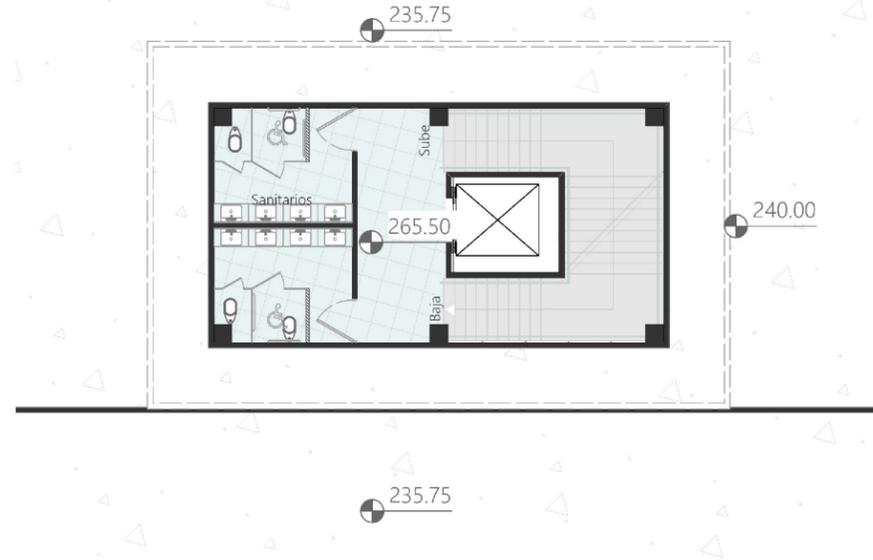
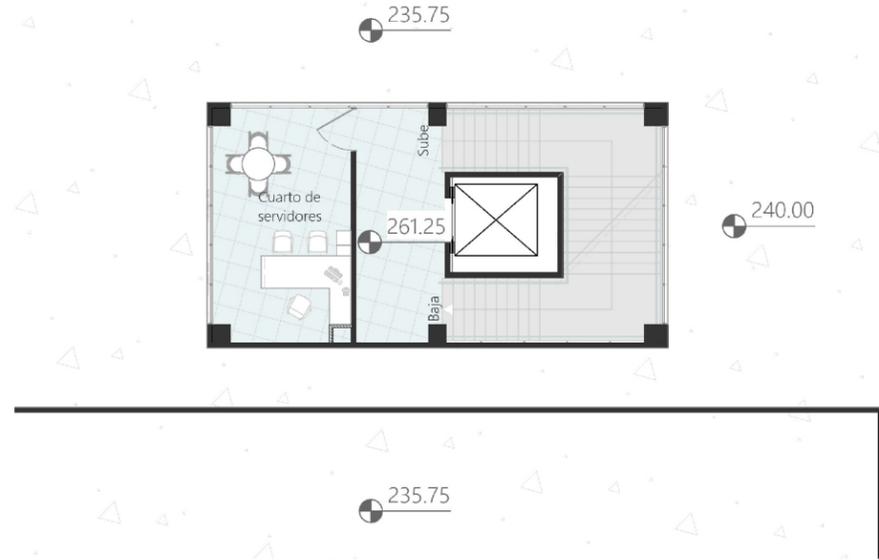
Sexto nivel
1:200



Septimo nivel
1:200

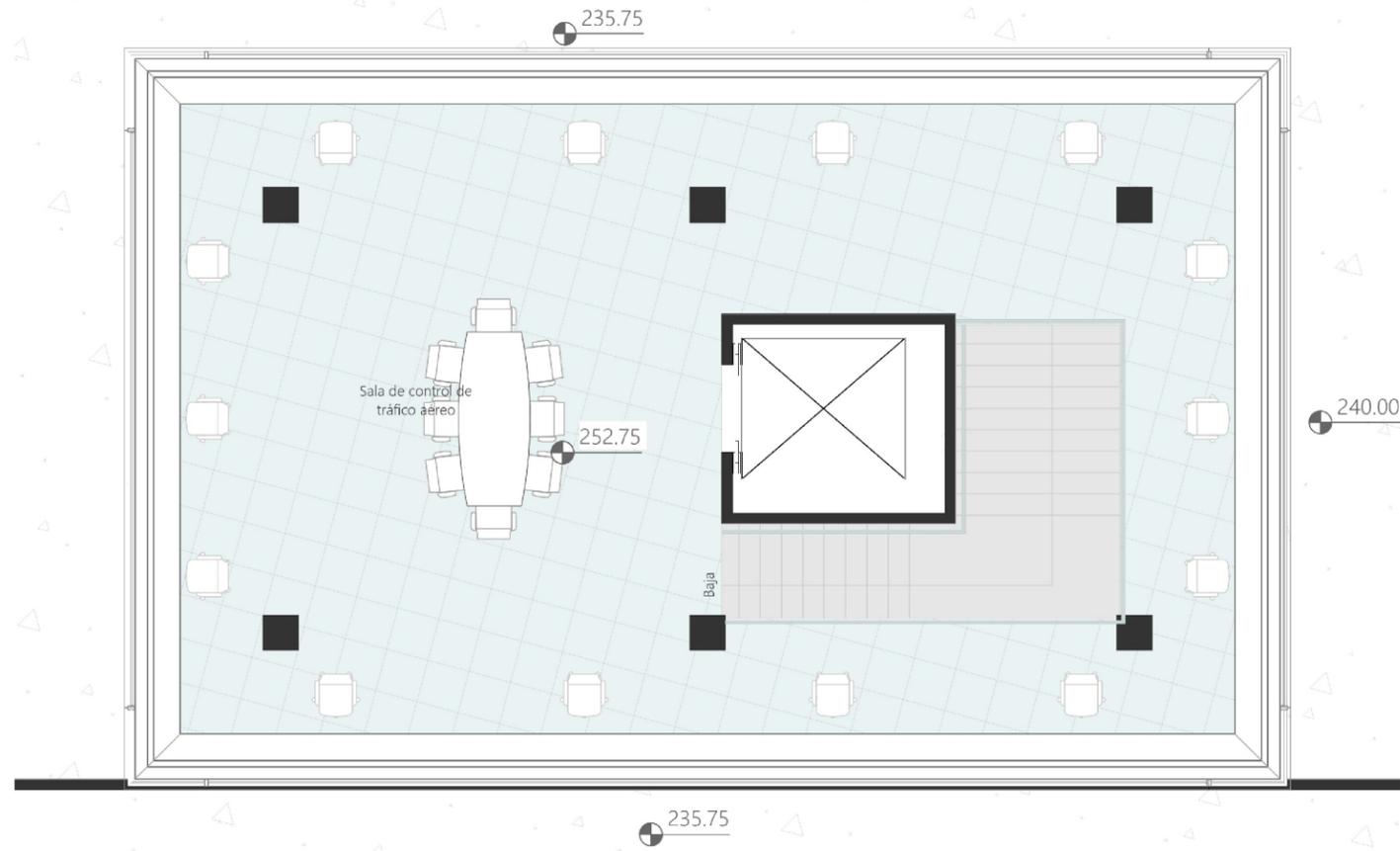


CONTENIDO:
Planta cuarto, quinto, sexto y
septimo nivel COE

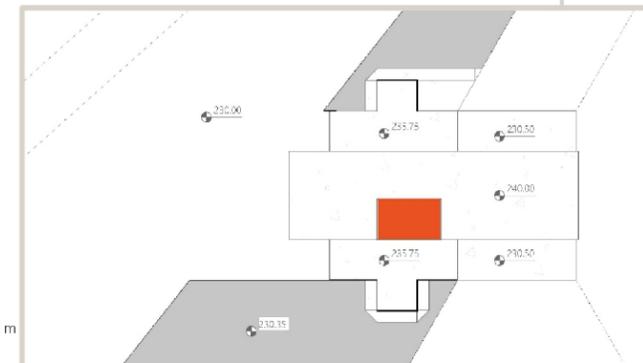


○ **Octavo nivel**
1:200

○ **Noveno nivel**
1:200



○ **Decimo nivel**
1:100



CONTENIDO:
Planta octavo, noveno y décimo nivel
COE



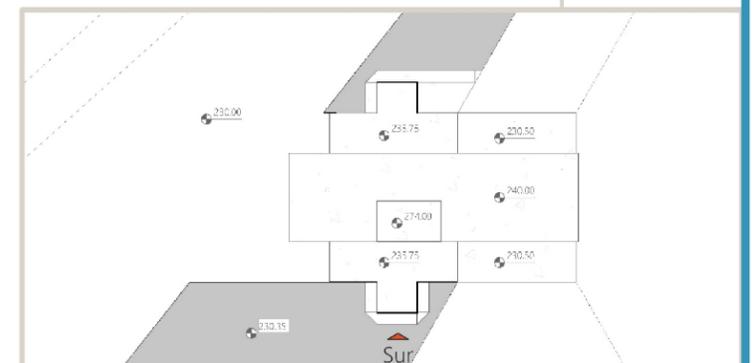
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394

Fachada sur COE

CONTENIDO:



Fachada sur
 1:250





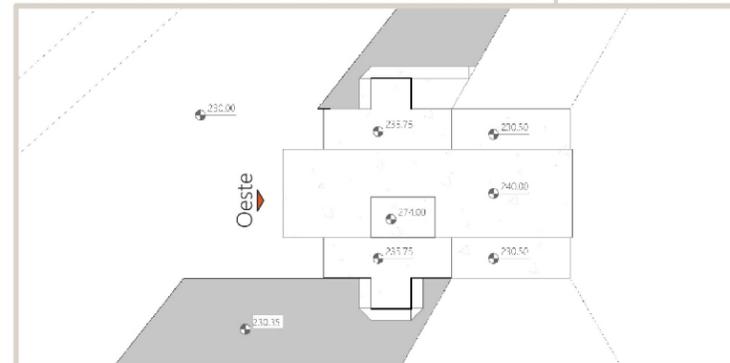
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394

Fachada oeste COE

CONTENIDO:

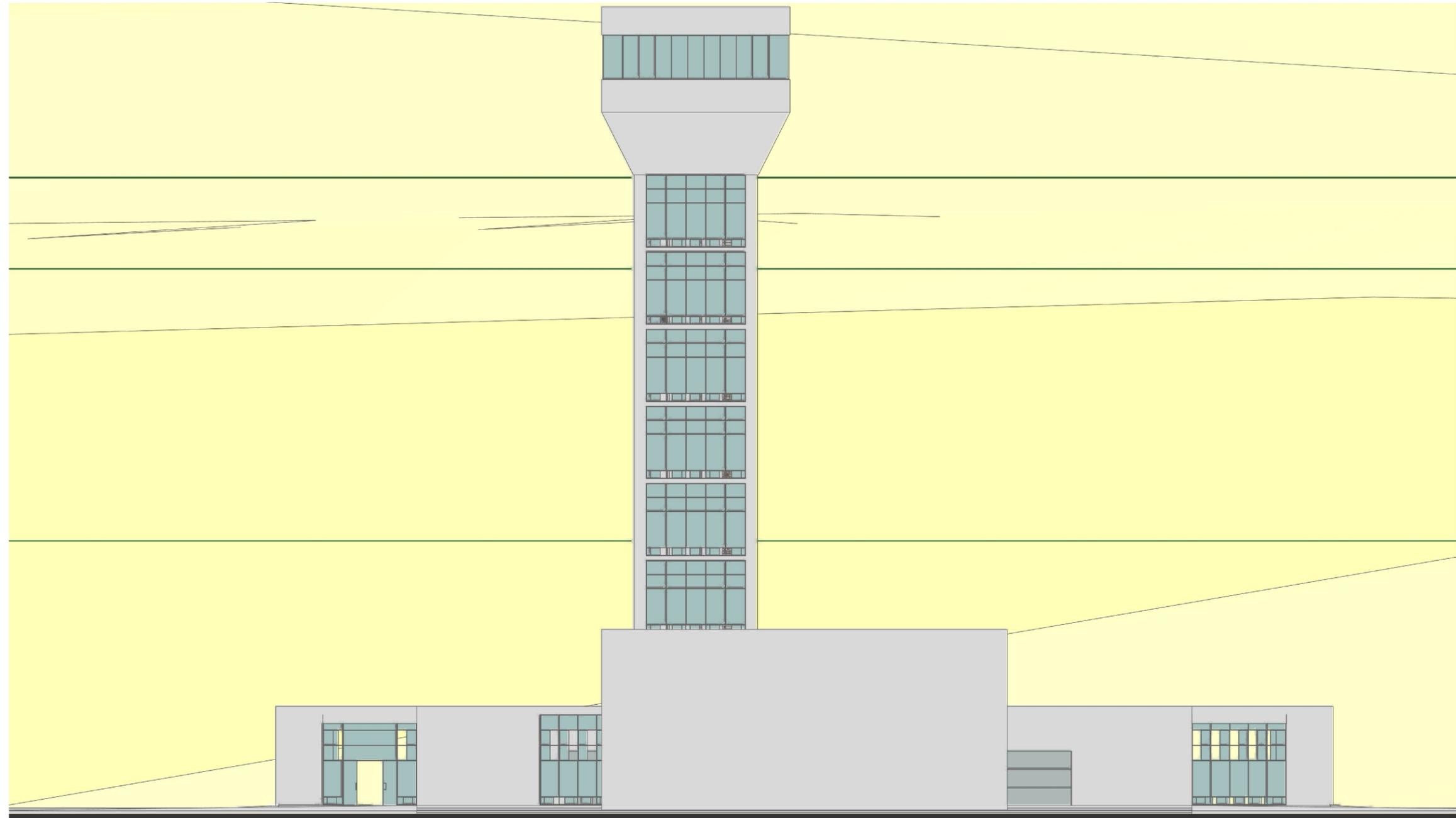


Fachada oeste
 1:250





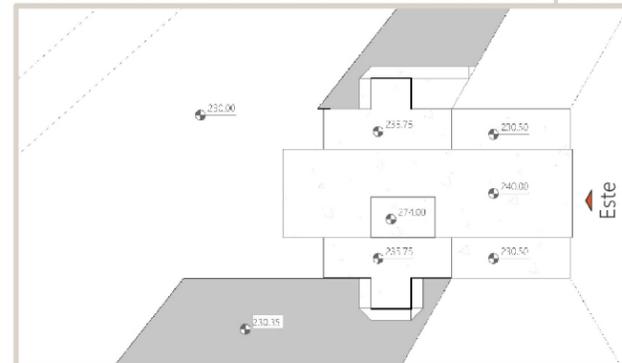
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Fachada este COE

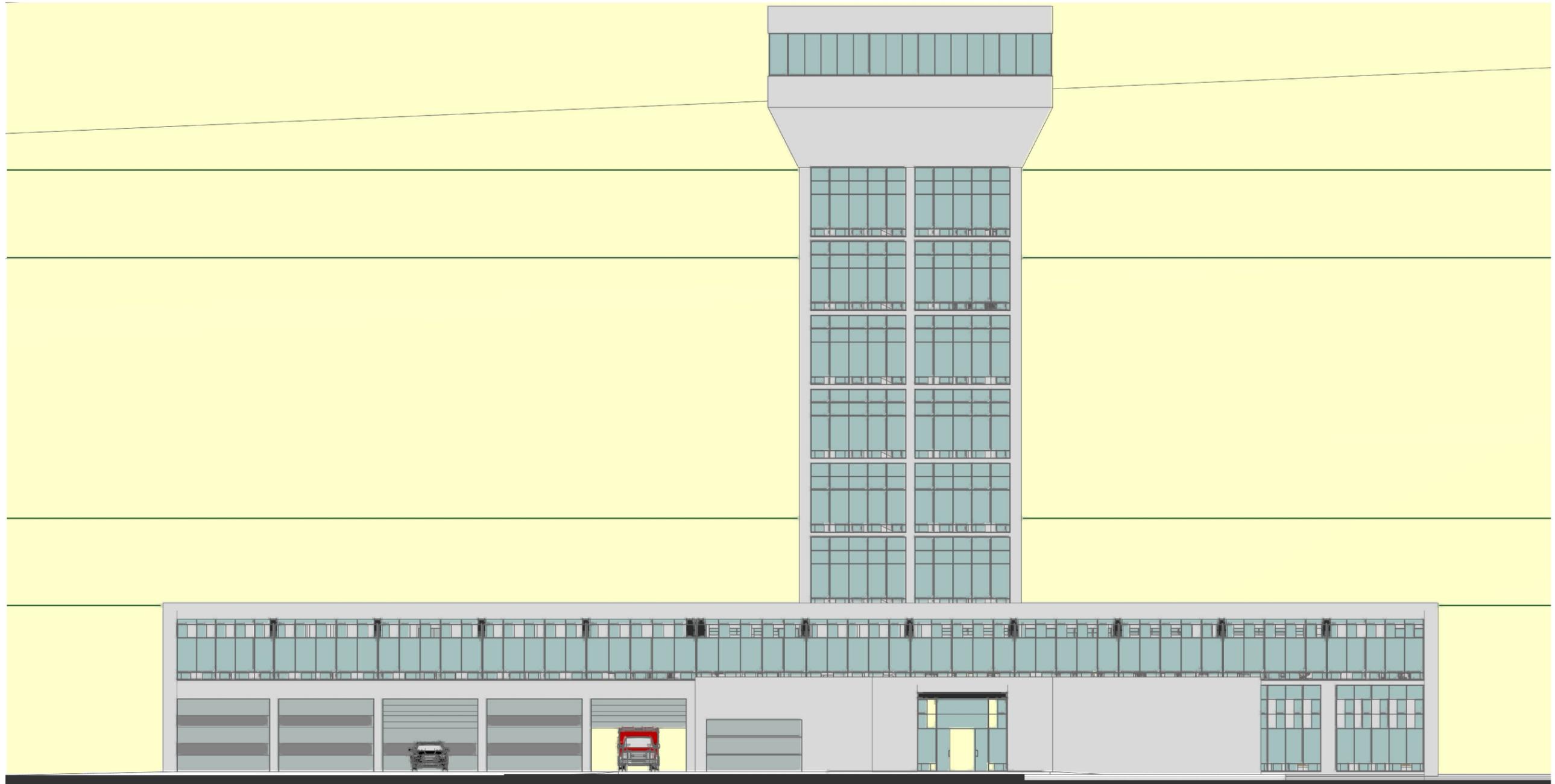
CONTENIDO:

Fachada este
 1:250





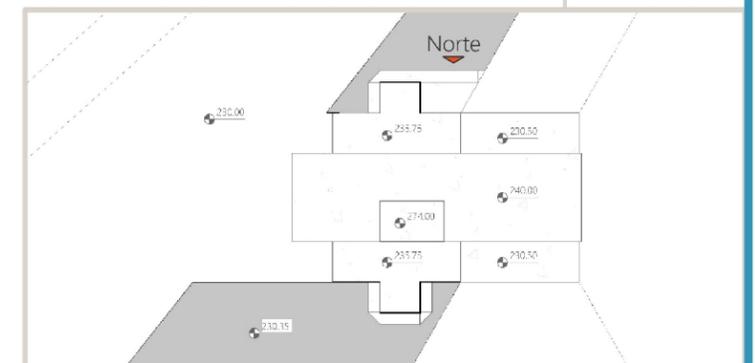
DISEÑO:
 José Luis López Castillo
 CARNÉ:
 2010 16394



Fachada norte COE

CONTENIDO:

Fachada norte
 1:250

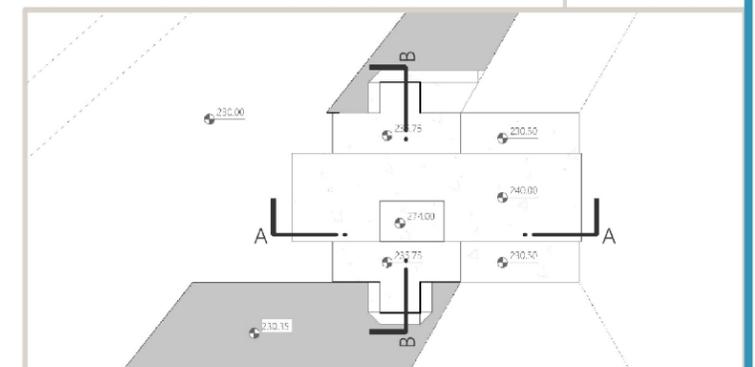




Sección A COE

CONTENIDO:

Sección A
1:250





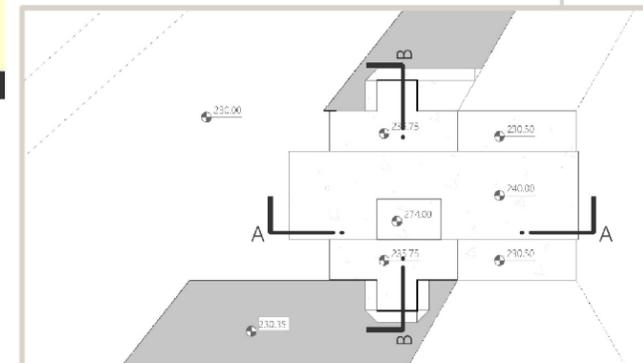
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394

Sección B COE

CONTENIDO:

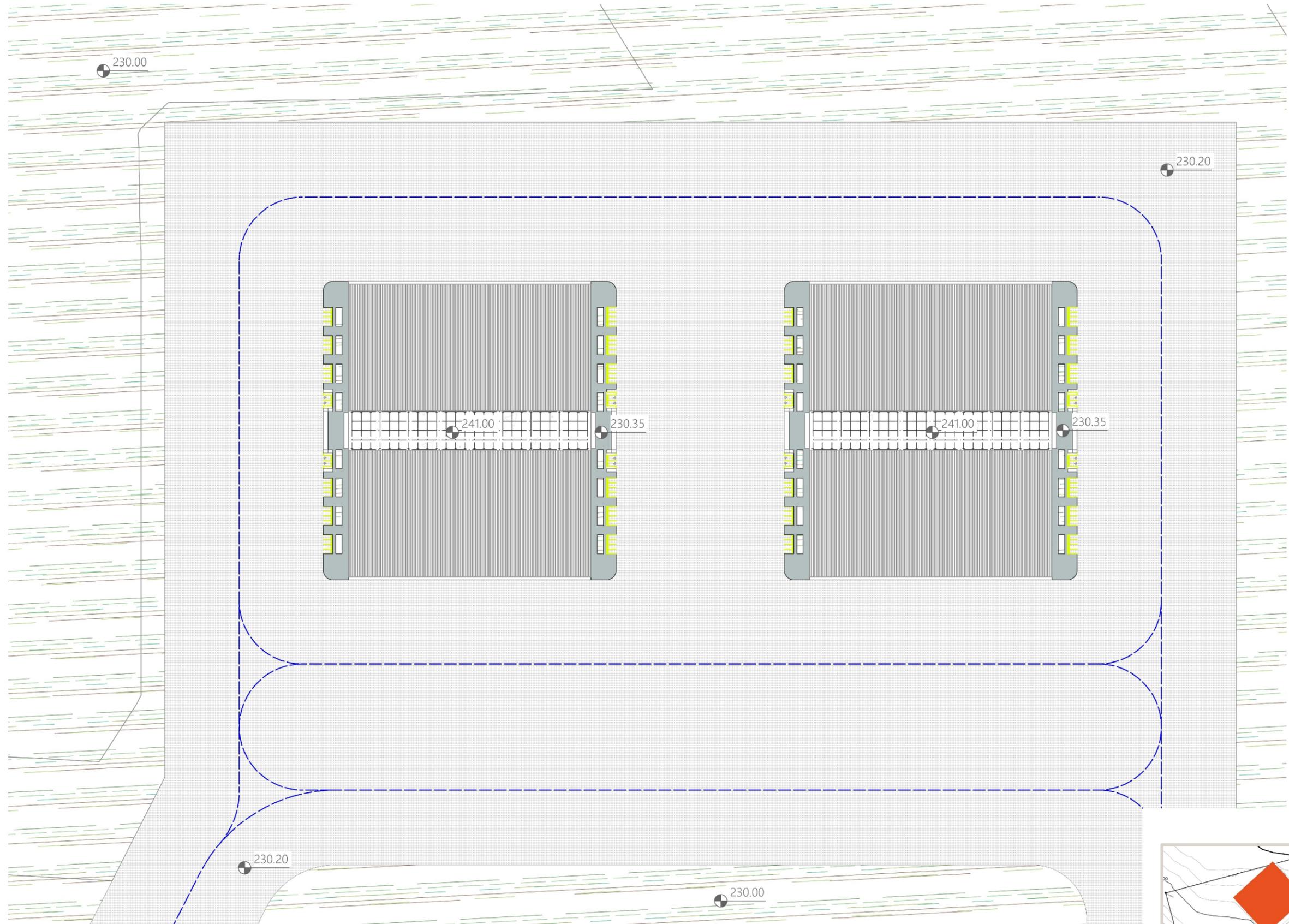


Sección B
 1:200





DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394

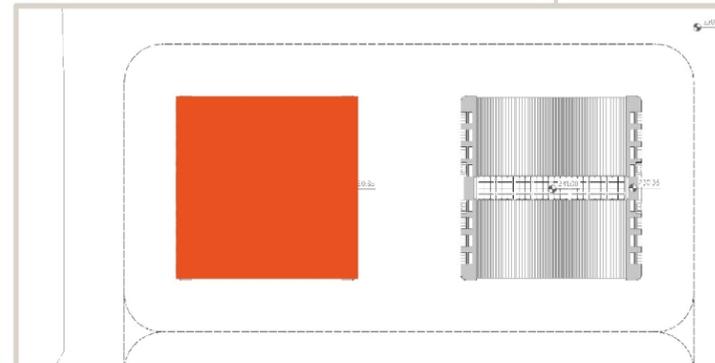
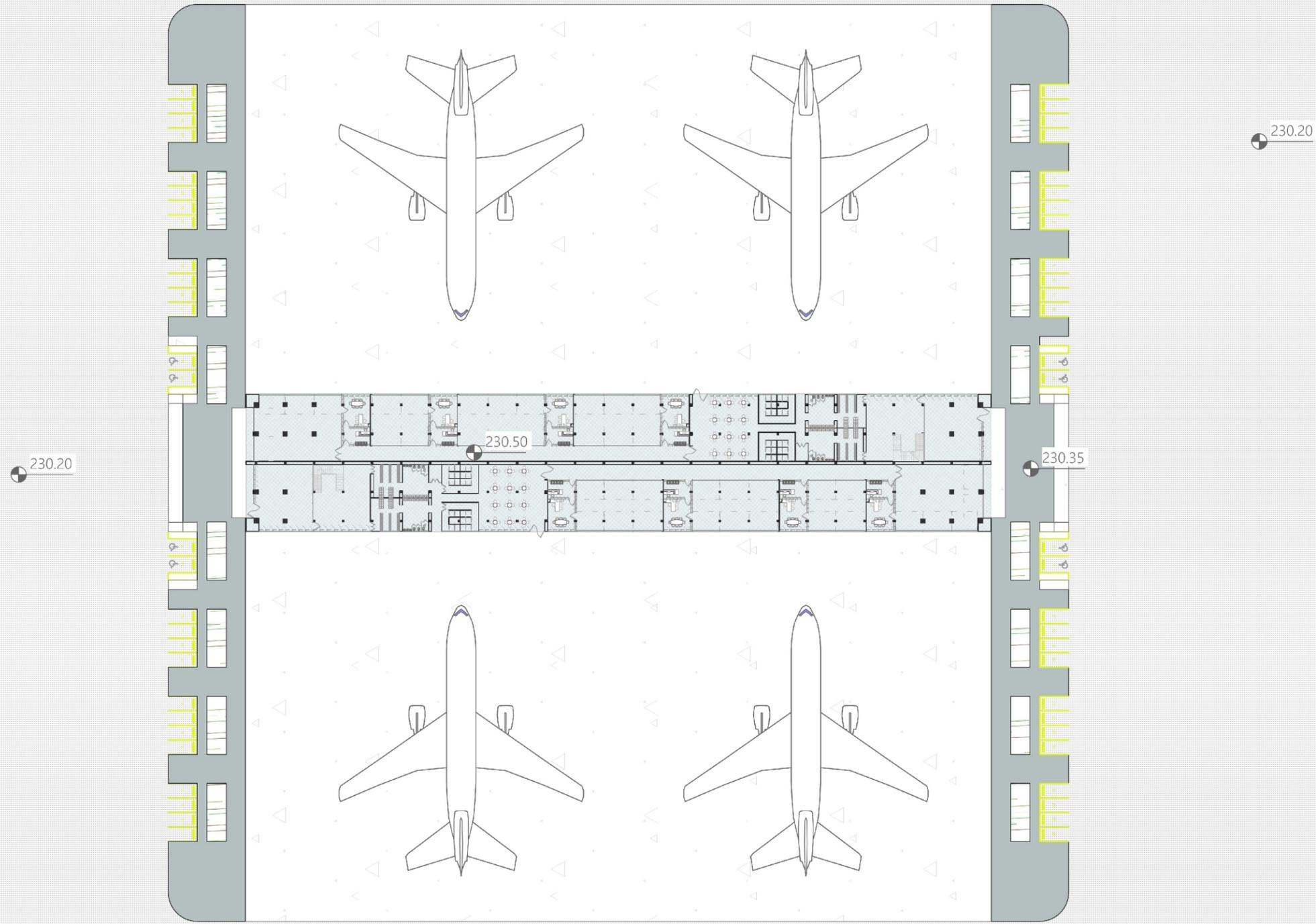


CONTENIDO: Conjunto Hangares

Planta general Hangares
 1:2500



Primer nivel
1:1000



CONTENIDO:

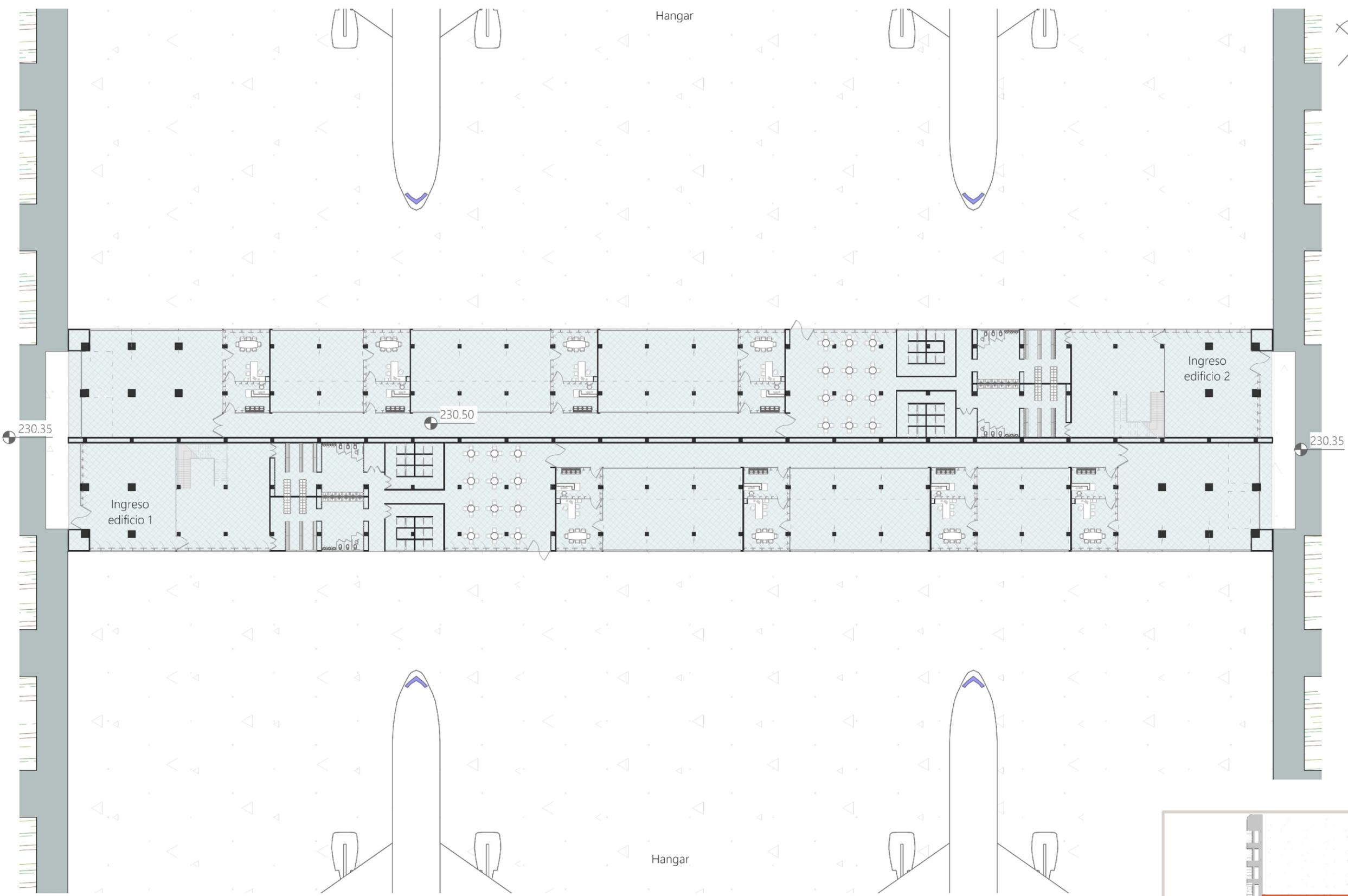
Planta primer nivel Hangares

DISEÑO:
José Luis López Castillo
CARNÉ:
2010 16394

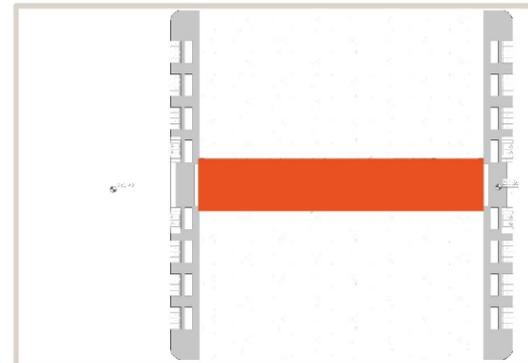




DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



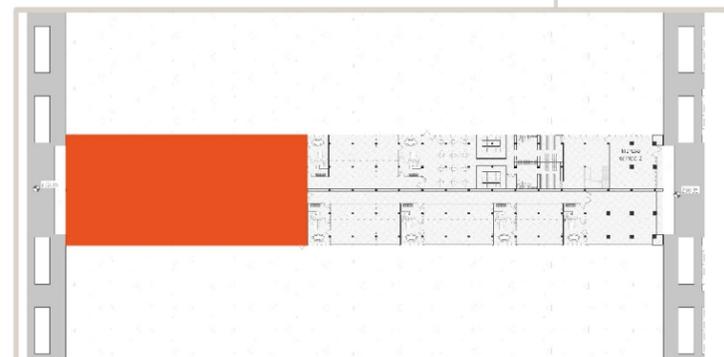
Primer nivel
 1:500



CONTENIDO: Planta primer nivel oficinas de Hangares



Primer nivel detalle 1
 1:200

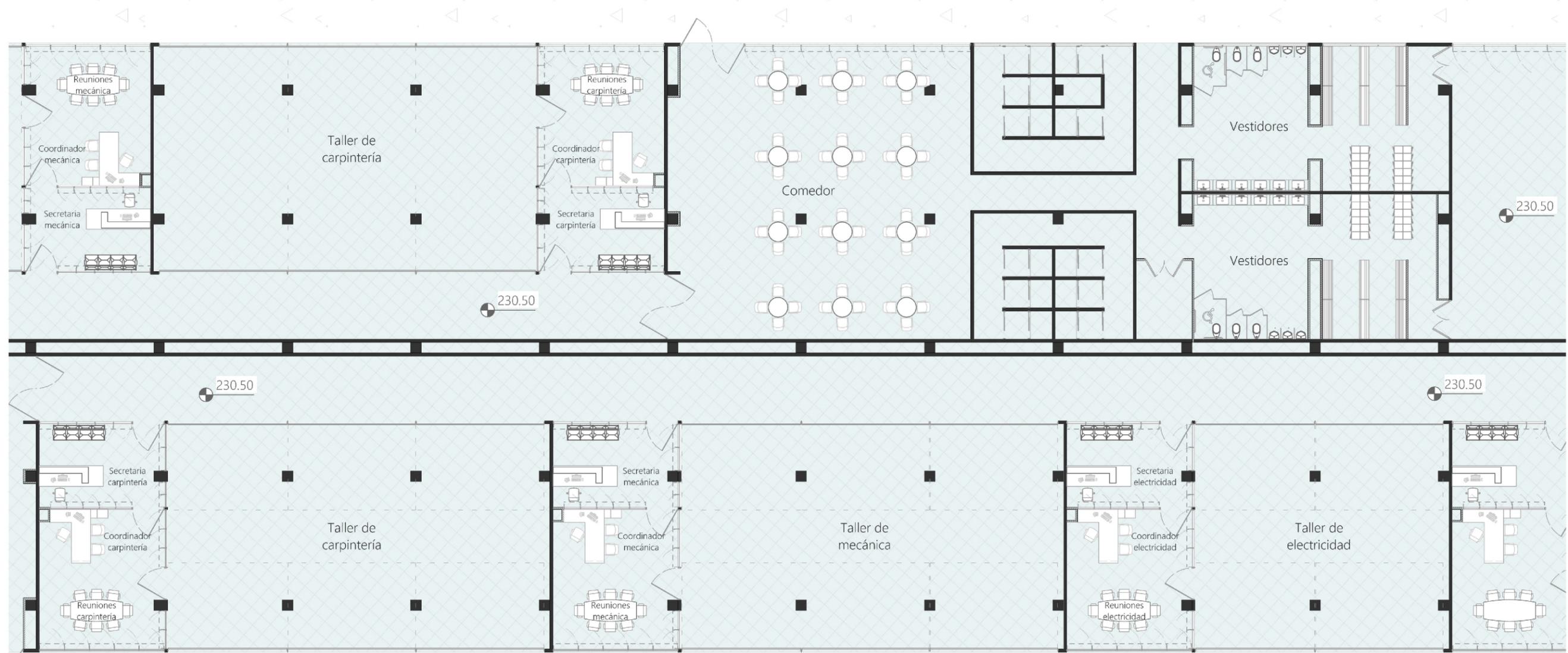


CONTENIDO:

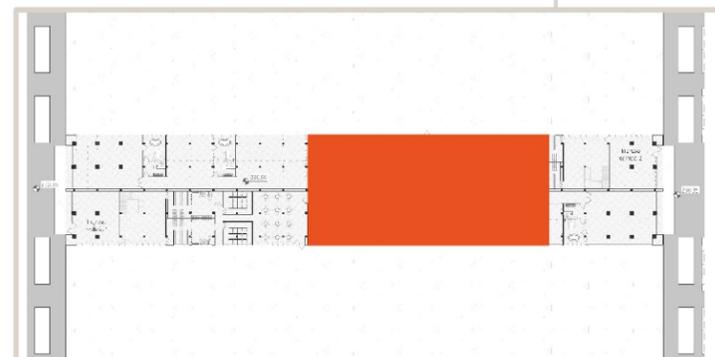
Detalle primer nivel de Hangares



DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Primer nivel detalle 2
 1:200



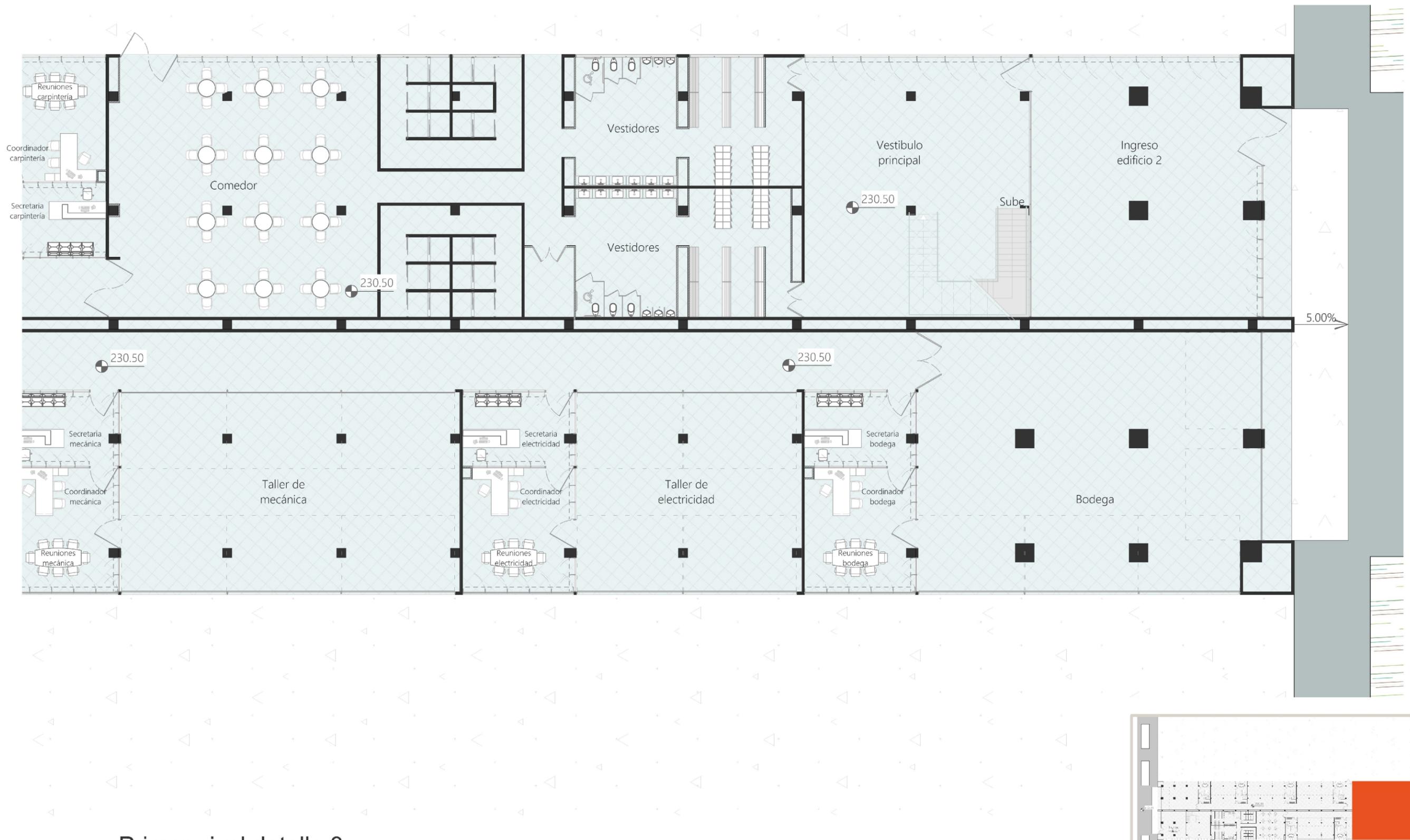
CONTENIDO:

Detalle primer nivel de Hangares



DISEÑO:
José Luis López Castillo

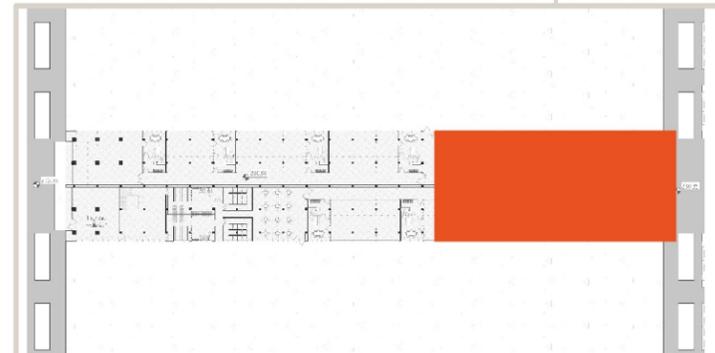
CARNÉ:
2010 16394



CONTENIDO:

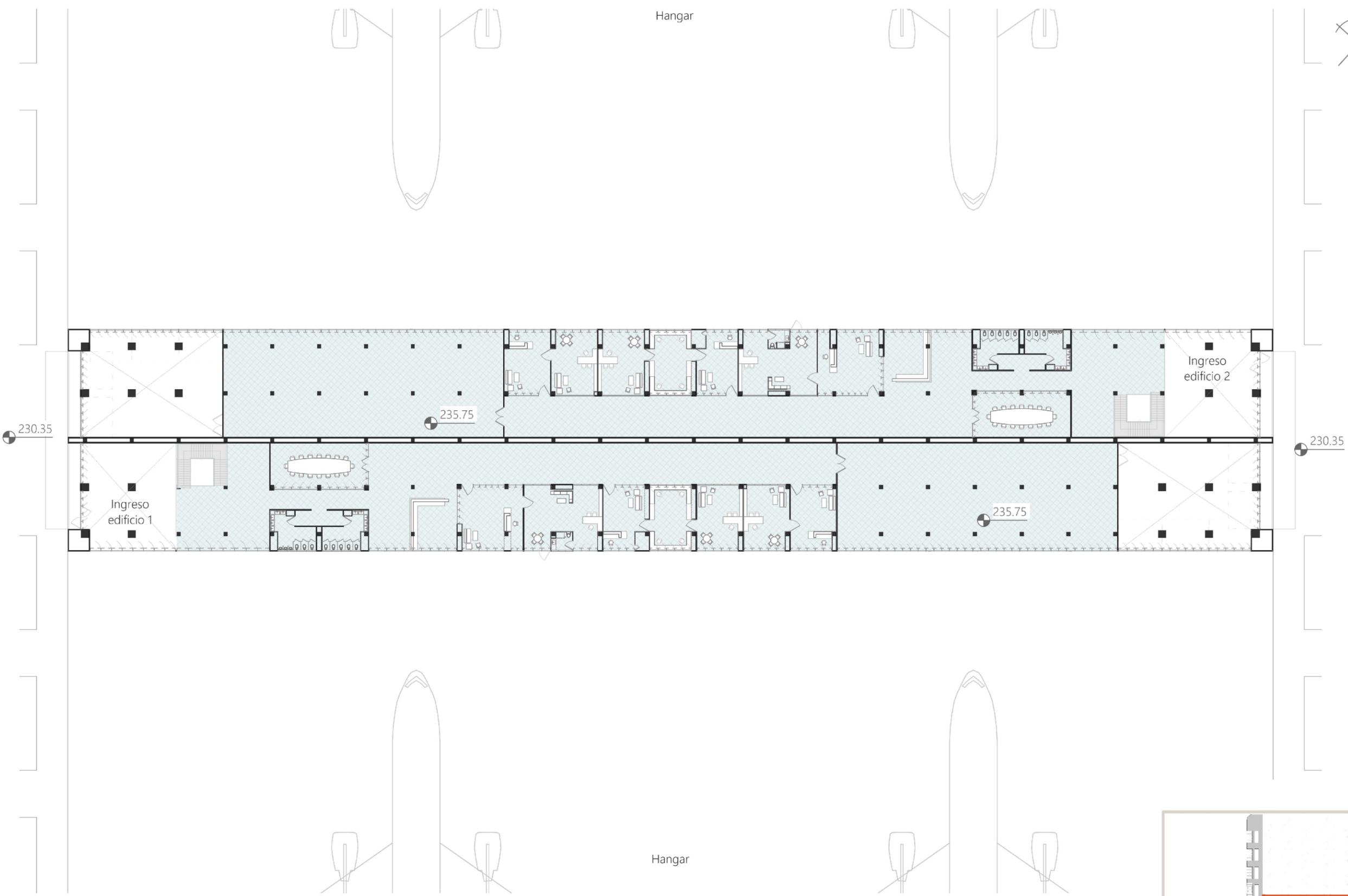
Detalle primer nivel de Hangares

Primer nivel detalle 3
1:200



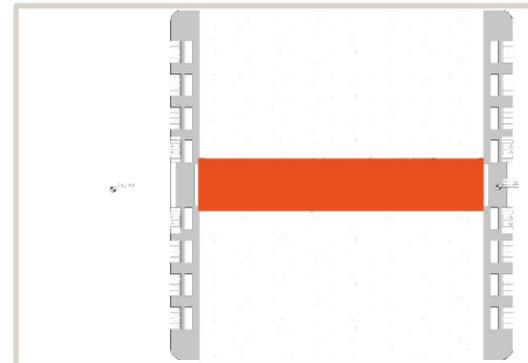


DISEÑO:
José Luis López Castillo
CARNÉ:
2010 16394



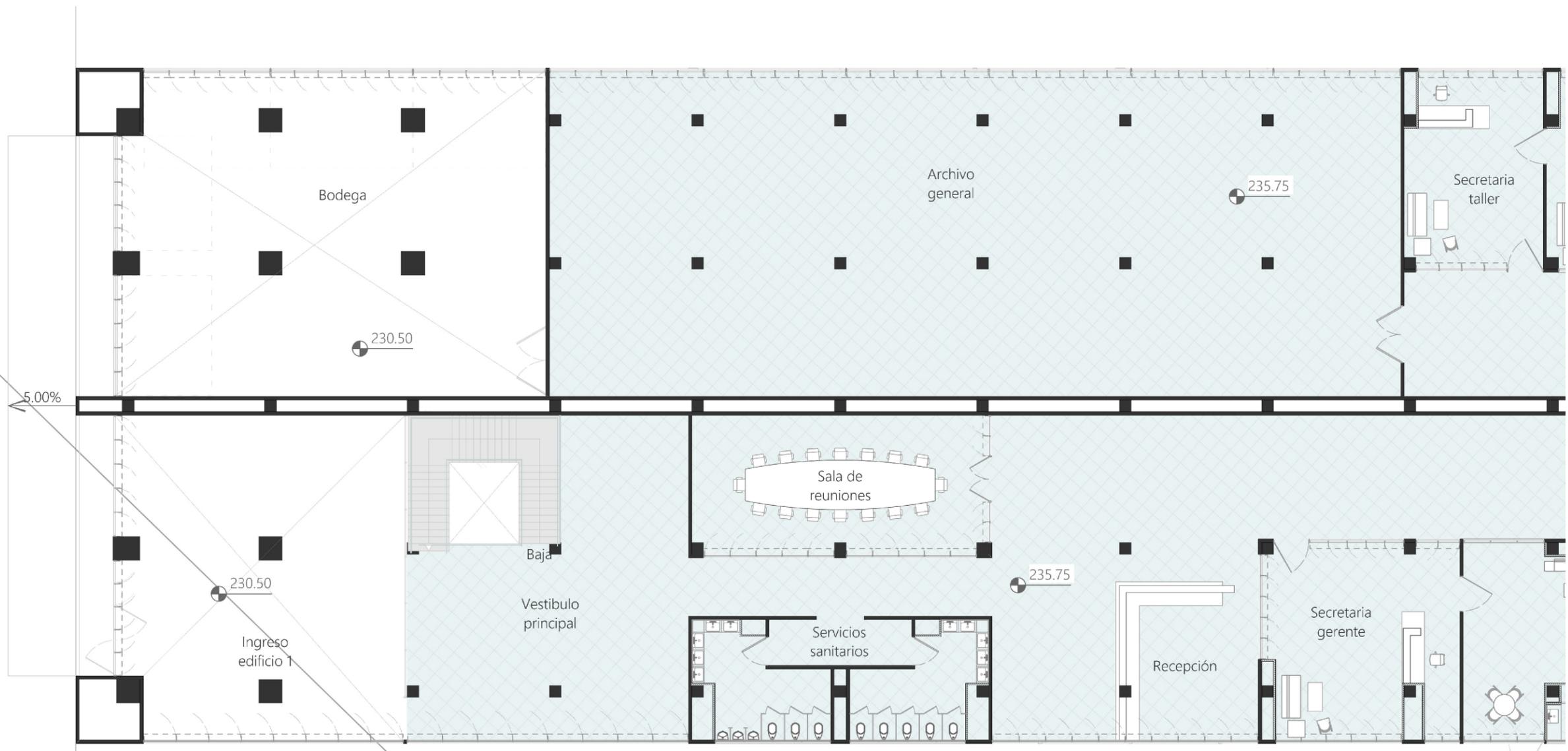
CONTENIDO:
Planta segundo nivel oficinas de
Hangares

Segundo nivel
1:500



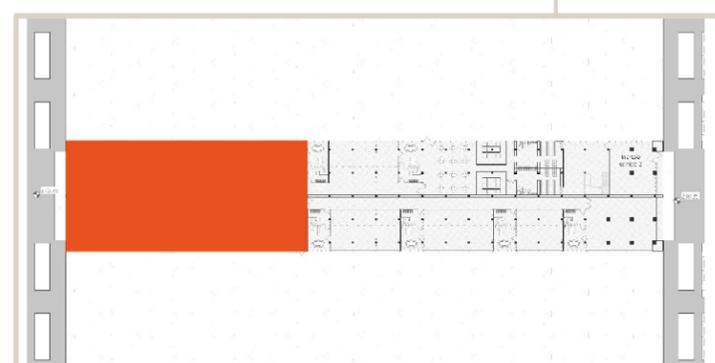


DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



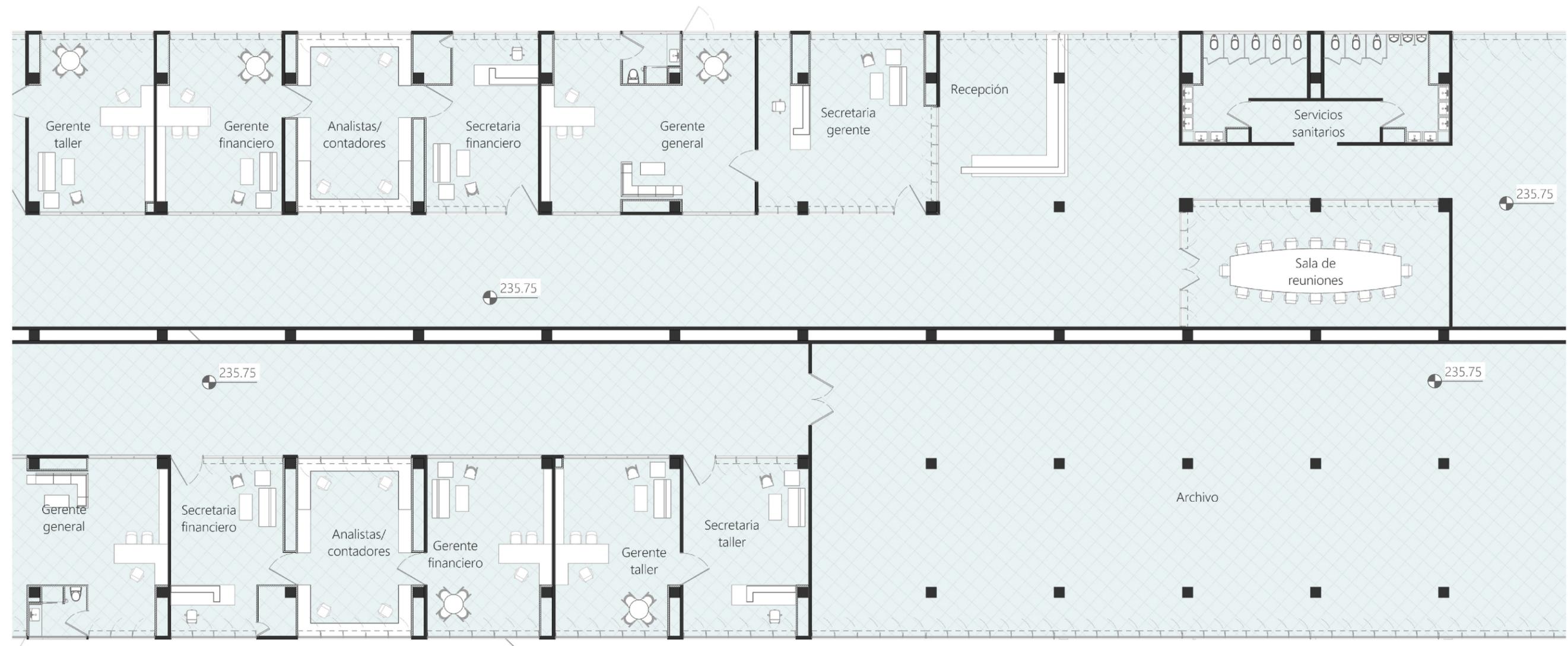
CONTENIDO:
 Detalle segundo nivel de Hangares

Segundo nivel detalle 1
 1:200





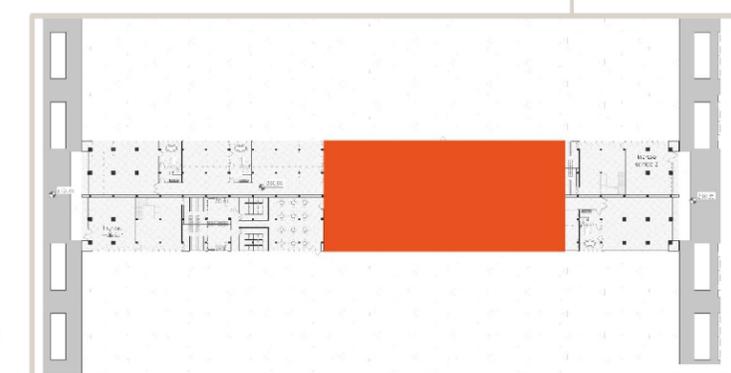
DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Segundo nivel detalle 2
 1:200

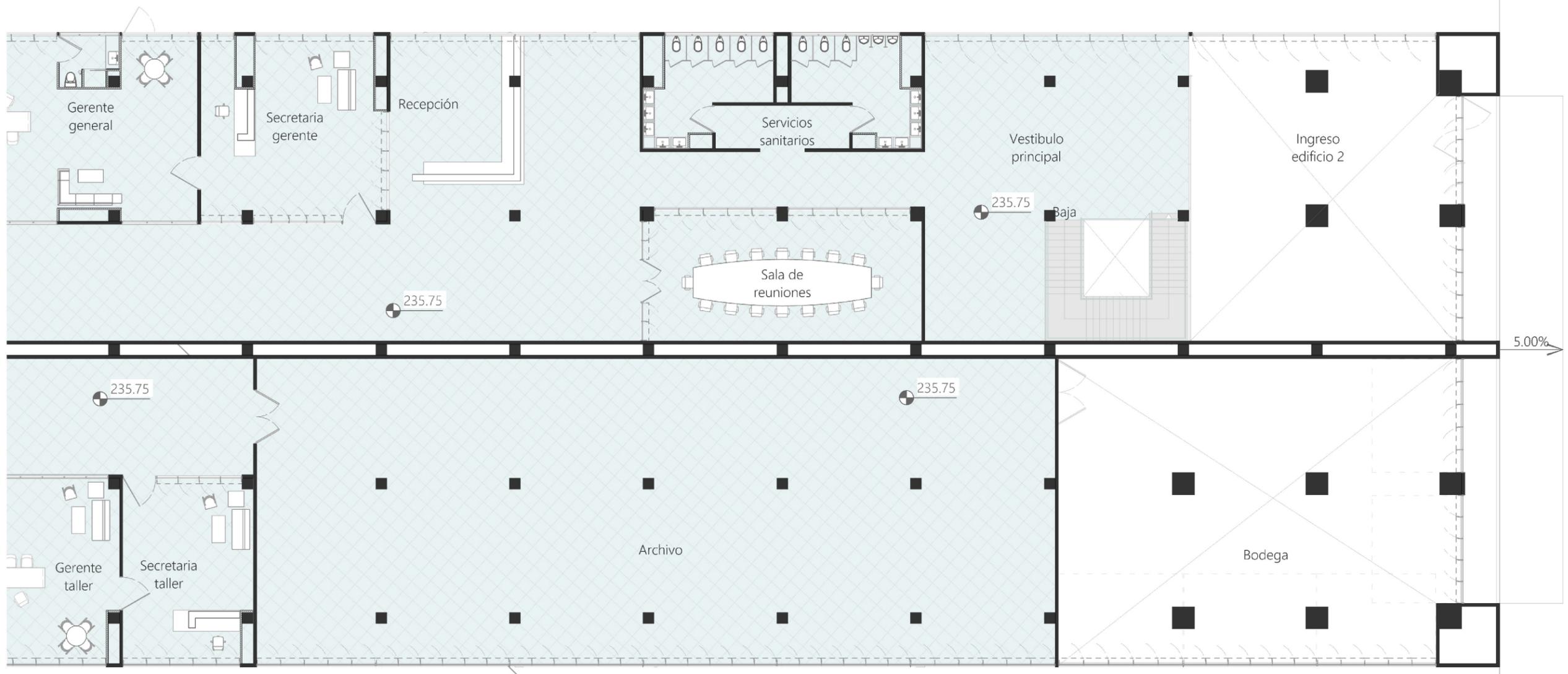
CONTENIDO:

Detalle segundo nivel de Hangares



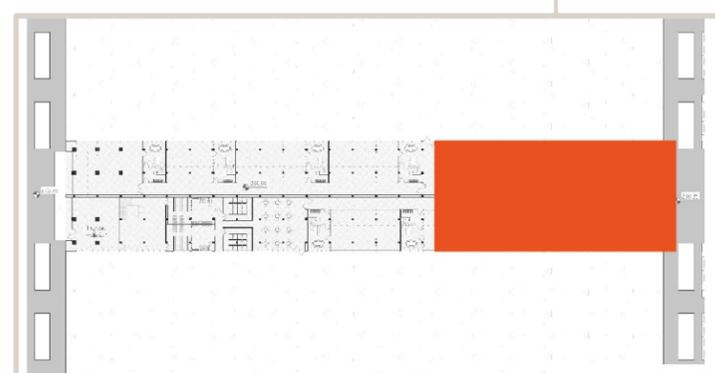


DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



CONTENIDO: Planta segundo nivel detalle de oficinas de Hangares

Detalle 2do nivel Oficinas
 1:200





DISEÑO: José Luis López Castillo
 CARNÉ: 2010 16394



Fachada sur
 1:500



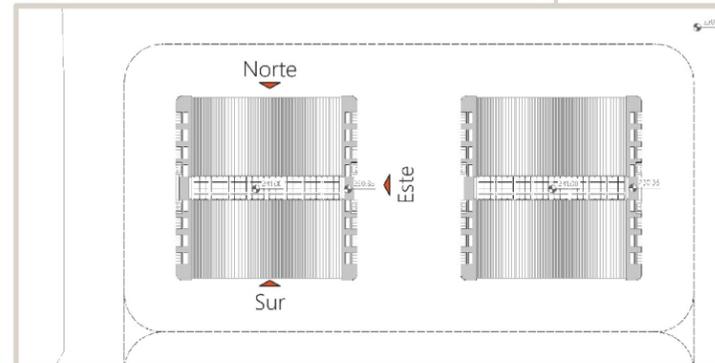
Fachada norte
 1:500



Fachada este
 1:500

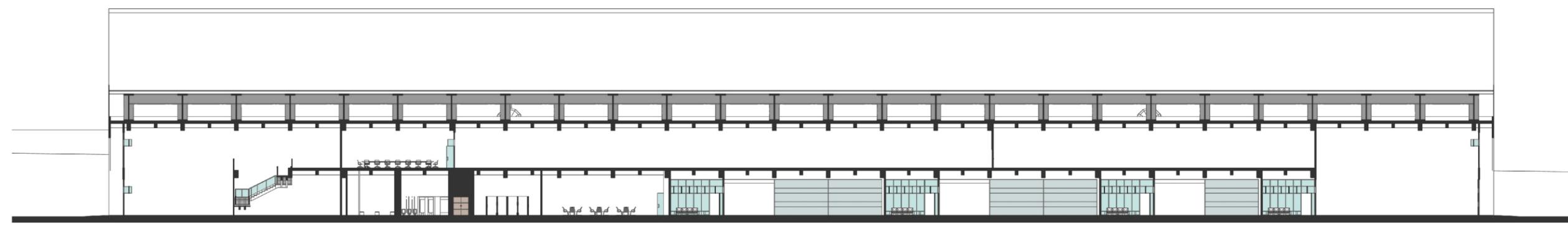
Fachadas Hangares

CONTENIDO:





DISEÑO:
José Luis López Castillo
CARNÉ:
2010 16394



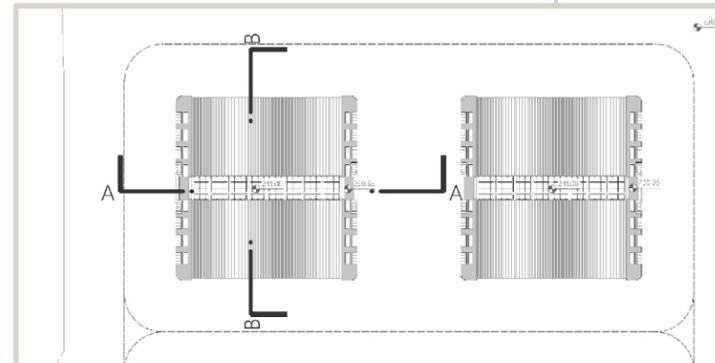
Sección A
1:500



Sección B
1:500

CONTENIDO:

Secciones Hangares



5.1.32-Apuntes



Ilustración 62: Vista aérea general de conjunto.





Ilustración 63: Fachada oeste DGAC.





Ilustración 64: Fachada sur DGAC.





Ilustración 65: Fachada norte DGAC.





Ilustración 66: Fachada este DGAC.





Ilustración 67: Vestíbulo DGAC.





Ilustración 68: Oficina dirección DGAC.





Ilustración 69: Oficinas DGAC.





Ilustración 70: Jardines interiores DGAC.



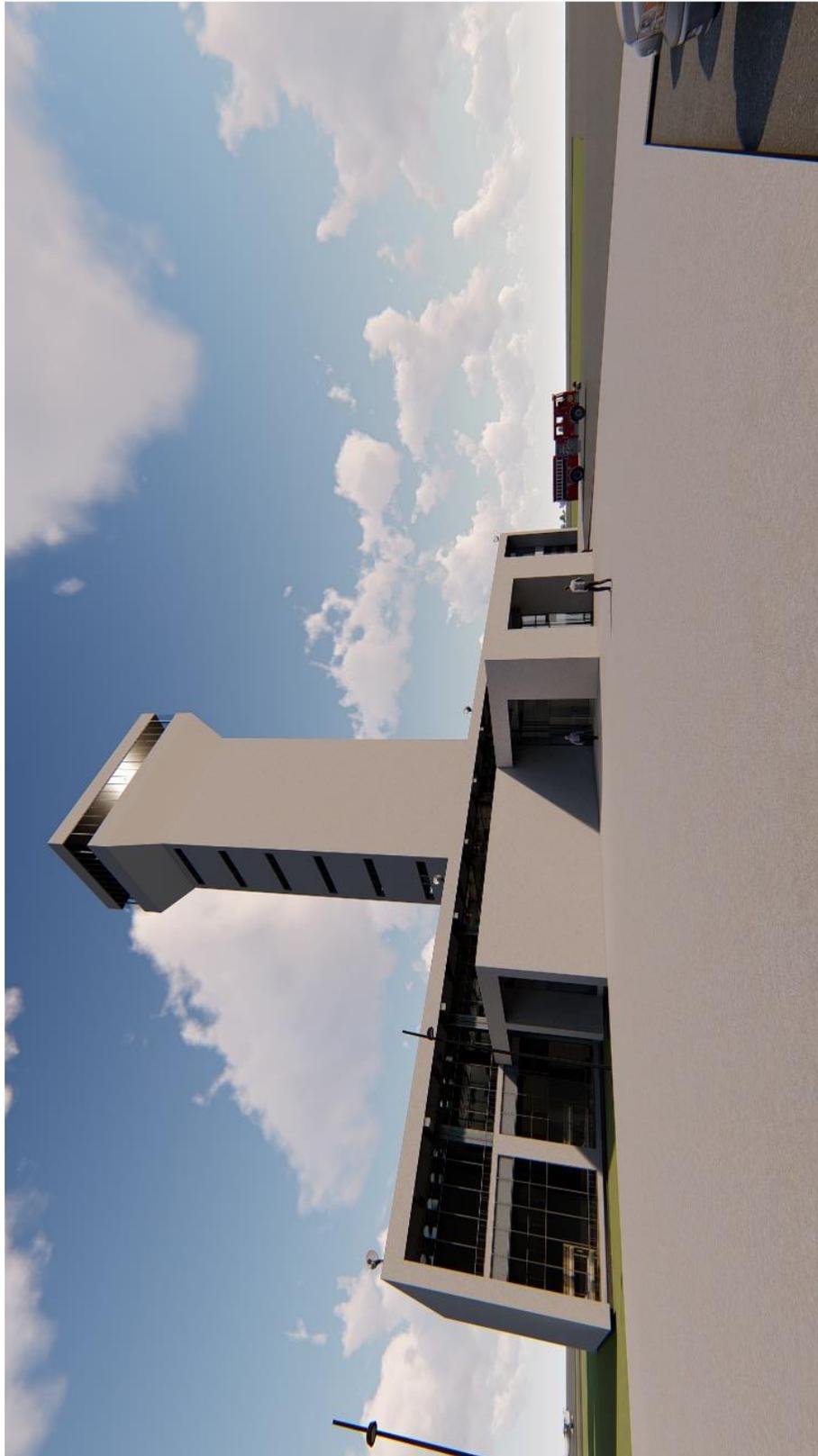


Ilustración 71: Fachada sur COE.





Ilustración 72: Fachada norte COE.





Ilustración 73: Ingreso COE.





Ilustración 74: Plataforma de respuesta a emergencias.





Ilustración 75: Recepción COE.





Ilustración 76: Sala de reuniones COE.





Ilustración 77: Dirección COE.





Ilustración 78: Oficina de meteorología COE.





Ilustración 79: Torre de control vista norte.



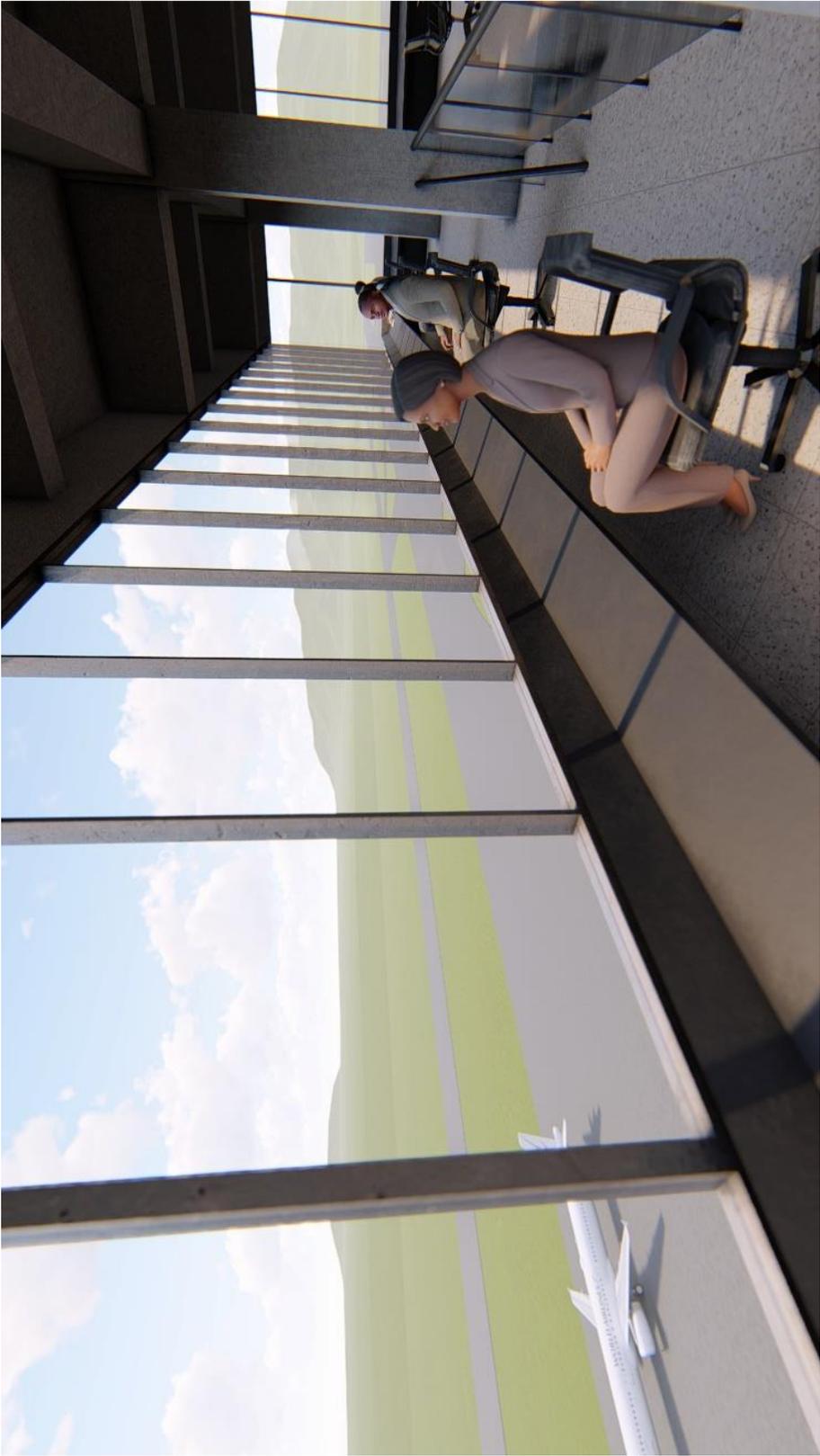


Ilustración 80: Torre de control vista sur.





Ilustración 81: Hangares vista este.





Ilustración 82: Hangares vista sur.



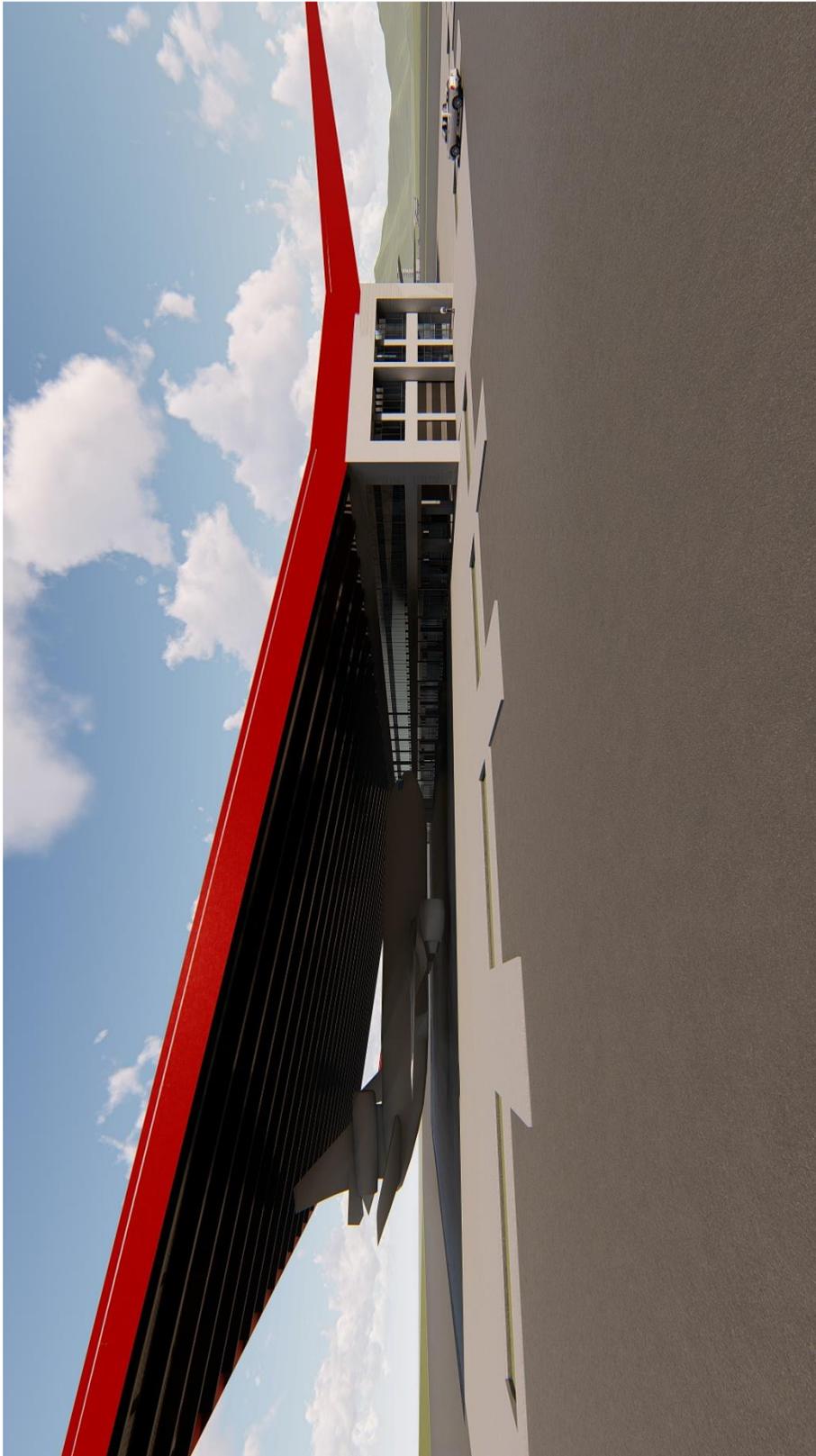


Ilustración 83: Hangares vista oeste.





Ilustración 84: Hangares vista norte.





Ilustración 85: Oficinas hangares.





Ilustración 86: Oficina gerente hangares.







Capítulo 6



- 6.1- Conclusiones
- 6.2- Recomendaciones
- 6.3- Bibliografía
- 6.4- Tabla de ilustraciones

6.1-Conclusiones

- La propuesta de anteproyecto de aeropuerto se presenta como un espacio que funcione a nivel nacional con posibilidades de crecimiento para la recepción y partida de aeronaves con rumbo a puertos internacionales.
- Es importante la diversificación de las actividades económicas de la región para fomentar el desarrollo del país.
- El emplazamiento de todo el equipamiento debe girar en torno a facilitar la movilización de las aeronaves en el espacio terrestre y que los tiempos de traslado sean los menores posibles para maximizar el uso de la pista de aterrizaje.
- Se debe promover el crecimiento de la industria aeronáutica como método de transporte a nivel nacional para apoyar al desarrollo económico de Guatemala.

6.2-Recommendaciones

- Se debe exponer más y de mejor forma los atractivos de la región nororiente por parte de las autoridades en los medios de comunicación (TV, internet, radio, etc.), en los próximos 15 años para promover la industria turística de una región que depende de una industria agraria agonizante por las sequías que azotan desde hace algunos años al corredor seco. Esto le permitirá a la población incursionar en nuevos mercados y promoverá el desarrollo de las personas.
- Es de suma importancia proveer de mejores servicios aeroportuarios a nivel nacional que permitan el crecimiento de la industria aeronáutica interna y permitan una comunicación más rápida entre regiones que la infraestructura vial, aun si se encontrara en buenas condiciones, no puede lograr por las limitantes de los vehículos además de las normativas; estas acciones permitirán que los negocios entre empresas nacionales que se encuentran en diferentes regiones del país se concreten con mayor facilidad y en menor tiempo.



6.3-Bibliografía

- «Aldea San Jorge.» *Guatepymes.com.* 2016.
www.guatepymes.com/geodic.php?keyw=8308 (último acceso: 4 de abril de 2016).
- Blanco Serrano, Joaquín. *Ingeniería aeroportuaria: Edificación y equipos aeroportuarios.* Madrid: Escuela técnica superior de ingenieros aeronáuticos, 2005.
- Centro de estudios conservacionistas, Nature service. *Políticas del suelo y de conservación de la región semiárida a nivel departamental y municipal de Guatemala: informe final.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.
- Chavarro Miranda, Fernando. «Bogotá y la ciudad-aeropuerto del 2025.» *Criterio Libre* Año 6, n° 8 (junio 2008): 5-17.
- «Congreso de la República aprobó a San Jorge como municipio número 336.» *Elzacapaneco.com.* 29 de enero de 2014.
<http://www.elzacapaneco.com/noticias-es.php?noticia=2666> (último acceso: 4 de abril de 2016).
- Consejo nacional de áreas protegidas. *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre.* Guatemala: Consejo nacional de áreas protegidas, 2006.
- Departamento de estadística de transporte aéreo. *Anuario estadístico.* Guatemala: Dirección general de aeronáutica civil, 2015.
- Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. *Claves para la taxonomía de suelos: servicio de conservación de recursos naturales.* Estados Unidos de América: Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América, 2006.

- Dirección general de aeronáutica civil. *Ley de aviación civil*. Editado por Congreso de la República. Guatemala: Dirección general de aeronáutica civil, 2001.
- . «Misión.» *Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda*. 2016. <http://www.dgac.gob.gt/index.php/sobre-dgac/filosofia-institucional> (último acceso: 6 de abril de 2016).
- «El ascenso de las aerotrópolis.» *CentralAmericaData.com*. 22 de abril de 2013. http://www.centralamericadata.com/es/article/home/El_ascenso_de_las_aerotropolis (último acceso: 7 de marzo de 2016).
- Great City Magazine. «El departamento de Zacapa.» *GTCIT Revista*. 2016. http://www.gtcit.com/el_departamento_de_zacapa_guatemala/ (último acceso: 23 de marzo de 2016).
- «Guía turística de Esquipulas.» *Esquipulas*. 17 de diciembre de 2008. <http://www.esquipulas.com.gt/noticias/mi-turstica-de-esquipulas/674/> (último acceso: 23 de marzo de 2016).
- Güller, Michael, y Mathis Güller. *Del aeropuerto a la ciudad-aeropuerto*. Traducido por Sandra Sanmiguel Sousa. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- . *La ciudad-aeropuerto: de la terminal heroica al manifiesto urbano*. Zúrich: Baudirektion Kanton, 2004.
- Instituto nacional de bosques. *Clasificación de tierras por capacidad de uso: aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala*. Guatemala: Instituto nacional de bosques, 1998.
- Instituto nacional de estadística. *Indicadores sociodemográficos: proyecciones de población 2015*. Guatemala: Instituto nacional de estadística, 2016.
- . *XI Censo nacional de población y VI de habitación*. Guatemala: Instituto nacional de estadística, 2002.



International Civil Aviation Organization. «About ICAO.» 2016. <http://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx> (último acceso: 6 de abril de 2016).

—. *Convention on International Civil Aviation*. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2006.

Laboratorio de información geográfica. *Mapa de zonas de vida de Holdridge de la república de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2002.

Mejia, Carlos. «Zacapa, tierra de contrastes.» *Xplorandoguatemala.com*. 16 de junio de 2015. <http://www.xplorandoguatemala.com/viajes-y-turismo/zacapa-tierra-de-contrastes> (último acceso: 23 de marzo de 2016).

Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación. *Clasificación de municipios para el desarrollo de obras viales prioritarias*. Guatemala: Ediciones Litoproqua, 2005.

Ordoñez, Antonio. «San Jorge, en Zacapa, es el municipio 336 de Guatemala.» *Soy 502*. 28 de enero de 2014. <http://www.soy502.com/articulo/san-jorge-zacapa-es-el-municipio-336> (último acceso: 4 de abril de 2016).

Organización de aviación civil internacional. *Manual de diseño de aerodromos*. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2006.

—. *Manual de planificación de aeropuertos*. Montreal: International civil aviation organization, 2002.

Piquero, Felix. «Sistema Instrumental de Aterrizaje. El ILS.» *Hisaviación 2.0*. 7 de julio de 2015. <http://www.hispaviacion.es/sistema-instrumental-de-aterrizaje-el-ils> (último acceso: 6 de abril de 2016).

Prensalibre.com. «San Jorge, Zacapa, será el municipio 336.» *Prensa Libre*. 28 de enero de 2014. <http://www.prensalibre.com/noticias/politica/zacapa->

san_jorge-congreso-nuevo_municipio_0_1074492732.html (último acceso: 4 de abril de 2016).

Quijada, Billy, y Juan Samayoa. «INGUAT abre oficina de información en Esquipulas.» *Esquipulas*. 2 de septiembre de 2010. <http://www.esquipulas.com.gt/noticias/inguat-abre-oficina-de-informacion-en-esquipulas/19838/> (último acceso: 23 de marzo de 2016).

Reviews, OECD Territorial. *Competitive Cities in the Global Economy*. Traducido por OECD Rights and Translation Unit. Paris: OECD, 2006.

Robles, Elsa. «Lugares turísticos de Zacapa.» *deGuate.com*. 19 de agosto de 2012. http://www.deguate.com/artman/publish/turismo_orientelugares-turisticos-de-zacapa.shtml#.VxZNCtDhA_4 (último acceso: 23 de marzo de 2016).

Rodríguez, Nicolás. «Turismo de esquipulas.» *Esquipulas*. 2006. <http://www.esquipulas.com.gt/turismo.htm> (último acceso: 29 de agosto de 2016).

Salcedo Conte, Solangel Gomez. «Introducción al MLS.» *Slideshare*. 28 de junio de 2012. <http://es.slideshare.net/salcedocm/introduccion-al-mls> (último acceso: 6 de abril de 2016).

Sassen, Saskia. *The Global City*. New Jersey: Princeton University Press, 1991.

Secretaría de planificación y programación de la presidencia. *Plan de Desarrollo Integral Región Oriente*. Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2015.

—. *Plan de desarrollo regional 2011-2025*. Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2011.

Secretaría de planificación y programación de la presidencia, Banco interamericano de desarrollo. *Estrategia para la gestión integrada de los*



- recursos hídricos de Guatemala*. Guatemala: Secretaría de planificación y programación de la presidencia, 2006.
- Sistema estadístico nacional. *Caracterización departamental, Zacapa 2013*. Guatemala: Instituto nacional de estadística, 2014.
- Superintendencia de telecomunicaciones. *Boletín estadístico*. Guatemala: Superintendencia de telecomunicaciones, 2015.
- Unidad de planificación geográfica y gestión de riesgo. *Mapa de cuencas hidrográficas a escala 1:50,000 de la república de Guatemala: método Pfafstetter*. Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2009.
- Unidad de políticas e información estratégica. *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la república de Guatemala a escala 1:250,000: memoria técnica*. Guatemala: Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, 2000.
- Wikiguate. «Distribuidora de electricidad de oriente.» 7 de mayo de 2015. disponible en <http://wikiguate.com.gt/distribuidora-de-electricidad-de-oriente/> (último acceso: 4 de septiembre de 2016).



6.4-Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Vista aérea de la propuesta de terminal de pasajeros. Fuente: Diseño del anteproyecto del equipamiento urbano terrestre del aeropuerto internacional en San Jorge, Zacapa, Angela Barrera, 2017.	1
Ilustración 2 - Corredor Seco. Fuente: wikimedia.org.....	2
Ilustración 3 - Productos tradicionales de Guatemala. Fuente: deGuate.com, 2016.	3
Ilustración 4 - Módulo de información turística. Fuente: obraestudio, 2012.	5
Ilustración 5-Museo de Paleontología y Arqueología "Roberto Wookfolk Saravia." Fuente: deGuate.com, 2011.	6
Ilustración 6-Obras de Infraestructura. Fuente: El Economista, 2015.	7
Ilustración 7-Rótulo al ingresar al municipio. Fuente: Soy502.com, 2014.....	20
Ilustración 8-Edificio Dirección General de Aeronáutica Civil. Fuente: El Periódico, 2015.....	22
Ilustración 9-Manual de Diseño de Aeródromos. Fuente: OACI, 2005.....	22
Ilustración 10: Bosque espinoso. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», La flora oriental (septiembre 4, 2012), http://josemata.zenfolio.com/img/s1/v57/p1096093906-4.jpg	31
Ilustración 11: Cacto. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», La flora oriental (septiembre 4, 2012), http://josemata.zenfolio.com/img/s/v-3/p1096113280-4.jpg	31
Ilustración 12: Manzanote. Fuente: José Mata, «Bosque chaparral espinoso», La flora oriental (septiembre 4, 2012), http://josemata.zenfolio.com/img/s/v-3/p1096139760-4.jpg	32



Ilustración 13: Guayacán. Fuente: «Chiquimula», Galeón Hispavista, http://galeon.hispavista.com/tikallatinmusica/img/arbolguayacanchiquimula2.jpg	32
Ilustración 14: Climas de la región oriente, según Thornwaite. Fuente: SINIT, SEGEPLAN, 2014.....	35
Ilustración 15: Velocidad del viento: promedio anual. Fuente: Departamento de investigación y servicios meteorológicos, INSIVUMEH, 2015.....	36
Ilustración 16: Niveles de humedad relativa promedio anual. Fuente: Departamento de investigación y servicios meteorológicos, INSIVUMEH, 2015.....	37
Ilustración 17: Precipitación total anual de la región oriente. Elaborado por el SINIT, SEGEPLAN, 2014.....	38
Ilustración 18: Temperatura media mensual de la región oriente. Elaborado por el SINIT, SEGEPLAN, 2014.....	39
Ilustración 19: Dimensiones generales de pista AILA. Fuente: Google Earth, 2016.	47
Ilustración 20: Distancias declaradas. Fuente: Organización de aviación civil internacional, Manual de diseño de aeródromos (Quebec: Internacional Civil Aviation Organization, 2006), 21.....	48
Ilustración 21: Calles de rodamiento. Fuente: Google Earth, 2016.....	48
Ilustración 22: Dimensiones generales de pista Tocumen. Fuente: Google Earth, 2016.....	49
Ilustración 23: Calles de rodamiento. Fuente: Google Earth, 2016.....	50
Ilustración 24: Localización del terreno. Fuente: elaboración propia. Plano base: SEGEPLAN, 2009.....	51



Ilustración 25: Ubicación del terreno. Fuente: Elaboración propia. Plano base: Google Earth, 2017.....	52
Ilustración 26: Acceso al terreno, RD-8. Fuente: elaboración propia.....	53
Ilustración 27: Perfil del terreno. Fuente: Elaboración propia.....	54
Ilustración 28: Perfil del terreno. Fuente: Elaboración propia	54
Ilustración 29: Ingreso por RD-8. Fuente: elaboración propia.	56
Ilustración 30: Análisis de pendientes. Fuente: elaboración propia.	57
Ilustración 31: Zonas de los aeródromos. Fuente: https://image.slidesharecdn.com/leccionn1familiarizacionconelaerodromo2012-140514170138-phpapp01/95/familiarizacin-con-el-aerodromo-2012-10-638.jpg?cb=1400086984	58
Ilustración 32: Orientación del aeropuerto de Barcelona. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d0/LEBL_Layout.svg/300px-LEBL_Layout.svg.png	58
Ilustración 33: Instalaciones de emergencia en aeródromos. Fuente: http://3.bp.blogspot.com/-h23W3GzTn2U/TeOyQD-BIBI/AAAAAAAAAFdM/m4CIQ2PJ4po/s1600/DSCN1912conv_057.jpg	59
Ilustración 34: Señalización en aérodromos. Fuente: http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/r10-rd57-2002.l4t1.html	59
Ilustración 35: Fachada Fuente: http://www.imagenzone.net/	59
Ilustración 36: Formas Fuente: Elaboración propia	60
Ilustración 37: Longitud de pista. Fuente: http://www.pasionporvolar.com/wp-content/uploads/2016/08/pistas-de-los-aeropuertos-6.gif	60



Ilustración 38: Organización de aviación civil internacional, Manual de planificación de aeropuertos: Parte 2 (Montreal: International Civil Aviation Organization, 2009), 23.	60
Ilustración 39: Elaboración propia en base a Alusistema, 2014. Disponible en http://alusistema.com/carpinteria-aluminio/en/portfolio/cristal-inteligente-acustico/	61
Ilustración 40: Tratamiento de aguas servidas. Fuente: Cyclus ID, 2017: disponible en https://image.slidesharecdn.com/tratamientoprimeriodeaguasresiduales-120326201443-phpapp02/95/tratamiento-primario-de-aguas-residuales-2-728.jpg?cb=1333522313	61
Ilustración 41: Doble piel. Fuente: https://mrmannoticias.blogspot.com/2009/07/doble-piel-arquitectura-responsable.html	62
Ilustración 42: Proceso de compostaje. Fuente: http://www.monografias.com/trabajos46/compostaje/Image1777.gif	62
Ilustración 43: Limpieza exterior de aeronaves. Fuente: https://media.cylex.com.mx/companies/1150/9245/images/Limpieza-Profesional-de-Aeronaves_312026_large.jpg	62
Ilustración 44: Sistema de radares de tráfico aéreo. Fuente: http://www.semi-group.com/ftp/comunicaciones/estaciones%20radar/DSC_0355.jpg	63
Ilustración 45: Elaboración propia.....	63
Ilustración 46: Estructura de acero del Aeropuerto de Stuttgart. Fuente: http://www.strutture.info/images/ECCS/3-d1.jpg	64

Ilustración 47: Composición de sistema de losa con viguetas pretensadas y molde metálico recuperable. Fuente: http://kamocad.com/img/Bib_90613_94372/lkmouldisometrio_93410.gif	64
Ilustración 48: Señal de salida de emergencia Fuente: NRD-2	65
Ilustración 49: Rampa Fuente: Elaboración propia	65
Ilustración 50: Abatimiento de puerta Fuente: Elaboración propia	65
Ilustración 51: Ancho de pasillos según uso Fuente: http://bhhslaboral.com.ar/analisis-del-anexo-vii-inciso-3-medios-de-escape-proteccion-contraincendios-decreto-35179-reglamento-de-higiene-y-seguridad-en-el-trabajo/	65
Ilustración 52: Señal de punto de reunión Fuente: NRD-2	65
Ilustración 53: Posicionamiento de torre de control. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.	67
Ilustración 54: Partes de una torre de control de tráfico aéreo. Fuente: AERTEC Solutions, 2016	67
Ilustración 55: Ubicación de Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.	68
Ilustración 56: Diagrama Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Joaquín Blanco, 2005.	68
Ilustración 57: Diagrama de bloques de conjunto. Fuente: Elaboración propia.	76
Ilustración 58: Hangares. Fuente: Elaboración propia.	78
Ilustración 59: Centro de operaciones de emergencia. Fuente: Elaboración propia.	78



Ilustración 60: Dirección general de aeronáutica civil. Fuente: Elaboración propia.	78
Ilustración 61: Torre de control de tráfico aéreo. Fuente: Elaboración propia.	79
Ilustración 62: Vista aérea general de conjunto.	112
Ilustración 63: Fachada oeste DGAC.....	113
Ilustración 64: Fachada sur DGAC.....	114
Ilustración 65: Fachada norte DGAC.....	115
Ilustración 66: Fachada este DGAC.....	116
Ilustración 67: Vestíbulo DGAC.	117
Ilustración 68: Oficina dirección DGAC.	118
Ilustración 69: Oficinas DGAC.....	119
Ilustración 70: Jardines interiores DGAC.....	120
Ilustración 71: Fachada sur COE.....	121
Ilustración 72: Fachada norte COE.....	122
Ilustración 73: Ingreso COE.....	123
Ilustración 74: Plataforma de respuesta a emergencias.....	124
Ilustración 75: Recepción COE.	125
Ilustración 76: Sala de reuniones COE.	126
Ilustración 77: Dirección COE.	127
Ilustración 78: Oficina de meteorología COE.	128
Ilustración 79: Torre de control vista norte.....	129



Ilustración 80: Torre de control vista sur	130
Ilustración 81: Hangares vista este	131
Ilustración 82: Hangares vista sur	132
Ilustración 83: Hangares vista oeste	133
Ilustración 84: Hangares vista norte	134
Ilustración 85: Oficinas hangares	135
Ilustración 86: Oficina gerente hangares	136





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MSc

Edgar Armando López Pazos
Decano Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Por este medio hago constar que he realizado la revisión de estilo del Proyecto de Graduación **“DISEÑO DEL EQUIPAMIENTO AÉREO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EN SAN JORGE, ZACAPA.”** del estudiante **JOSÉ LUIS LÓPEZ CASTILLO** perteneciente a la Facultad de Arquitectura, CUI **2365 46147 0101** y registro académico **201016394**, al conferírsele el Título de Arquitectura en el grado Académico de Licenciatura.

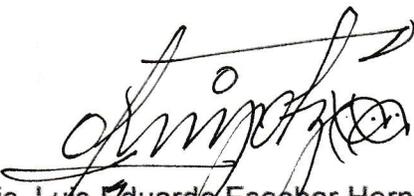
Luego de las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad requerida.

Extiendo la presente constancia en una hoja con los membretes de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de la Facultad de Arquitectura, a los veintiocho días de marzo de dos mil diecinueve.

Al agradecer su atención, me suscribo con las muestras de mi alta estima,

Atentamente,

Lic. Luis Eduardo Escobar Hernández
COL. No. 4509
COLEGIO DE HUMANIDADES

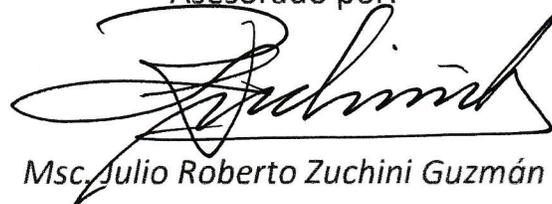

Lic. Luis Eduardo Escobar Hernández
Profesor Titular Facultad de Arquitectura
CUI 2715 41141 0101
Colegiado de Humanidades. No. 4509

**“Diseño del equipamiento aéreo del aeropuerto internacional en San Jorge,
Zacapa”**

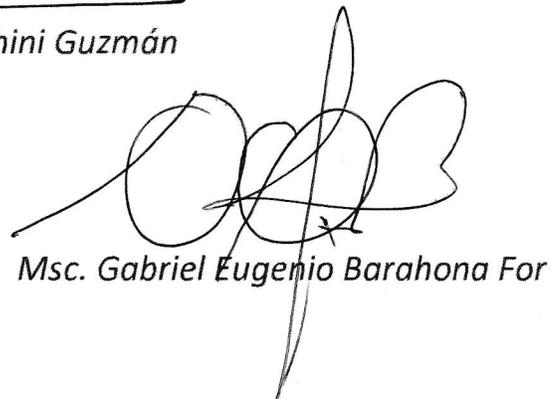
Proyecto de Graduación desarrollado por:


José Luis López Castillo

Asesorado por:


Msc. Julio Roberto Zuchini Guzmán

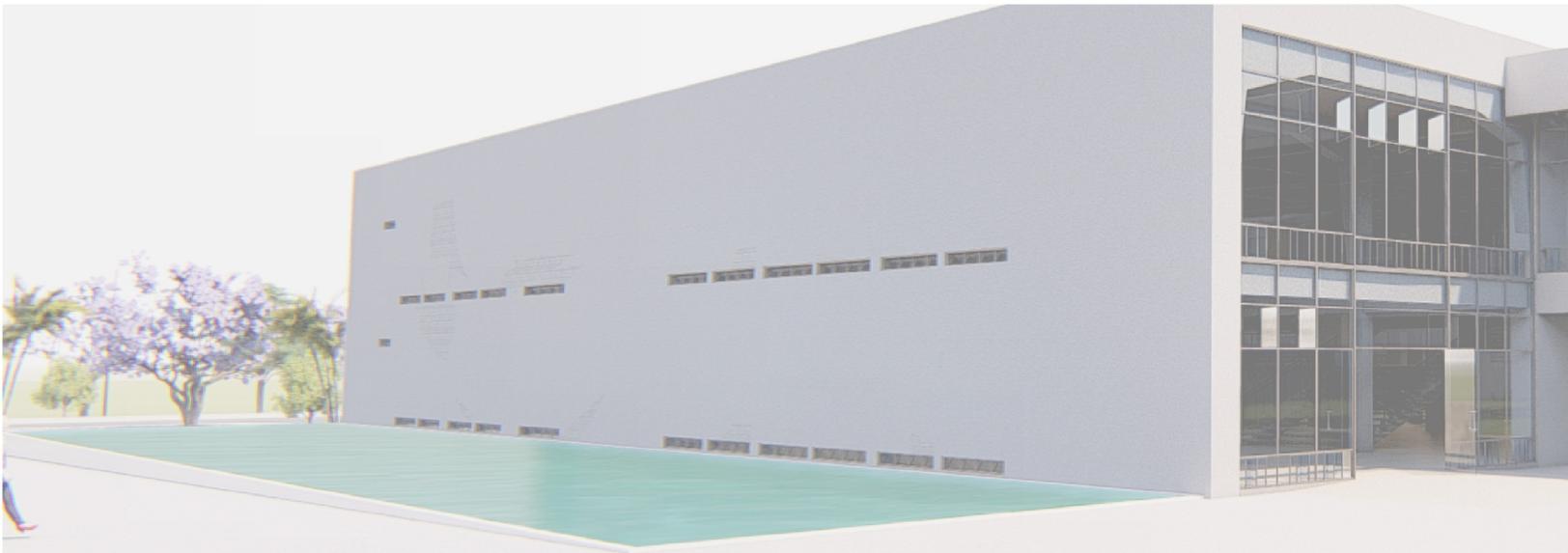

Ing. José Marcos Mejía Son


Msc. Gabriel Eugenio Barahona For

Imprímase:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Msc. Edgar Armando López Pazos
Decano



Universidad de San Carlos
"Id y enseñad a todos"



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



FACULTAD DE
ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA