

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO DE INGENIERIA AEROPORTUARIA: ESTUDIO DEL  
SISTEMA EN LA ISLA SAN LORENZO**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO CIVIL**

**MANUEL AUGUSTO FERNANDINI BURGOS**

Lima - Perú

2007

A mi señora madre Rosario Burgos  
Rossell por su cariño y apoyo  
incondicional y a mi señor padre Yussuff  
Marcelo Fernandini R. por sus sabios  
consejos

## AGRADECIMIENTOS

Mi mas sincero agradecimiento al **ingeniero Samuel Mora Quiñones**, maestro y gran amigo el cual no solo me enseñó el arte de la ingeniería sino además la ética y los valores para ejercerla con orgullo.

Además agradezco al Ingeniero Flavio Vargas de CORPAC, el cual me ayudo con la investigación medio ambiental, así como al ing. Luís Gonzáles Hajar, el ing. Ángel Gómez Sánchez, los ingenieros Wilder Grandez y Francisco Jaramillo de la DGAC del ministerio de transportes y comunicaciones, así como de todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron con la realización de la presente tesis.

**INDICE****I GENERALIDADES**

1.0	Objetivos	2
1.10	Alcances y limitaciones	2
1.20	Antecedentes de proyectos similares	2
1.30	Marco de referencia	5
1.31	Área de estudio	5
1.311	Características del área de estudio	
1.40	Aspectos generales del transporte en la ciudad de Lima	6
1.41	Préstamos concertados y desembolsos para el transporte	8
1.42	Relación entre PBI e infraestructura de transporte	8
1.43	Ingresos de las empresas del Estado relacionadas al sector transporte	9
1.44	Inversión extranjera en el sector transporte	10
1.45	El transporte aéreo en Lima	12
1.451	Reseña de la concesión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez	12
1.46	El transporte Portuario del Callao	13
1.461	Limitaciones actuales del Puerto del Callao	14
1.462	Reseña de la concesión del muelle sur	15
1.47	Análisis del transporte de carga en el sector Portuario y Aeroportuario	16
1.48	Sub-sector aéreo	16
1.50	El transporte por carretera en Lima	18
1.60	Aspectos generales del comercio en la ciudad de lima	18
1.61	Antecedentes	18
1.62	PBI Regional del departamento de Lima y de la Provincia Constitucional del Callao	20
1.63	La pobreza y el sector informal	22
1.64	Fuerza laboral en el Área Metropolitana de Lima y Callao	22
1.65	Comercio en la región Callao	23

**II ASPECTOS GENERALES DE LA ISLA SAN LORENZO**

2.0	Generalidades	24
2.01	Breve reseña histórica	25
2.1	Situación y Superficie	26
2.11	Situación	26
2.12	Descripción general de las Islas y accidentes geográficos del área	27
2.121	La Isla San Lorenzo	27
2.122	Isla Callao (El Frontón)	30
2.123	Banco El Camotal	30
2.124	El Boquerón	31
2.125	Área Marítima Insular	31
2.2	Relieve y clima	32
2.21	Relieve	32
2.22	Clima	33
2.221	Temperatura	33
2.222	Viento	33
2.223	Presión Atmosférica	33
2.224	Humedad Relativa	34
2.225	Precipitación	34
2.226	Nubosidad	34
2.227	Radiación Solar	34
2.228	Estructura Vertical y Situación de la Inversión	35

2.3 Recursos naturales	38
<b>III TIPO DE AEROPUERTO MÁS CONVENIENTE Y SU JUSTIFICACIÓN</b>	
3.00 Tipo de aeropuerto	43
3.01 Aeropuertos en islas	44
3.10 Estudio del aspecto económico, social, político.-conclusiones	46
3.11 Problemática	46
3.111 Riesgo potencial de las poblaciones aledañas	46
3.112 Contaminación ambiental	47
3.1121 Contaminación sonora	47
3.113 Dificultades para la ampliación	56
3.1131 Problemática social para la ampliación	56
3.1132 Problemática económica para la ampliación	58
3.114 Primera impresión del turista extranjero	58
3.12 Aspectos económico, social, político	59
3.121 Aspecto económico, justificaciones económicas	59
3.1211 Justificación económica del sistema Hub	59
3.122 Aspectos sociales	60
3.123 Aspectos políticos	60
3.13 Conclusiones	61
3.20 Estudio de tráfico nacional e internacional (pasajeros, carga y correo):	62
3.21 Demanda Actual	63
3.211 Movimiento de Pasajeros	63
3.212 Movimiento de Aeronaves	63
3.213 Volumen de Carga y Correo	63
3.22 Demanda Futura	63
3.221 Predicción del Tráfico Aéreo (Según Lima Airport Partners)	63
3.23 Valores Pico del Movimiento de Pasajeros	66
3.24 Proyecciones de tráfico cálculo matemático realizado en el MTC–DGAC	67
<b>IV EMPLAZAMIENTO</b>	
4.00 Ubicación del Aeropuerto	72
4.10 Estudios topográficos	74
4.20 Estudios de suelos y canteras	77
4.30 Estudios de hidrología	84
4.40 Estudios de meteorología	85
4.50 Alternativas de emplazamiento	90
4.51 Macrolocalización	90
4.52 Microlocalización	91
4.60 Matriz de interrelación	94
4.61 Aplicación de la matriz de interrelación para el análisis de ubicación del aeropuerto en proyecto	95
<b>V PLAN MAESTRO</b>	
5.00 Características del aeropuerto en proyecto (corto, mediano y largo plazo)	98
5.01 En el corto plazo	98
5.02 En el mediano plazo	98
5.03 En el largo plazo	98
5.10 Concepto criterios de desarrollo:	98
5.11 Criterios generales	98

5.12	Requerimientos de la zona libre de obstáculos	99
5.121	Punto de referencia del aeropuerto	99
5.122	Concepto aeronáutico de obstáculo u obstrucción	99
5.2	Calculo de las Superficies limitadoras de obstáculos- marco teórico	99
5.21	Orientación de la pista	100
5.22	Longitud de pista	100
5.23	Superficie limitadora de obstáculos	100
5.231	Superficie horizontal externa	100
5.232	Superficie horizontal interna	101
5.233	Superficie cónica	101
5.234	Superficie de aproximación	102
5.235	Superficie de aproximación interna	103
5.236	Superficie de transición	103
5.237	Superficie de transición interna	104
5.238	Superficie de aterrizaje interrumpido	104
5.239	Superficie de ascenso en el despegue	105
5.24	Requisitos y reconocimiento de obstáculos	105
5.30	Criterios de desarrollo-flexibilidad	107
5.40	Supuesto plan desarrollo por etapas del Aeropuerto internacional Jorge Chávez	110
5.50	Desarrollo del aeropuerto de la Isla San Lorenzo	112
5.51	Primera etapa	112
5.52	Segunda etapa	112
5.53	Máximo desarrollo	113
5.60	Futuro en la industria aeronáutica	113
<b>VI DISEÑOS</b>		
6.00	Sistema aeroportuario	116
6.10	Dirección y numero de pistas	116
6.11	Dirección	116
6.12	Numero de pistas	117
6.20	Configuración de la pista	117
6.30	Área de aterrizaje	132
6.40	Área de movimiento	133
6.50	Área de plataforma	135
6.60	Diseño estructural del pavimento	139
6.70	Diseño de drenaje	153
6.80	Señalización	155
6.90	Sistema vial	156
<b>VII IMPACTO AMBIENTAL</b>		
7.00	Generalidades	162
7.01	Programas y disposiciones para el Estudio de Impacto Ambiental	165
7.02	Protección del medio ambiente marino y lucha contra la contaminación	165
7.03	Ecotecnología: eficiencia energética y energías renovables	166
7.04	Descripción del medio ambiente, componentes bióticos	167
7.05	Componente socio-económico	170
7.06	Descripción de las actividades a realizar:	171
7.10	Identificación de impactos ambientales	175
7.11	En la etapa de construcción:	175

7.12	En la etapa de prestación de servicios (operación)	176
7.13	Identificación de Aspectos Claves	176
7.20	Valoración de impactos ambientales	177
7.21	Metodología	178
7.211	Parámetros	178
7.212	Nivel de Importancia	180
7.213	Fases	180
7.30	Plan de medidas preventivas y/o correctivas	185
7.31	Planificación medioambiental	185
7.32	Plan de Control y Mitigación de Impactos para las Actividades de Construcción	185
7.33	Planes preventivos y/o correctivos	189
7.40	Plan de monitoreo Ambiental	194
7.41	Monitoreo de Calidad de Aire	195
7.42	Monitoreo de Emisiones del Incinerador	195
7.43	Monitoreo de Emisiones de Vehículos	195
7.44	Monitoreo de Agua Subterránea (en caso que hubiere)	195
7.45	Monitoreo del Agua Potable obtenida por pozo o planta desalinizadora	196
7.46	Monitoreo de Efluentes	196
7.47	Monitoreo de Ruido	196
7.48	Modelización de la contaminación atmosférica	196
7.49	Control de Aves	196
7.50	Plan de contingencias y emergencias	197
7.60	Principios medio ambientales para el sistema propuesto	198

## **TABLAS Y GRAFICOS**

Figura 1.1 Proyecto Megapuerto de las empresas Codesu y Megamar

Figura 1.2 Proyecto Ilo - Callao

Figura 1.3 Ubicación geoestratégica para las rutas marítimas y aéreas.

Figura 1.4 Ubicación de un hub port para el Perú

Gráfico 1.1 Esquema de financiamiento a largo plazo de las infraestructuras

Gráfico 1.2 Fuente: Estados financieros de ENAPU (datos al 2003)

Gráfico 1.3 Fuente: Estados financieros de CORPAC S.A. (datos al 2003)

Gráfico 1.4 Evolución de la inversión extranjera en transporte (datos al 2003)

Gráfico 1.5 Evolución del tráfico de carga aérea (datos al 2006)

Gráfico 1.6 Evolución del tráfico de pasajeros aéreos (datos al 2006)

Gráfico 1.7 Exportaciones e Importaciones 2003-2005

Gráfico 1.8 Exportaciones e Importaciones 2004-2006

Cuadro 1.1 Retribución al estado a nivel de sub sectores

Cuadro 1.2 Concesión del Aeropuerto de Lima

Tabla 1.1 PBIR del departamento de Lima y Callao por sectores económicos

Tabla 1.2 Participación del PBIR de los departamentos de Lima y Callao en los Productos Nacionales 1970-1990.

Tabla 1.3 Proyección del PBIR en los Departamentos de Lima y Callao 2004-2025

Foto 2.1 Imagen satelital Isla San Lorenzo

Foto 2.2 Zona oriental de la Isla San Lorenzo

Foto 2.3 Zona Sur oriental de la Isla San Lorenzo

Foto 2.4 Vista de la zona central oriental de la isla San Lorenzo

Foto 2.5 Vista de la zona ocupada de la isla San Lorenzo, la playa presidencial

Foto 2.6 Vista de la isla El Frontón

Foto 2.7 Banco el Camotal

Foto 2.8 Imagen satelital de lima – callao (rojo=vegetación) se observa que la Isla San Lorenzo carece de vegetación

Figura 2.1 Plano del Callao de 1788 - cortesía todo Callao

Figura 2.2 Playas, caletas, puntas y otros lugares en la isla San Lorenzo

Figura 2.3 Plano topográfico Isla San Lorenzo Fuente: IGN

Figura 2.4 Temperatura superficial del Mar alrededor de la ISL Fuente: IMARPE

Figura 2.5 Temperatura del fondo del Mar alrededor de la ISL Fuente: IMARPE

Figura 2.6 Zonas turísticas y ecológicas

Figura 2.7 Distribución y concentración de la Concha de Abanico en el Callao

Cuadro 2.1 Datos climáticos obtenidos por la dirección de hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú – Isla San Lorenzo

Foto 3.1 Aeropuerto de Kansai (Japón)

Foto 3.2 Aeropuerto Hong Kong

Foto 3.3 Aeropuerto Kobe

Foto 3.4 Aeropuerto Río de Janeiro

Foto 3.5 Aeropuerto Río de Janeiro

Foto 3.6 Aeropuerto Toronto

Foto 3.7 Aeropuerto Tokio

Foto 3.8 Estudios de ruido en el aeropuerto Jorge Chávez

Foto 3.9 Primera vista de Lima al salir del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Cuadro 3.1 Estadística mundial de accidentes –Fuente DGAC

Cuadro 3.2 Movimiento general aeroportuario AIJCH

Cuadro 3.3 Predicción / Requerimientos de Capacidad para el Movimiento de Pasajeros 2002-2030 [en millones]

Cuadro 3.4 Predicción / Requerimientos de Capacidad para los Movimientos de aeronaves Comerciales

Cuadro 3.5 Predicción en el Volumen de Carga y Correo 2002-2030

Cuadro 3.6 Desarrollo de Pasajeros en Hora punta

Cuadro 3.7 Volumen de la Hora punta del Movimiento de Tráfico Aéreo

Cuadro 3.8 Operaciones aéreas del día pico en el año 2006– Fuente departamento de estadística de Corpac

Mapa 3.1 Estudios de ruido – Universidad Católica, medición en Leq

Mapa 3.2 Estudios de ruido – Universidad Católica, medición en NEF

Mapa 3.3 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 2, (Pista 15)

Mapa 3.4 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 3, (Pista 15)

Mapa 3.5 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 3, y ampliación (2da pista al lado de la actual ubicación) (Pista 15L y 15R)

Figura 3.1 Cambio de ruta (pista 15)

Figura 3.2 Ruta pista 33

Figura 3.3 Zona comprendida para la ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Figura 3.4 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Pasajeros internacionales

Figura 3.5 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Pasajeros Nacionales

Figura 3.6 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Aeronaves Internacionales

Figura 3.7 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Aeronaves Nacionales

Figura 3.8 Escenarios de predicción 2002-2030: Volumen de carga y correo

Foto 4.1 Vista Satelital de Lima

Foto 4.2 Aeropuerto de Hong Kong

Figura 4.1 Principales zonas de la Isla San Lorenzo

Figura 4.2 Curvas de Nivel parte superior Isla San Lorenzo

Figura 4.3 Curvas de Nivel parte inferior Isla San Lorenzo

Figura 4.4 Modelo digitalizado de la Isla San Lorenzo

Figura 4.5 Trazo en el modelo digitalizado para hallar un perfil longitudinal

Figura 4.6 Cálculo del Perfil longitudinal del trazo de la figura anterior en la isla San Lorenzo.

Figura 4.7 Mapa geológico del cuadrángulo de Lima - fuente INGEMMET

Figura 4.8 Leyenda Formaciones geológicas - fuente INGEMMET

Figura 4.9 Plano geológico de la isla San Lorenzo (Fuente: INGEMMET)

Figura 4.10 Zonas de corte y relleno para el proyecto

Figura 4.11 Diagrama de Utilización

Figura 4.12 Rosa de vientos calculada con la cual observamos la dirección de los vientos predominantes

Figura 4.13 Ubicación del aeropuerto en la isla San Lorenzo

Cuadro 4.1 Datos metereologicos proporcionados por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú

Cuadro 4.2 Dirección y velocidad de vientos – verano

Cuadro 4.3 Dirección y velocidad de vientos – otoño

- Cuadro 4.4 Dirección y velocidad de vientos – invierno
- Cuadro 4.5 Dirección y velocidad de vientos – primavera
- Cuadro 4.6 Porcentaje de vientos (Valor más alto)
- Cuadro 4.7 Porcentaje de vientos (Valor promedio)
- Cuadro 4.8 Ejemplo de matriz de interrelación para la ubicación de una planta industrial

Figura 5.1 Plano de las superficie limitadora de obstáculos considerando la dirección teórica calculada en la dirección 13/31

Figura 5.2 Dirección paralela al aeropuerto Jorge Chávez

Figura 5.3 Superficie limitadora de obstáculos del sistema de dos pistas comprendidas en el plan maestro del AIJCH, se observa el gran porcentaje de área urbana comprendida dentro de estas superficies.

Figura 5.4 Plano de obstáculos artificiales identificados en el plan maestro para el desarrollo del AIJCH.

Figura 5.5 Supuesto plan conceptual de desarrollo del Aeropuerto Jorge Chávez al 2008, tomando el área expropiada y los diseños.

Figura 5.6 Supuesto plan conceptual de desarrollo del Aeropuerto Jorge Chávez al 2030

Figura 5.7 Espacio destinado para una segunda pista en su máximo desarrollo

Foto 5.1 Aeropuerto de Beijing (China) se ha dejado espacio (zona derecha) para la construcción en su siguiente etapa de otra pista de aterrizaje

Foto 5.2 Aeropuerto de Brasilia (Brasil) se a dejado espacio (Zona inferior) para la construcción en su siguiente etapa de otra pista de aterrizaje

Foto 5.3 Avión del futuro SAX-40

Foto 5.4 Boeing 797

Figura 6.1 Diagrama de utilización para los datos meteorológicos

Figura 6.2 Dimensiones del Airbus A 380

Figura 6.3 Maniobrabilidad del A 380 en la pista de 60m de ancho

Figura 6.4 Maniobrabilidad del A 380 en la pista de 60m de ancho

Figura 6.5 Dimensiones para la zona de parqueo del avión de diseño A380

Figura 6.6 Dimensiones para la zona de parqueo del avión de diseño A380

Figura 6.7 Configuración de pista y calles de rodaje del aeropuerto propuesto

Figura 6.8 Tren de aterrizaje Modelos de A380-800

Figura 6.9 Cargas Máximas sobre el pavimento Modelos A 380-800

Figura 6.10 Numero de Clasificación de Aeronave –Pavimento flexible (modelos A 380-800)

Figura 6.11 Numero de Clasificación de Aeronave –Pavimento rígido (modelos A 380-800)

Figura 6.12 Espesores pavimento flexible

Figura 6.13 Espesores pavimento rigido

Figura 6.14 Drenaje recomendado

Figura 6.15 Sistema vial de unión del Callao con la Isla San Lorenzo

Foto 6.1 Aeropuerto de Madrid 4 pistas

Foto 6.2 Aeropuerto de Paris (3 pistas)

Foto 6.3 Aeropuerto de Miami (4 pistas)

Foto 6.4 Calles de rodaje (Aeropuerto de Roma, Italia)

Foto 6.5 Ejemplos de Plataformas en los aeropuertos del mundo

Foto 6.6 Ejemplos de Plataformas en los aeropuertos del mundo

Foto 6.7 Sistema vial que empezaría en el ovalo La Perla donde empiezan las avenidas La Marina y Venezuela, para luego ir Av. José Gálvez y continuar mediante la construcción de una nueva avenida en el litoral.

Foto 6.8 Sistema vial Callao - Isla San Lorenzo

Foto 6.9 Ovalo La Perla - Inicio Av. José Gálvez

Foto 6.10 Inicio Av. Venezuela

Foto 6.11 Inicio Av. La Marina

Tabla 6.1 Clave de Referencia de aeródromo Anexo 14

Grafico 6.1 Cantidad de pasajeros vs Rango de vuelo del A 380

Grafico 6.2 Carga de rueda en el pavimento durante el aterrizaje A380

Grafico 6.3 Carga de Cuerpo y alas del A380 en el pavimento

Grafico 6.4 Requerimientos de pavimento Flexible

Grafico 6.5 Requerimientos de pavimento rígido

Figura 7.1 Distancia del centro de la pista a las principales hábitats de fauna silvestre de la Isla San Lorenzo

Figura 7.2 zonas principales de la isla de acuerdo a investigadores locales.

Figura 7.3 Distribución y concentración de la concha de abanico en el área del Callao

Foto 7.1 Esquema general del sistema vial que uniría la isla con el Callao.

Foto 7.2 Esquema general del sistema vial que uniría la isla con el Callao.

Foto 7.3 Ejemplo Maquina excavadora para el túnel.

Foto 7.4 Ejemplo Túnel construido. (Eurotúnel)

Foto 7.5 Se Calcula el corte mínimo necesario para la construcción de la vía en San Lorenzo y el complejo turistico Hotelero, en la figura se puede ver la línea de corte estimada

Foto 7.6 Ejemplo de relleno formando una isla artificial (Isla "the Palm" - Dubai)

## RESUMEN

El transporte es y ha sido un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas, es por ello que se hace necesario la creación de una infraestructura de transporte que cumpla con el desarrollo sostenible del Perú.

Sin embargo actualmente se observa serias deficiencias en nuestros dos principales modos de transporte: el marítimo y el aéreo.

Por un lado el Puerto del Callao no se encuentra apto para recibir a las naves de última generación que serán el estándar mundial en cuanto a transporte marítimo ya que su profundidad es limitada aun con los trabajos realizados por la actual concesionaria del puerto.

En el aeropuerto internacional Jorge Chávez la pista se encuentra operativa por cerca de 40 años lo cual hace necesario la construcción de una nueva pista de aterrizaje, además presenta una problemática técnica, ambiental la cual podemos resumirla en los siguientes puntos:

- **Riesgo potencial de las poblaciones aledañas:** La Falta de una buena planificación del uso del suelo en los alrededores del aeropuerto ha hecho que este se encuentre rodeado por poblaciones, las cuales se encuentran en riesgo ya que según las estadísticas mundiales la mayor cantidad de accidentes ocurren en las operaciones de despegue y aterrizaje.
- **Contaminación ambiental:** Todos los Aeropuertos del mundo en el transcurso de su vida útil generan problemáticas ambientales entre las cuales la principal es la :
  - Contaminación sonora:** Este es el principal problema ambiental ya que los motores de los aviones inherentes a su funcionamiento producen ruido lo cual provoca molestias a las personas que están expuestas permanentemente a el. Aun así se sigue construyendo complejos de vivienda en las zonas donde se han identificado niveles de ruido alto. Este problema comenzara a aumentar en razón al aumento de la demanda de tráfico aéreo y de concretarse la construcción de una segunda pista al lado de la actual la contaminación aumentara como lo demuestran los estudios elaborados por diferentes empresas y universidades.
- **Dificultades para la ampliación:** De acuerdo a los planes maestros presentados hasta la fecha para el AIJCH se propone ampliar por el lado Oeste donde existe una zona agrícola conformada por distintos fundos, sin embargo de acuerdo a los estudios de Superficies Limitadoras de Obstáculos, realizados existen varios obstáculos artificiales en los conos de aproximación y despegue los cuales hacen necesario que sean eliminados para una mejor operatividad en los vuelos. A su vez además existen serios problemas para la ampliación como son:

### **A- Problemática social para la ampliación:**

Han pasado casi 7 años desde que el estado ordenara la expropiación de las 700 Hectáreas comprendidas en la ampliación, sin embargo debido a problemas judiciales hasta la actualidad no se llegado a realizar dicha orden, y los pobladores de las áreas agrícolas no están dispuestos a dejar sus predios amparados en los artículos 70 y 72 de la constitución política. Ya que la agricultura es u única fuente de ingresos. Sin bien es cierto que la constitución establece que de tratarse de necesidad publica el estado puede remover a las personas de un lugar, se demuestra en esta investigación que **la utilización de dichas zonas no es de necesidad publica** por existir un lugar que reúne

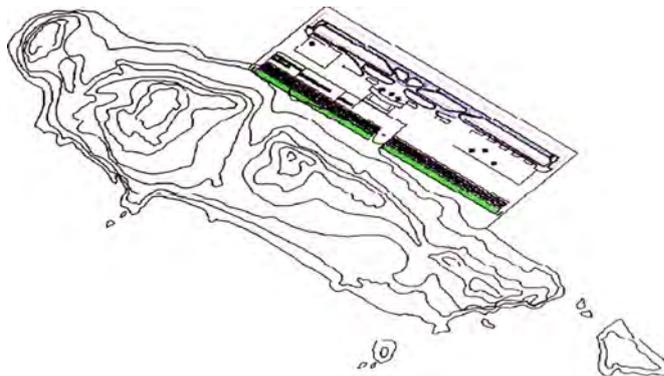
mejores características para la construcción de una nueva pista de aterrizaje que resolvería todos los problemas del actual aeropuerto.

### **B- Problemática económica para la ampliación:**

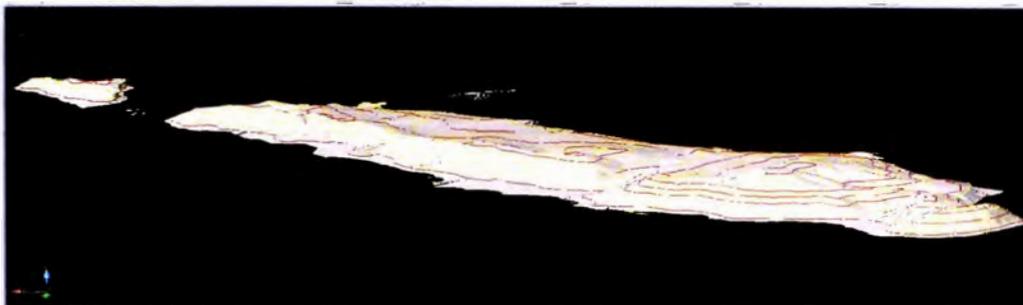
Los terrenos ubicados en dichas zonas fueron inicialmente cotizados en 50 dólares el metro cuadrado, sin embargo actualmente se habla ya de una cotización del orden de los 100 dólares el metro cuadrado para el pago del justiprecio por parte del estado peruano como indemnización a los propietarios de todos los terrenos comprendidos en la supuesta ampliación esto multiplicado por las 700 hectáreas totales hacen un monto de **700 millones de dólares**. Esto sumado a las obras de drenaje, construcción de una nueva vía que reemplace a la avenida Néstor Gambeta hace que el costo solo por concepto de ampliación solamente, pueda llegar a sobrepasar los **1000 millones de dólares**.

El aeropuerto es la puerta de entrada del Perú al mundo, es por ello que en vías de un crecimiento económico se debe crear una imagen de modernidad que se daría con la construcción de un nuevo sistema aeroportuario para Lima -Callao que es el propuesto en la presente investigación y su única alternativa de ubicación es "La Isla San Lorenzo" por reunir todas las características estratégicas necesarias para la construcción de todo un sistema Hub intermodal conformado por: Puerto - Aeropuerto - Complejo Turístico Hotelero, el cual brindaría un servicio Portuario y Aeroportuario mucho más eficiente que los dos actuales, resolviendo íntegramente la problemática presentada.

Se han presentado algunos proyectos referidos a la Isla San Lorenzo, sin embargo los criterios técnicos ambientales hacen que estos no sean viables, la presente investigación propone una integración del sistema Hub con la Isla San Lorenzo de tal forma que no afecte esta con los criterios Ambientales, ni el patrimonio Cultural e Histórico de la Isla San Lorenzo.

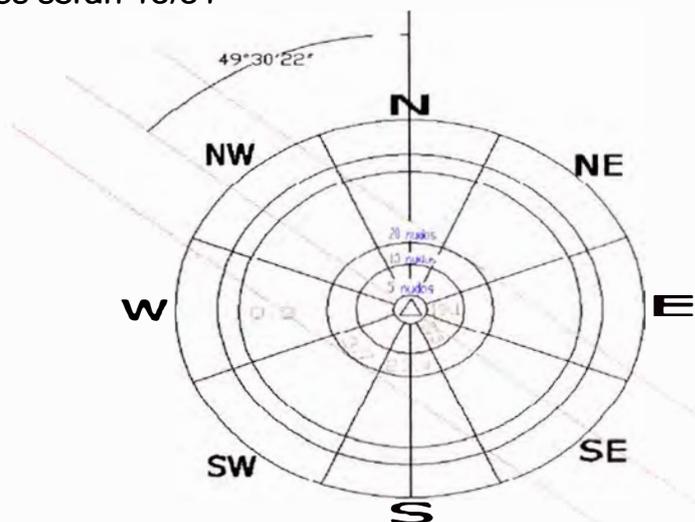


Con el plano topográfico de la Isla San Lorenzo se puede construir un modelo digitalizado de la Isla San Lorenzo mediante el software Autocad Land, este modelo nos servirá para calcular los volúmenes de corte necesarios para el relleno en la construcción de la isla Artificial que servirá de plataforma para la ubicación del aeropuerto.

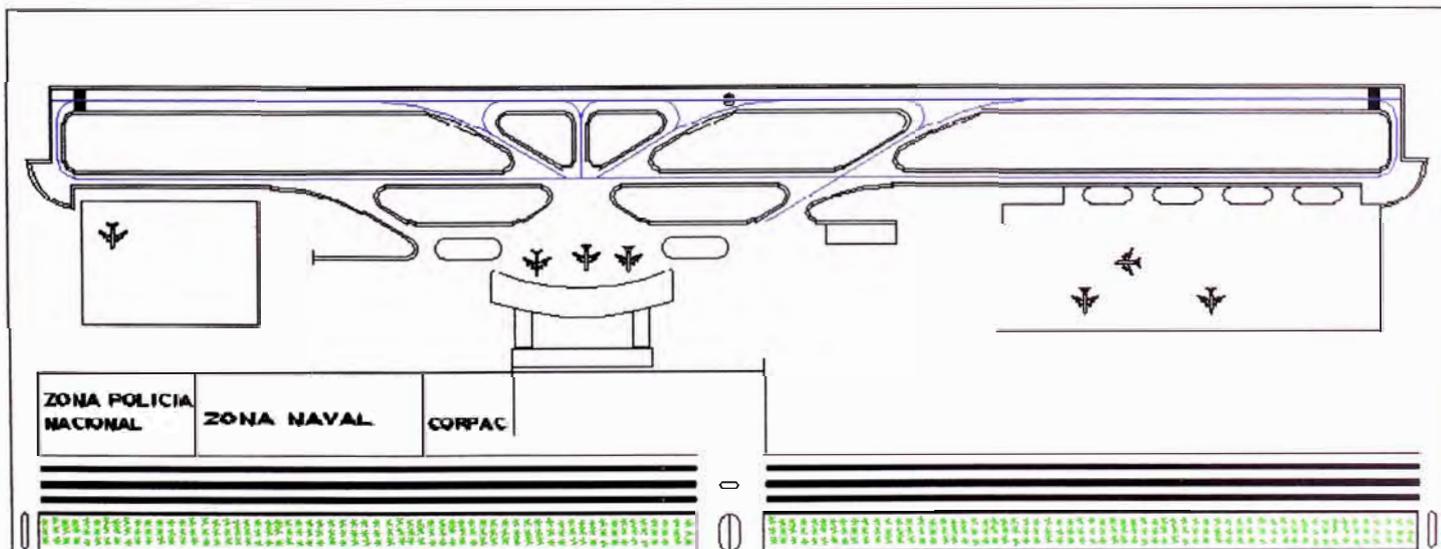


De acuerdo al estudio de tráfico aéreo la demanda para Lima se incrementara en el 2011 a alrededor de 100,000 movimientos de aeronaves por año, es por ello que una sola pista bastara para satisfacerla.

En base a la información de vientos medidos en la isla San Lorenzo se elabora el diagrama de utilización para la zona lo cual nos da una orientación de 130°/310° y sus números designadores serán 13/31



La aeronave de diseño es el Airbus A380, con la cual se propone una longitud de 3850mt por 60mt de ancho y una configuración aeroportuaria comprendida por pista, calles de rodaje y área de plataforma con las siguientes características:



## ABREVIATURAS Y SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transport Officials (Asociación Americana de los Funcionarios de Caminos y de Transportes de EE.UU.)
ACN	Número de Clasificación de Aeronaves
AIJCH	Aeropuerto Internacional Jorge Chávez
AIP	Aeronautical Information Publication (Publicación de Información Aeronáutica)
APS	Anticiclón Semipermanente del Pacífico Sur
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BOT	Built Operate Transfer (Construye, opera y transfiere, esquema de financiamiento de inversión)
°C	Grados Centígrados (Temperatura)
CAF	Corporación Andina de Fomento
CBR	California Bearing Ratio (método de prueba de capacidad de soporte de suelo)
CFC	Compuestos Cloro Fluor Carbonados
CEPAL	Comisión Económica para la América Latina
CG	Centro de Gravedad
CMA	Código de Medio Ambiente
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
CONFIEP	Cámara de Comercio de la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas
CORPAC	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
dB	Decibeles
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
E	Este
EE. UU.	Estados Unidos (de América)
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENAFER	Empresa Nacional de Ferrocarriles
ENAPU	Empresa Nacional de Puertos del Perú
FAA	Federal Aviation Administration
FMI	Fondo Monetario Internacional
GEMS	Sistema Global de Monitoreo del Medio Ambiente
Hr, hr	Hora
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IIRSA	Integración de la Infraestructura Regional Suramericana
ILS	Sistema de Aterrizaje por Instrumentos
IMARPE	Instituto del Mar Peruano
INDECOPI	Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
INGEMMET	Instituto Geológico Minero Metalúrgico del Perú
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
JICA	Agencia de cooperación Internacional de el Japón
Kg, kg	Kilogramo
Kph	Kilómetros por Hora
KM, Km. o km	Kilómetro
KT	Nudos

LAP	Lima Airport Partners (Consortio concesionario del Aeropuerto de Lima)
Lb., lb.	Libra
Leq	Nivel de Presion Sonora Continua Equivalente
m	Metro
mph	Millas por Hora
m.s.n.m	Metros Sobre el Nivel del Mar
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MLM	Municipalidad de Lima Metropolitana
MLS	Sistema de Aterrizaje instrumental por Microondas
MTA	Movimiento de tráfico Aéreo
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
MTPE	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo
N	Nacional o Norte
NASA	Nacional Aeronautics and Space Administration
NE	Nor- Este
NEF	Noise Exposure Forecast
NTP	Norma Técnica Peruana
NW	Nor- Oeste
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OSITRAN	Organismo Supervisor de la Inversión en la Infraestructura de Transporte de Uso Público
Pa	Pascales
PAMA	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
PBI	Producto Bruto Interno
PBIR	Producto Bruto Interno Regional
PCN	Número de Clasificación del Pavimento
PEA	Población Económicamente Activa
PIT	Plan Intermodal de Transportes
PUCP	Pontificia Universidad Católica del Perú
S	Sur
SAX	Silent Aircraft eXperimental
SE	Sur- Este
SEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
SW	Sur- Oeste
S/.	(Nuevos) Soles
S. A.	Sociedad Anónima
SNIP	Sistema Nacional de Inversión Pública
T, Tn, t	Tonelada(s)
TRB	Tonelada de Registro Bruto
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit (Unidad equivalente a un contenedor de 20 pies)
TM	Tonelada(s) Métrica(s)
TMH	Tonelada(s) Métrica(s) Húmeda(s)
TPC	Terminal Portuario del Callao
ULCS	Ultra Large Container Ships
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería
US	United States (Estados Unidos)
US\$	United States Dollar (Dólares de los EE.UU.)
UTM	Universal Transverse Mercator
VASIS	Sistema Visual indicador de Pendiente
VOR	Radiofaro Omnidireccional VHF
W	Oeste

## INTRODUCCION

La presente investigación esta orientada básicamente en la justificación y proyección de un sistema aeroportuario en la Isla San Lorenzo como única alternativa de solución ya que la isla San Lorenzo posee múltiples ventajas estratégicas para la ubicación de un sistema Hub conformado por Puerto, Aeropuerto, y Complejo turístico Hotelero, el cual impulsaría el desarrollo del país.

El primer capitulo presenta un resumen de la situación actual en el transporte y el comercio en la ciudad de Lima presentado un mayor énfasis en el **sector marítimo y aeronáutico**, que presentan en la actualidad deficiencias, así como también los antecedentes del proyecto propuesto en la presente tesis, en la cual se vera cuales son las propuestas presentadas para la utilización de isla San Lorenzo como zona de ubicación de Puerto y Aeropuerto, y cuales son las desventajas técnicas de estas propuestas.

El segundo capitulo presenta una descripción de los aspectos generales de la Isla San Lorenzo, su situación actual, geografía, clima, recursos naturales. En donde se observara las características principales de la Isla.

El tercer capitulo se expone detalladamente la problemática del actual aeropuerto de Lima, así como los aspectos económicos y políticos además se ve algunos ejemplos en el mundo de aeropuertos en islas observando las ventajas que esta ubicación posee. A su vez se realiza un estudio de tráfico aéreo para los criterios de diseño que el aeropuerto propuesto debe tener.

El cuarto capitulo expone los diversos estudios en base a los datos recopilados de la Isla San Lorenzo, Geológicos, topográficos, hidrológicos, para posteriormente explicar el por que de la ubicación propuesta del aeropuerto en la isla, así como deducir técnicamente la mejor alternativa de ubicación dentro de la Isla San Lorenzo.

El quinto capitulo nos dará una idea de los criterios de desarrollo del aeropuerto propuesto al corto, mediano y largo plazo, así como el calculo de las Superficies Limitadoras de Obstáculos, para la planificación respectiva en miras a una integración del aeropuerto con el entorno, así como una somera mirada al futuro de la industria aeronáutica y tendencias en el transporte aéreo.

El capitulo sexto presenta los diseños respectivos del aeropuerto propuesto.

El capitulo siete presenta de manera general el estudio de impacto ambiental para las etapas de construcción y operación que el proyecto propuesto que debería tener para estar en armonía con el ecosistema de la zona, sin alterar su valor cultural, histórico de este patrimonio natural que es la Isla San Lorenzo.

Sabiendo que el futuro muchas veces es impredecible y que solo la historia dirá cuan ventajoso para el país pudo ser esta propuesta en comparación con la actual propuesta de ampliación expropiando la zona agrícola que solamente refleja la poca capacidad emprendedora a la hora de resolver sus problemas y que ha mantenido al país con deficiencias en sus medios de transporte.

Los planes maestros de diferentes aeropuertos en el mundo han mostrado una gran desviación entre el desarrollo previsto y la realidad, lo que puede ocasionar que grandes proporciones del Plan Maestro, previstas como un instrumento de guía, se conviertan en casi inútiles o estén sujetas a una amplia revisión. Es por ello que se debe tener en cuenta la flexibilidad de cualquier propuesta.

## Capítulo I

### I) GENERALIDADES

#### 1.00 Objetivos:

- a) Exponer de la manera mas clara posible la problemática actual que presenta nuestro aeropuerto principal del Perú, para posteriormente utilizando criterios técnicos elementales proponer una alternativa de solución en busca de la mejora de nuestros principales medios de transporte como son el Puerto y el Aeropuerto de Lima, dando mayor énfasis al Aeropuerto por ser materia de mi investigación.
- b) Mostrar la viabilidad de la Isla San Lorenzo para el desarrollo en dicha zona de infraestructura Portuaria y Aeroportuaria, aprovechando su potencial geoestratégico y turístico, sin alterar la denominación de la isla como patrimonio histórico y cultural del país.
- c) Exponer una idea para la construcción de un sistema hub, que impulsaría el desarrollo económico del país.
- d) Contribuir con el presente informe como material de consulta dando a conocer los criterios técnicos que se siguen para el diseño de aeropuertos, así como el Plan maestro al corto y largo plazo.

#### 1.10 Alcances y limitaciones:

Este estudio básicamente se encuentra enmarcado a nivel de **Perfil** en la fase de pre-inversión, en la cual se expone las ideas principales de lo que seria un proyecto de alto nivel como el contenido de esta tesis, mostrando su viabilidad, no pretende para nada ser un estudio definitivo ni de factibilidad, ya que un proyecto de esta magnitud requeriría de una serie de estudios complejos en una amplia variedad de especialidades que tendría la necesidad de un grupo de ingenieros expertos.

Se contó con la información proporcionada por los apuntes de clase y manuales del Profesor Ingeniero Samuel Mora Quiñones, CORPAC, La Dirección General de Aeronáutica Civil del MTC, La Dirección de Hidrografía y Navegación, CONAM, OSITRAN, así como el apoyo de diferentes ingenieros y autoridades que me brindaron información relacionada con el tema de la presente investigación.

Dentro de la estructura de la presente tesis se analiza la problemática técnica, ambiental y social del aeropuerto internacional Jorge Chávez y se plantea la solución para esta situación, a la espera de un futuro en el transporte aéreo eficiente y en armonía con la ciudad.

La limitación más importante para el adecuado desarrollo del estudio ha sido la actitud cerrada de algunos profesionales que no estuvieron dispuestos a facilitar la obtención de información de "carácter público", retrasando la elaboración de la presente tesis. Así como la poca accesibilidad a la isla San Lorenzo, ya que actualmente es una base naval de la Marina de Guerra del Perú.

#### 1.20 Antecedentes de proyectos similares:

Los antecedentes datan de 1912 cuando el presidente Billinghurst dispuso que se estudiara la posibilidad de la construcción de un dique que uniera al Callao con la isla San Lorenzo. El primer estudio serio fue elaborado por el ingeniero holandés J. Kraus, en 1914, el cual llegó a la conclusión de que por razones económicas era preferible construir una nueva dársena en el Callao mismo y la construcción de un puerto en la Isla San

Lorenzo. En 1958 el proyecto fue nuevamente estudiado por la firma danesa Christian & Nielsen. El proyecto comprendía el traslado a la isla del puerto pesquero, la creación de un nuevo muelle comercial para disminuir la congestión del puerto. También la creación de áreas industriales y de una nueva ciudad que estaría dotada de sus respectivos servicios, centros comerciales, zonas de recreo, habilitación de playas, etc.

Actualmente existen dos proyectos para la utilización de la isla San Lorenzo impulsados por empresarios peruanos, sin embargo estos carecen de un estudio de ingeniería.

### a) Proyecto Megapuerto Hub multimodal:

Se presentan algunos detalles observados de dicho proyecto:

- Impulsado por la empresa Codesu y Megamar, constituidos por ex oficiales de la Marina de Guerra, poseen una pagina web con datos equivocados respecto al aeropuerto.
- La ubicación del proyecto es inviable debido a que la plataforma propuesta se encuentra en una zona demasiado profunda de 40 a 70 metros de profundidad, para lo cual se necesitaría de un gran corte de la isla, sin optimizar el recurso volumen de tierra, además obstaculizaría las rutas marítimas establecidas por tratados internacionales.
- Propuesta sobredimensionada de 3 pistas de 5.5 kilómetros, diseñadas sin ningún criterio de ingeniería ni de las normas de la OACI.
- Los conos de aproximación y despegue interfieren con el ecosistema de la isla, no pasa el estudio de impacto ambiental ya que a la larga desaparecería la fauna que constituye el atractivo turístico, ecológico.
- Vulnerabilidad ante un tsunami.



Figura 1.1 Proyecto Megapuerto de las empresas Codesu y Megamar

### b) Proyecto Ilo-Callao:

- Propuesto por el Señor Carlos Alfredo Castillo, el cual propone el corte total de la isla y el relleno de 135000000m<sup>2</sup> creando un nuevo distrito para Lima.
- Es considerada inviable y rechazada por la mayoría de personas ya que además de no pasar el estudio de impacto ambiental, ya que destruiría completamente todo el ecosistema de la isla San Lorenzo, así como todo valor histórico cultural, no existe la necesidad de ganar terreno al mar por que un país como el Perú tiene terreno de sobra para nuevos distritos.
- No se ha hecho un estudio a profundidad del impacto que traería, en lo referido a transporte de sedimentos y mareas.
- Oposición completa de los habitantes de los distritos de Magdalena del Mar, San Isidro, Miraflores y Barranco se verían afectados ya que esto comprendería la eliminación de sus playas y muchos de sus predios perderían la preciada "vista al mar", afectando las inversiones de muchas casas, restaurantes, hoteles, etc.

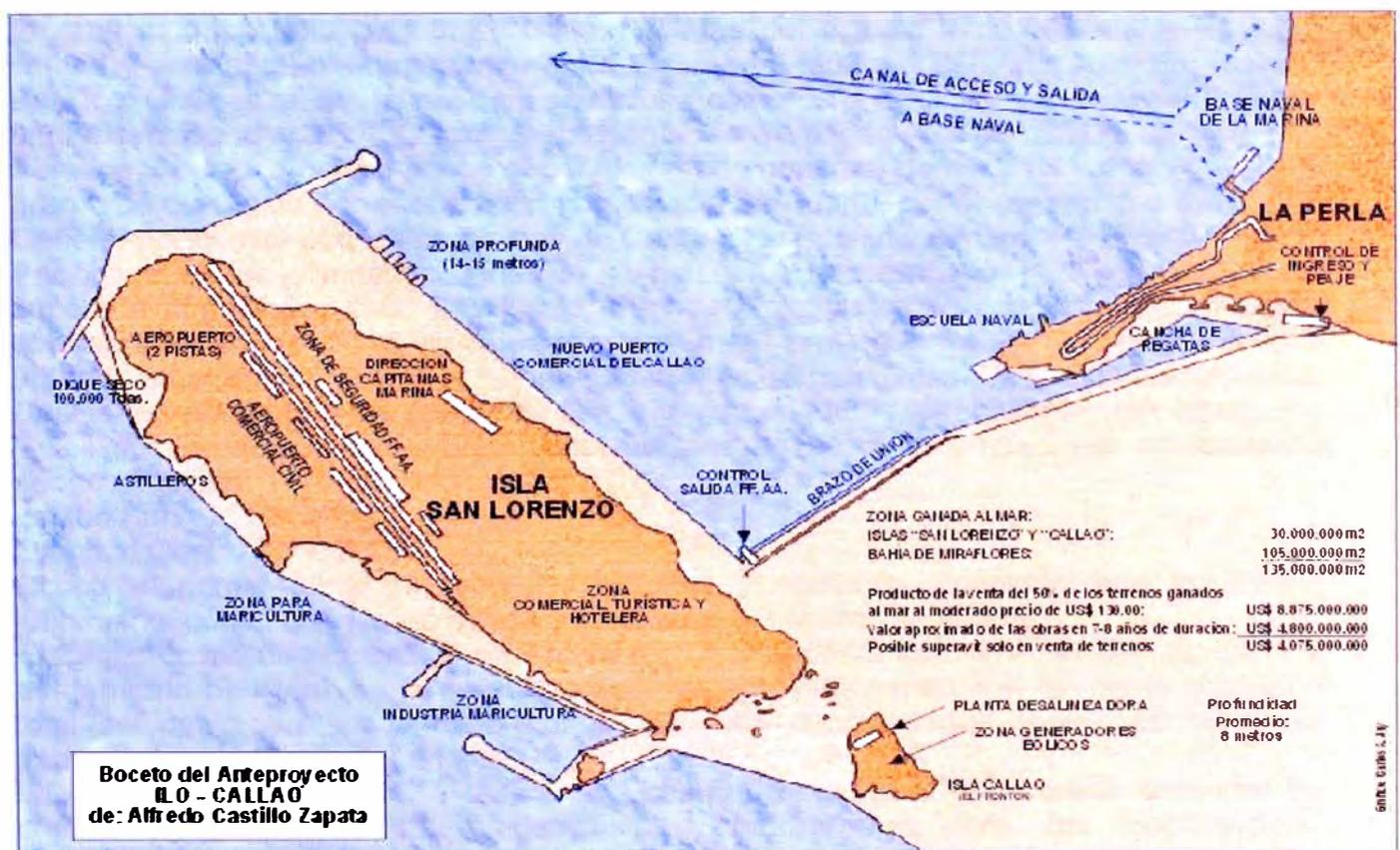


Figura 1.2 Proyecto Ilo - Callao

### 1.30 Marco de referencia:

En el presente estudio ubicaremos y determinaremos claramente la zona en la que se encuentra comprendido el proyecto, la cual es el área metropolitana de Lima – Callao, teniendo en cuenta los aspectos geográficos, económicos, sociales y políticos ya que estos han servido de referencia para ayudar a definir las perspectivas del desarrollo no solamente de dicha región sino de todo el país.

### 1.31 Área de estudio:

El área de estudio se ha definido teniendo en cuenta los diferentes impactos y componentes.

Para la definición del área de estudio socio-económico, se ha tomado en cuenta el área de Lima Metropolitana ya que esta será mayormente beneficiada por los impactos esperados del proyecto.

Para efectos de los componentes bióticos se ha considerado el área de la Isla San Lorenzo y sus islotes aledaños, el cual se detallara en el capítulo 2 de la presente tesis.

El Área metropolitana de Lima y Callao, el área del estudio, esta ubicada en la parte central y occidental del departamento de Lima y del territorio Peruano, frente al Océano Pacífico. Lima es la capital del país y funciona como centro político y administrativo tiene una extensión de 2817.30 km<sup>2</sup> representa aproximadamente el 0.22% del territorio Peruano, la ciudad capital posee el conglomerado mas grande del país así es llamada la gran urbe que limita por el norte con la provincia de Huaral, por el sur con la provincia de Cañete, por el este con las provincias de Canta y Huarochiri y con el oeste con el océano Pacífico, entre las grandes ciudades de los países Latinoamericanos esta en quinto lugar, superada por México D.C, Sao Paulo, Buenos Aires y Río de Janeiro. Esta condición subsistirá en el año 2010, donde serán según las proyecciones 26 los conglomerados urbanos en el mundo que superen los 10 millones de habitantes. Lima estara entre ellos. Casi la tercera parte de la población peruana esta en Lima Metropolitana, que abarca los valles del Rimac, Chillón y Lurin. Esta ubicada a 154 m de altitud, sus coordenadas geográficas son:

Latitud Sur: 12° 02' 36"

Longitud Oeste: 77° 01' 42"

Ocupa el primer lugar del país en industria y comercio, condición que lo cumple juntamente con el Callao que es el principal puerto marítimo en el país.

El Callao ocupa una extensión de 146.98 Km<sup>2</sup> y representa aproximadamente el 0.011% del territorio del Perú, su población representa aproximadamente el 3% de la población total del país, pero es la mas urbana, con una densidad que sobrepasa los 6 mil habitantes por kilómetro cuadrado.

La fundación española de la ciudad de Lima fue en el siglo XVI y desde entonces ha crecido y ha formado una unidad física y funcional es decir una "conurbación." Actualmente, Lima y Callao se han convertido en un "Área Metropolitana" continua, con una población total de aproximadamente 7.8 millones y con un área administrativa de 2,794 kilómetros cuadrados.

#### 1.311 Características del área de estudio:

##### a) Condiciones Geográficas y topográficas:

Lima, la capital del Perú, se localiza en una pequeña faja de terreno plano, entre el Océano Pacífico y la parte occidental de la Cordillera de los Andes, la coordenada geográfica es latitud 12°, casi la mitad de la distancia entre la ciudad de Panamá (2500 km

al norte de Lima) y Santiago de Chile (2500 km al sur de Lima); Río de Janeiro se ubica a casi 4000 km de distancia al este de Lima.

#### **b) Crecimiento de la población de Lima:**

Los datos oficiales de la población son publicados por el Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI). De acuerdo al censo de población publicado por este, la población del país aumento de 7'023,000 en 1940 a 22'639,000 habitantes en 1993, la tasa promedio de crecimiento anual fue de 2.2 por ciento durante el periodo 1940-1993. La población en el área de Lima Metropolitana y Callao tuvo un crecimiento explosivo; aumento casi 10 veces, de 662,000 habitantes en 1940 a 6'434,000 habitantes en 1993. La tasa promedio de crecimiento anual fue 4.4 por ciento durante ese periodo.

Durante el periodo 1993-2005 la población del país aumento en 15.52% llegando según el ultimo censo del 2005 a 26'152,265 habitantes.

La población en el área de Lima Metropolitana y Callao aumento en 20.7%, llegando a 7'765,151 habitantes, según el censo del 2005. El Área metropolitana de Lima y Callao representa casi el 30 por ciento de la población total del país. Se prevee que para el año 2015 se alcanzaría cifras de mas de 10 millones de habitantes para Lima Metropolitana.

#### **c) Estructura Administrativa:**

Políticamente el país esta dividido en veinticuatro departamentos y cada departamento esta compuesto de unidades administrativas autónomas llamadas provincias. El área de estudio, "El área Metropolitana de Lima y Callao" se encuentra en el departamento de Lima, y esta compuesta por dos provincias autónomas de Lima y Callao. Ambas provincias están gobernadas por un alcalde y un gobierno regional. A su vez, la provincia esta dividida en unidades administrativas autónomas denominadas distritos. Hay cuarenta y tres distritos en la provincia de Lima y seis distritos en la provincia del Callao. Cada distrito es una unidad con autonomía administrativa y financiera, y es gobernado por un alcalde y un gobierno distrital.

La Municipalidad Metropolitana de Lima funciona como el gobierno metropolitano, incluyendo a todas las jurisdicciones de los 43 distritos y el área del cercado de Lima. Este nombre hace referencia a la parte original de la ciudad que fue fundada en el siglo XVI.

#### **1.40 Aspectos generales del transporte en la ciudad de Lima:**

El transporte es y ha sido en el mundo un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas, ya que es el medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro. El transporte comercial moderno está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes. El transporte comercial de personas se clasifica como servicio de pasajeros y el de bienes como servicio de mercancías.

Según Un informe del FMI existen barreras que entorpecen el crecimiento de la economía peruana, dentro de las cuales se incluye la existencia de una infraestructura inadecuada: Existe mala calidad de caminos y puertos, lo que se traduce a altos costos de transportes, dificulta el acceso a los mercados y reduce la necesaria competitividad que el país requiere.

Es por ello que es muy importante para nuestro desarrollo la creación de una eficiente infraestructura para los diferentes modos de transporte.

El movimiento de personas o mercancías en la misma unidad cerrada, sobre dos o mas modos diferentes de transporte (entiéndase carretero, aéreo, marítimo, fluvial o ferroviario) se conoce como transporte **intermodal**. Este régimen de transporte determina

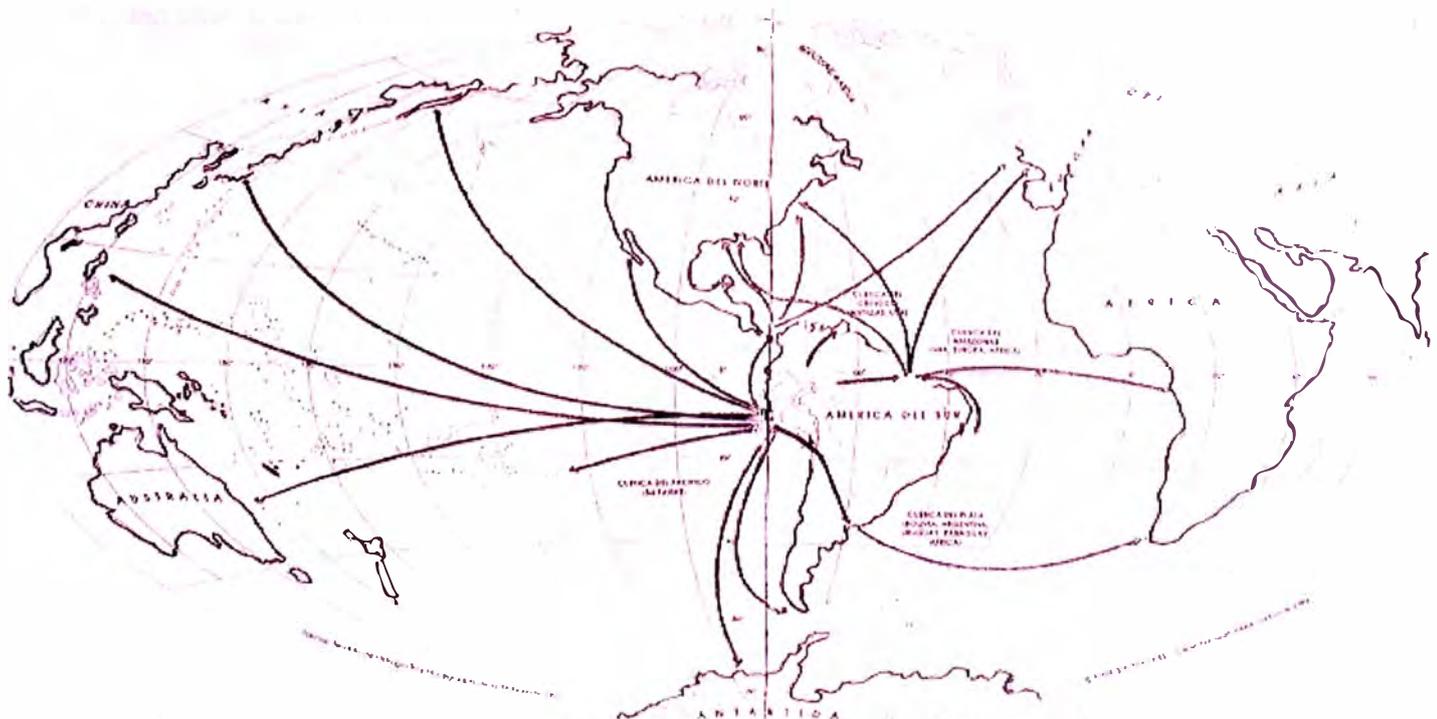
la integración de movimientos de carga en cadena combinando varios modos de transporte; con el transporte intermodal o multimodal se aumenta la velocidad de la distribución de mercancías, disminuyen las interrupciones en el movimiento de cargas y se reducen los costos en los lugares donde cambia el modo (puertos, aeropuertos, estaciones de tren, etc.).

El proyecto propuesto en esta tesis plantea un sistema hub en donde funcionara este concepto, optimizando el transporte.

Actualmente Lima, no es sólo la capital del Perú, sino que ella es el epicentro de un sistema urbano hipercentralizado. Es importante entonces que en vías del progreso y del desarrollo económico del país se requiera de un sistema de transporte eficiente, además en su condición de capital y centro político administrativo, tecnológico por ser sede de las principales universidades y centros de investigación, debe impulsar este desarrollo mediante la creación de una infraestructura moderna que facilite y apoye el desenvolvimiento del comercio e intercambio internacional del país en el marco de proceso de integración nacional y sudamericana, que armonice el desarrollo regional descentralizado con un sistema de transporte integrado, ya que a nivel internacional, en términos geográficos, el Perú se ubica en el centro de Sudamérica.

Esta ubicación estratégica conecta al Perú con otras ciudades de la región y además la coloca como un potencial centro de convergencia para distintos destinos. En 1999, las rutas aéreas internacionales más servidas fueron: Miami (33%), Santiago de Chile (23%) y Nueva York (15%). Tal ubicación estratégica podrá ser explotada con la creación de un Aeropuerto de mejores características que el actual.

Es importante que Lima optimice dicha ubicación geo-estratégica central o equidistante de las naciones y puertos de América Latina, en interacción con el transporte hacia y desde los focos socio económicos y mercados de las cuencas oceánicas del Pacífico, Indico, Atlántico y del resto de océanos del orbe.



**Figura 1.3 Ubicación geoestratégica para las rutas marítimas y aéreas.**

### 1.41 Préstamos concertados y desembolsos para el transporte:

Durante el periodo 1990-2002, el gobierno de Perú ha concertado préstamos por 16,242.9 millones de dólares y se desembolsaron 13,456.8 millones de dólares.

En febrero de 1992 se suscribió el primer contrato con el BID, destinado a la rehabilitación de la Carretera Panamericana, principal eje vial del país. El monto del contrato ascendió a USD 366 millones, de los cuales USD 210 millones fueron aporte del BID y USD156 millones fueron suministrados por fondos del Banco Europeo de Inversiones (BEI), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Tesoro Público. En 1995 la Carretera Panamericana se encontraba completamente rehabilitada.

\*Una **concesión** es el otorgamiento del derecho de explotación por un lapso de tiempo determinado de bienes y servicios por parte de una empresa a otra, generalmente privada. El proyecto de concesión, genera beneficios sociales, por lo que entra también el Estado, quien justifica su intervención para generar capitales de apoyo que incidan en el crecimiento económico del país.



**Gráfico 1.1 Esquema de financiamiento a largo plazo de las infraestructuras**

### 1.42 Relación entre PBI e infraestructura de transporte:

El estado y grado de desarrollo de la infraestructura de transporte y de su esquema institucional son factores estratégicos para la productividad y competitividad de un país. Es así como el transporte juega un papel relevante en la economía dentro del proceso de globalización, por ser factor determinante en la competitividad de los productos y servicios que el país pueda ofrecer en los mercados internacionales, por su contribución en la producción industrial y agrícola, y por su aporte al incremento del bienestar individual al facilitar la movilidad y la accesibilidad a servicios básicos tales como educación y salud. Así mismo, se constituye en una importante fuente de rentas para el Estado, generador de empleo y, en consecuencia, contribuye a disminuir las diferencias en el ingreso per cápita. La experiencia internacional de países emergentes, señala que la inversión en infraestructura debería alcanzar entre 3.5 y 5.5 puntos del PBI. Para el Perú, una cifra de 3.5 puntos del PBI, implicaría invertir en promedio US\$ 1,625 millones anuales durante los próximos cinco años con una economía creciendo al 5 % en promedio.

En cuanto a la participación del sector transporte en el PBI, se puede ver que para 1994 Transporte representaba el 6.1 %, mientras que para el año 2002 representó el 5.9 %, esto es consistente con un crecimiento por debajo de la media ponderada de los sectores del PBI.

### 1.43 Ingresos de las empresas del Estado relacionadas al sector transporte:

\* Las principales empresas del sector transportes son:

- **CORPAC S.A.**

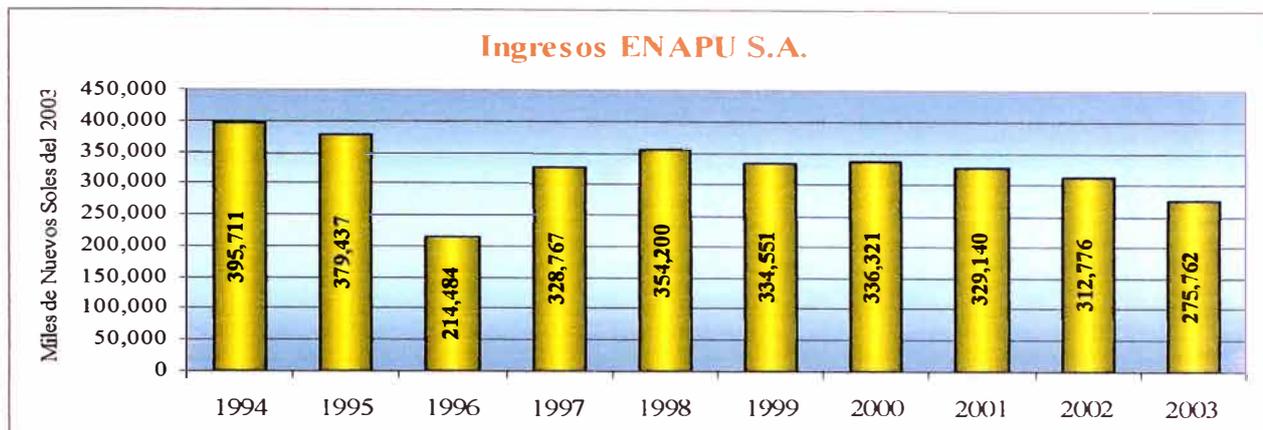
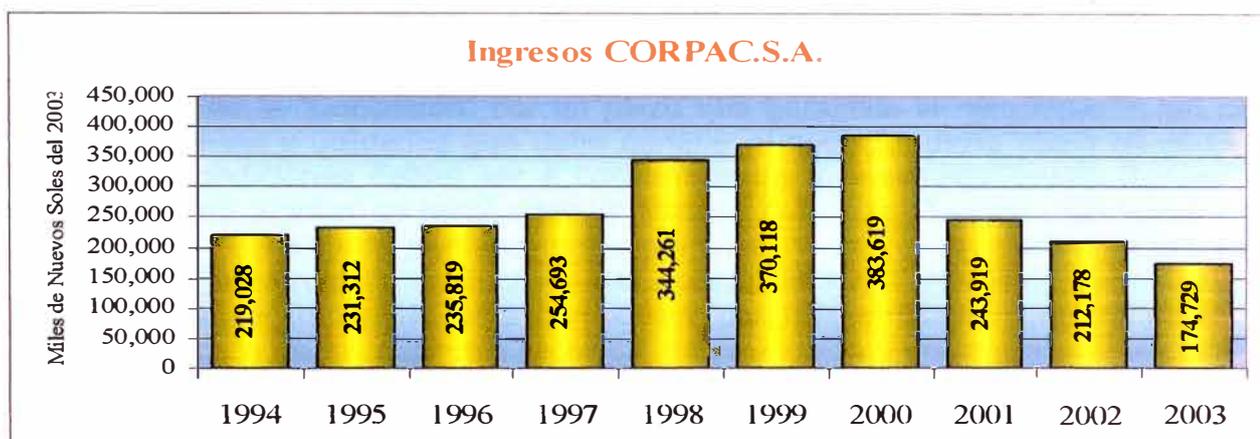
La Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC S.A.) es una Empresa del sector transporte y comunicaciones, y depende del MTC y del MEF. Está organizada para funcionar como sociedad anónima y se rige por los Decretos Legislativos N° 099 y 216 por la Ley de sociedades mercantiles, Ley de actividad empresarial del Estado y por su estatuto social. Fue fundada en 1943 con el objetivo de brindar servicios a la aeronavegación (aeronáuticos), así como, servicios e infraestructura aeroportuaria. Los servicios que brinda CORPAC, conforman un sistema integrado diseñado para satisfacer los requisitos operacionales de las aeronaves civiles en el ámbito nacional e internacional dentro de los límites de la Región de Información de Vuelo (FIR) Lima hasta el año 2010.

- **ENAPU S.A.**

La Empresa Nacional de Puertos S.A. (ENAPU S.A.), es una Sociedad Anónima creada como Organismo Público Descentralizado del sector transportes y comunicaciones. ENAPU S.A. inició sus funciones con el nombre ENAPU PERU, el 1° de enero de 1970. Los servicios que presta ENAPU, se pueden subdividir entre:

- Negocio marítimo: servicios a las naves, dentro de los cuales destacan: remolcaje, amarre y desamarre de naves.
- Negocios de almacenamiento, dentro de los cuales destacan: manipuleo y transferencia, consolidación y desconsolidación, y almacenamiento propiamente tal.

- **ENAFER.** La Empresa Nacional de Ferrocarriles, en manos de la empresa británica Peruvian Corporation. Hasta el año 1999 era quien tenía a su cargo el patrimonio y la operación de los ferrocarriles: del Centro, del Sur y del Sureste. Actualmente, estos ferrocarriles están concesionados y la empresa se encuentra inoperativa.

**\*Ingresos de ENAPU y CORPAC:****Gráfico 1.2 Fuente: Estados financieros de ENAPU (datos al 2003)****Gráfico 1.3 Fuente: Estados financieros de CORPAC S.A. (datos al 2003)****1.44 Inversión extranjera en el sector transporte:**

Es importante aclarar que en vista que el estado en muchos casos no tiene el presupuesto como para implementar de una infraestructura adecuada para el desarrollo del país vale decir que los recursos públicos dedicados al sector transporte son limitados, es necesaria la inversión extranjera directa en Perú, esta durante el periodo 1994-2004, ha experimentado un alza sostenida, alcanzando a junio del 2004 la cifra de US\$ 12,442 millones de dólares (43,300 millones de Soles); crecimiento que se explica principalmente por el proceso de privatización de activos del Estado.

SUBSECTOR	RETRIBUCION AL ESTADO
VIAL	5,5% al 12% de los recaudado en peajes
AEROPORTUARIO	46.51% de los ingresos brutos
FERROVIARIO	Retribución principal 24,75% - 37,25 de los ingresos brutos y retribución especial 50% ingresos por alquiler de material tractivo rodante
PORTUARIO	5% de los ingresos brutos

Fuente: Elaboración propia base memorias anuales OSITRAN

**Cuadro 1.1 retribución al estado a nivel de sub sectores**

### 1.45 El transporte aéreo en Lima:

El avión es el medio de transporte más veloz, pero también el de más alto costo, por lo que se lo utiliza para transporte de viajeros y mercaderías de bajo peso y alto valor o de urgente necesidad o a los lugares de difícil accesibilidad.

Actualmente el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez es el de mayor importancia en la red aeroportuaria del Perú. Presta servicios a más de 3 millones de pasajeros internacionales. Cerca del 90 % de estos pasajeros se dirigen a, o provienen de Norte, Centro o Sudamérica; siendo Miami el principal origen, destino y punto de transferencia (trasbordo y conexión). Los pasajeros de tránsito, mayormente desde o hacia Chile, Argentina y Brasil constituyen el resto del tráfico de pasajeros internacionales. El número de pasajeros nacionales se eleva a la cifra de 2.4 millones.

La importancia del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez resulta evidente si se tiene presente que concentra el 57% de los servicios a pasajeros (96% del total de pasajeros internacionales), el 33% de las operaciones aéreas y el 71% de los servicios de carga.

En los últimos años se ha experimentado un crecimiento importante del turismo tanto nacional como extranjero, Las políticas de gobierno actuales se orientan a mantener y desarrollar aún más este crecimiento ya que el turismo representa uno de ejes para el desarrollo del país.

#### 1.451 Reseña de la concesión del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez:

En un principio, la estrategia era dar en concesión un paquete de cinco aeropuertos: Cailao, Iquitos, Cuzco, Trujillo y Arequipa con una inversión estimada de US\$ 500 millones. Sin embargo dicha estrategia fue modificada y se decidió dar inicio a la promoción de inversión privada bajo el mecanismo de concesiones de manera independiente al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez (AIJC). Lo anterior debido principalmente al potencial de inversión más atractivo; por estimar que el esquema de concesión de éste aeropuerto, permitiría maximizar los ingresos del Estado dado que se esperaba una gran competencia en la licitación.

De esta forma el financiamiento privado en el sub sector aeroportuario, se centra en la concesión del Aeropuerto Jorge Chávez; el cual representa un 61 % del tráfico de pasajeros, el 34 % del movimiento total de aeronaves y el 82 % del tráfico aéreo de carga.

ITEM	CARACTERISTICA
FECHA DE SUSCRIPCIÓN	Febrero de 2001
OBJETO	Construcción, mejora y explotación
PLAZO	30 años
MODELO DE CONCESIÓN	BOT (Build, Operate and Transfer)
GARANTÍA	n/a
REGULACIÓN TARIFARIA	Establecimiento de tarifas máximas para los principales cargos aeroportuarios. El contrato de concesión establece cláusulas tarifarias, mediante las cuales se incrementan los niveles de distintos servicios aeroportuarios.
RETRIBUCIÓN AL ESTADO	46.51% de los ingresos brutos

Fuente: Elaboración propia, base memorias anuales OSITRAN

### Cuadro 1.2 Concesión del Aeropuerto de Lima

El contrato de concesión rige a partir del 14 de Febrero del 2001 y fue concesionado por la Empresa Lima Airport Partners S.R.L. (LAP), la que cuenta con capitales alemanes y americanos.

El concesionario, está obligado a realizar mejoras que constituyen bienes muebles e inmuebles destinados a optimizar la infraestructura y la calidad de los servicios en el aeropuerto; dichas mejoras incluyen inversión en activo fijo y gastos asociados a mejorar los servicios en el aeropuerto. El plan de inversiones, contempla una inversión mínima de US\$ 100 millones y una inversión variables en función de la evolución de la demanda.

#### 1.46 El transporte Portuario del Callao:

El Puerto del Callao, es el puerto principal en Perú y el más grande del país.

Principal puerta de entrada y salida de mercancías del país, que representa el 32% del total de carga movilizada en operaciones de comercio exterior.

Ubicado en la provincia de Callao a lo largo del litoral central del Perú, aproximadamente a 15 km de la ciudad capital de Lima. El Puerto de Callao es la puerta de entrada principal para el comercio transportado por agua que atiende al área metropolitana de Lima-Callao. El puerto cuenta con una amplia área de influencia, atendiendo al área de los departamentos de Lima, Pasco, Huanuco, Ayacucho, Junín y Huancavelica, con aproximadamente 11 millones de habitantes

El Puerto de Callao cuenta con un acceso de -10 m de calado y un buen acceso para vehículos en el área dedicada a las operaciones de tierra. En el pasado hubo acceso al puerto por ferrocarril, aunque ya no existe ese servicio. Hay tres puntos de acceso para que los vehículos ingresen al Puerto. El primer punto de ingreso, la puerta sobre la Avenida Argentina es utilizado para vehículos particulares y los vehículos de servicios y no permite el ingreso de vehículos de carga. Los puntos para el ingreso de los vehículos de carga se encuentran localizados en puntos opuestos a la puerta sobre la Avenida Argentina y se utilizan únicamente para los vehículos que están entregando o recibiendo carga transportada por vía acuática. Los puntos de acceso se encuentran aproximadamente a 5 Km. de la Carretera Panamericana.

El Puerto de Callao se encuentra en el Océano Pacífico y está protegido por dos rompeolas que forman un fondeadero en el puerto, la extensión de los amarraderos

disponibles alcanza tan sólo 196 metros, lo que limita el tamaño de las embarcaciones que pueden atracar en estos amarraderos.

**Datos importantes:**

\*El Terminal Portuario del Callao es el lugar a través del cual se realizan el 30% de las exportaciones mineras (concentrados de plomo, zinc y cobre), las cuales provienen de la sierra central.

\*El muelle N° 5 del TMC es el muelle principal del puerto y fue construido con el objeto de atender la necesidad de infraestructura de exportación de los concentrados de minerales. Este muelle, que cuenta con 5 amarraderos, es compartido por las exportaciones de contenedores (prendas de vestir, alimentos, etc) y las exportaciones de granel y líquidos (minerales y ácidos).

\*El muelle N° 5 fue construido en 1967 y concebido como “muelle para minerales y carga general”, La construcción del muelle fue terminada cinco años más tarde, y en ese momento ya contaba con cinco amarraderos A, B, C, D y E, los dos primeros fueron destinados a la exportación de contenedores, mientras que los tres últimos, contaban con el espacio suficiente para que puedan atracar los buques de transporte de productos a granel o líquidos.

\*Actualmente el muelle N° 5 tiene un largo de 390.0 metros y un ancho de 182.8 metros.

\*En el año 2003, por el muelle N° 5 del TMC se exportaron 1.8 millones de toneladas de concentrados minerales, lo que representa el 14.5% de las exportaciones totales del Perú.

\*La APN afirma que las actuales condiciones de operación de todos los muelles a nivel nacional son totalmente ineficientes y en el caso de minerales no existen equipos ni sistemas de embarque especializados que garanticen un adecuado control de la contaminación, y el muelle N° 5 no escapa a ello.

\*Ante esta situación, la APN a través del Plan Nacional de Desarrollo Portuario (PNDP) propone desarrollar el proyecto del llamado muelle N° 6, el que, una vez construido, se especializaría en el tráfico de concentrados de mineral y líquidos quedando el muelle N° 5 para uso exclusivo de contenedores. El sistema de embarque sería diseñado para una productividad promedio de no menos de 1,500 t/hora.

\*Para solucionar el problema de la contaminación a corto plazo es necesario la construcción de una faja transportadora de minerales en el muelle N° 5-E. El costo aproximado de la construcción sería entre 13 y 15 millones de US\$ y la ejecución del proyecto requeriría entre 12 y 16 meses.

De no construirse esta faja, las exportaciones mineras podrían verse interrumpidas debido a que la Municipalidad del Callao ha anunciado que en un futuro cercano cerrará el puerto para la exportación de minerales de no solucionarse el problema ambiental y sin la construcción de la faja, no habrá solución.

\*Se requiere trasladar el terminal pesquero artesanal a una nueva ubicación. En este caso, se ha propuesto la construcción de un nuevo Terminal Pesquero del Callao en Ventanilla.

\* Tras la construcción del Muelle Sur el muelle N° 5, podrá ser de dedicación exclusiva las para exportaciones a granel y líquidos.

### **1.461 Limitaciones actuales del Puerto del Callao:**

\*Las naves se ven limitadas por la capacidad con la que cuenta el puerto para recibir y manejar todos los posibles tipos y tamaños de embarcaciones, desde el tráfico de barcas hasta los barcos mayores de gran calado. La incapacidad de un puerto para

acomodar estas embarcaciones de mayor tamaño significa que varias embarcaciones más pequeñas serían requeridas para manejar la misma cantidad de carga, lo que a su vez duplica el costo asociado con el pilotaje, operaciones de remolcaje, embarque de la carga, desembarque de la carga en las terminales receptoras y congestión en el puerto.

\*Escasa disponibilidad de posiciones efectivas de atraque y en la inexistencia de grúas pórtico para la carga y descarga de contenedores, genera significativas demoras operativas, tanto a las naves como a la carga.

\*Un estudio elaborado por el Área de Economía de la Regulación del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico estima que los costos de estas ineficiencias equivalen a US\$ 128 millones anuales:

-Tiempos perdidos por la espera en rada.

-Escasa movilización de contenedores por hora (16 versus 75 en el Puerto de San Antonio, en Chile)

-Costos por la operación de naves más pequeñas, debido a la inadecuada profundidad de nuestros puertos.

-Sobrecostos por el no almacenamiento de los contenedores en las instalaciones de ENAPU en el Puerto del Callao.

\*Los exportadores e importadores ven con desesperación cómo, en poco tiempo, los cuellos de botella no solo les ocasionarán pérdidas significativas, sino que además les harán perder oportunidades de negocio y, probablemente, la posibilidad de seguir ampliando mercados.

\* Es innegable la necesidad de una mayor y mejor infraestructura en el puerto del Callao.

Por ejemplo, actualmente se observa una reducción de la productividad, además que existen serios problemas en cuanto a congestión de las naves.

\* Esta reducción de productividad en el puerto, se debe a que como las áreas están quedando "chicas" para el movimiento de contenedores, no se tiene la misma capacidad que antes para transferir la carga al mismo ritmo.

#### **1.462 Reseña de la concesión del muelle sur**

La Concesión comprende el diseño, construcción, financiamiento, operación, administración y mantenimiento de un Nuevo Terminal de Contenedores, ubicado al sur del Terminal Portuario del Callao.

La Buena Pro se adjudicó el 19 de junio de 2006 al concesionario DP World Callao S.A., conformado por P&O Dover/Dubai Ports World (de capitales ingleses y árabes) y Uniport S.A. (de capitales peruanos), por un plazo de 30 años.

A la firma del contrato, el proceso de concesión desarrollado en forma conjunta por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la Autoridad Portuaria Nacional (APN) y PROINVERSIÓN, permitirá que el Perú cuente con un nuevo y moderno Terminal de Contenedores que elevará nuestra competitividad.

\*ETAPA I: (Entre el 1er y 3er año de la Concesión)

Un área de concesión de 228,000 metros cuadrados. Construcción del frente de atraque que tendrá una longitud de 650 metros (2 amarraderos).

Capacidad para 750,000 TEUs anuales aproximadamente. Dragado de suelo marino hasta llegar a 14 metros de profundidad. Instalación de 6 grúas pórtico de muelle, 10 grúas pórtico de patio, 24 tractocamiones, 2 reach stacker, entre otros vehículos especializados.

\*ETAPA II: (de acuerdo al requerimiento de la demanda)

El área de concesión se extenderá hasta 303,000 metros.

Ampliación del frente de atraque hasta 960 metros. (1 amarradero adicional). Capacidad se ampliará hasta 1'250,000 TEUs anuales aproximadamente. Se agregarán 3 grúas pórtico adicionales, con lo cual el muelle contará con 9 grúas de este tipo, 32 grúas pórtico de patio y 54 tractocamiones.

\*Se han destinado US\$144 millones a la construcción de obras comunes que beneficiarán a todos los usuarios del puerto, tales como:

Ampliación de la bocana de acceso marítimo al Puerto del Callao. Profundización adicional del canal de acceso y la poza de maniobras a 16 m. Ayudas a la navegación de las áreas comunes.

Mejoras de accesos terrestres. Implementación de Sistemas de Protección y Seguridad en lo referente a áreas comunes. Desarrollo de Zonas de Actividades Logísticas (ZAL). Implementación en Sistemas de Información Comunitario (SIC).

Actualmente el muelle más importante del puerto del Callao (Muelle 5) tiene una profundidad marina de 10.5 metros. Con la construcción del Muelle Sur, el puerto podrá recibir barcos PANAMAX y POSTPANAMAX.

\*Esta obra elevará la competitividad de nuestras exportaciones al permitir una reducción de costos y sobrecostos del orden de los US\$ 380'000,000.

Asimismo, permitirá una disminución en el costo del flete marítimo ya que podrá recibir naves POSTPANAMAX con capacidad para transportar entre 4,500 y 6,000 TEU's cada una.

#### **1.47 Análisis del transporte de carga en el sector Portuario y Aeroportuario:**

El transporte nacional e internacional de carga cuyo origen o destino es el área metropolitana, incide directamente en el tránsito urbano, al producir una cierta congestión en las vías que utiliza, cuya regulación esta a cargo de la autoridad municipal, tanto durante su circulación como en los terminales en donde carga y descarga los bienes que traslada. Cabe anotar que el transporte de carga urbano es competencia del gobierno central, al igual que el transporte nacional e internacional.

Para el caso del transporte de carga por medio de puertos marítimos el 99 % corresponde a atraque directo y sólo el 1% a lanchonaje.

En términos generales y de modo independiente al terminal portuario, se observa que si bien existen siete tipos de operación (importación, exportación, trasbordo, tránsito descarga, ingreso vía terrestre, actividad pesquera), el mercado está claramente dominado por dos, las cuales corresponden a actividades de comercio internacional - importación/exportación, llegando a concentrar ambas aproximadamente el 90 % del movimiento de carga total estimado, y donde las actividades de importación representan en promedio el 56 %. Del 10 % restante del mercado, las actividades de cabotaje concentran prácticamente la totalidad de las actividades.

#### **1.48 Sub-sector aéreo:**

El sector aeroportuario, está compuesto de dos mercados como son: el mercado de transporte de carga y mercado de transporte de pasajeros. (La mayoría de estos se realizan en el aeropuerto de Lima). Ambos no son comparables entre sí, ya que las cifras oficiales de evolución para los años en análisis (1994-2002), utilizan como base de referencia distintas unidades métricas, toneladas en el caso del primer mercado y pasajeros para el segundo.

## a) Mercado de carga aérea:

## CARGA Y CORREO EN EL AEROPUERTO JORGE CHAVEZ

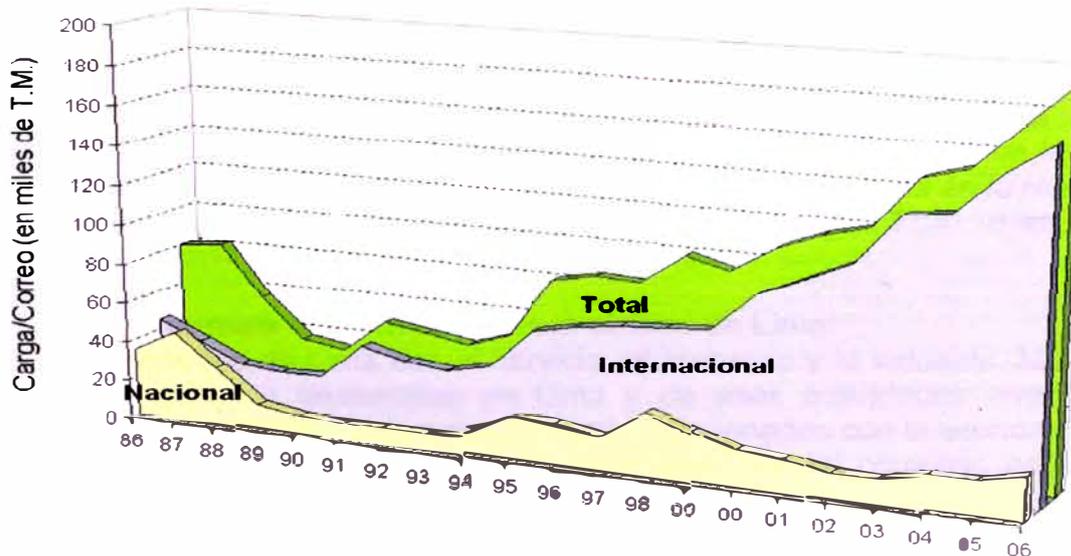


Gráfico 1.5 Evolución del tráfico de carga aérea -Fuente: CORPAC (datos al 2006)

## b) Mercado de transporte de pasajeros aéreos:

## PASAJEROS EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ

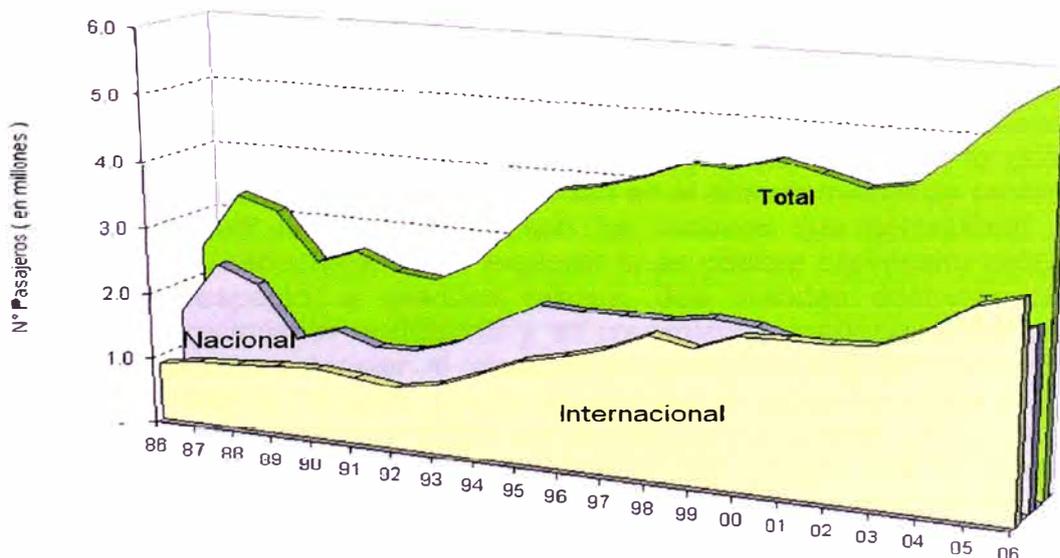


Gráfico 1.6 Evolución del tráfico de pasajeros aéreos - Fuente: CORPAC (datos al 2006)

### **1.50 El transporte por carretera en Lima:**

El transporte por carretera que en Perú es el método dominante nacional (90 % de los transportes de carga y pasajeros), Lima por su gran cantidad de habitantes respecto de las demás ciudades entra y sale el mayor tráfico de vehículos tanto de carga como de pasajeros. El estado de las vías de comunicación existentes en el área de estudio, permite atender, aunque no de manera eficiente, el tráfico de la carga proveniente de los centros de producción existentes en la región. Es importante que en la etapa de modernización de nuestros principales modos de transporte se continúe con las mejoras de las vías de comunicación hacia los centros de producción existentes en la región.

La red vial tiene una longitud total de 4669.50 km, de las cuales 1136.10 es asfaltado, 178.50 es afirmado, 517.60 sin afirmar y 2837.30 es trocha.

### **1.60 Aspectos generales del comercio en la ciudad de Lima:**

Las grandes actividades de Lima son el servicio, el comercio y la industria. Más del 50% de cada una de ellas se desarrollan en Lima y de esas actividades viven miles de personas. De ellos dependen y están directamente relacionados con la economía tanto de Lima como del país, para poder comprender los aspectos del comercio es importante hacer un breve análisis económico.

#### **1.61 Antecedentes:**

La economía peruana sufrió una severa recesión e inflación incontrolables durante la década de los 80. Esta situación se ha ido recuperando gradualmente desde 1990. Durante la última década, la macroeconomía del país ha mejorado y ha demostrado tasas de crecimiento económicamente altas en comparación con otros países latinoamericanos. El crecimiento económico de un país depende de la competitividad del mismo, entendida como la capacidad de acceder a mercados en condiciones de prevalecer sobre la competencia. Esto supone componentes de demanda y de oferta. Por el lado de la demanda, se vincula al mercadeo y a la satisfacción a clientes existentes y potenciales. Por el lado de la oferta, se relaciona a la función de producción y a los costos. Suponiendo que las estrategias de mercadeo son adecuadas y que se ha establecido claramente los nichos de mercado para los productos nacionales respecto a los mercados internos y externos, considerando un vector óptimo de mix de calidad-precio para cada combinación producto-mercado, sobre la base de un diagnóstico estratégico de las ventajas comparativas y competitivas de cada segmento de oferta, lo que queda como variable clave para aumentar la competitividad es el abaratamiento de costos.

Sin embargo, es útil analizar cuáles son los factores que determinan el crecimiento económico, y más específicamente, explorar si es posible provocarlo deliberadamente o no. Existen al respecto, a grandes rasgos, dos grandes doctrinas del crecimiento económico: el crecimiento endógeno y el crecimiento exógeno. En el primer caso la infraestructura puede potenciar al crecimiento sostenido a largo plazo. En el segundo caso, no, pues sólo en el corto puede haber efectos expansivos. En el primer caso, la infraestructura genera crecimiento por su impacto en los costos del sector privado que le permite liberar recursos para desarrollar nuevas tecnologías que les permita ampliar la frontera del crecimiento potencial. En tal caso se justifica las políticas de incentivos a las infraestructuras. En el segundo caso, la pregunta relevante no es cuánto puede aumentar la tasa de crecimiento del producto potencial en el largo plazo. Lo importante es definir qué tan corto o largo puede ser ese corto plazo. Y esto dependerá de la brecha de infraestructura.

La economía peruana se encuentra en una senda de crecimiento liderada por el fortalecimiento del sector externo: mejoras en precios de materias primas, especialmente oro y cobre, que han llevado a una mayor producción minera y a un aumento de los volúmenes exportados. Considerando un contexto mundial favorable, las cifras podrían ser aún mejores. Sin embargo, la incertidumbre política ha mermado en cierta medida el crecimiento.

### Informe 2006:

El INEI informa que el valor de las exportaciones e importaciones FOB en el mes de noviembre del 2005 aumentaron en 40,1% y 22,1% respectivamente, en comparación a los niveles obtenidos en similar mes del año anterior.

El valor de las exportaciones FOB se situó en US\$ 1475,9 millones, Según países, Estados Unidos fue el principal país de destino de nuestras exportaciones al adquirir el 35,6% del valor total de las exportaciones, seguido en orden de importancia por China 8,3%, Canadá 6,9%, Suiza 6,8% y Chile 6,1%.

De otro lado, en noviembre el valor de las importaciones FOB (definitivas más donaciones) alcanzó su nivel más alto registrado en el 2005 con un total de US\$ 1059,7 millones, cifra superior en 22,1% al del mes de noviembre del 2004.

Los principales países de origen de las importaciones continúan siendo los Estados Unidos y China con 12,7% y 10,2% del valor total importado respectivamente. Le siguen Brasil (9,5%), Ecuador (9,2%), Venezuela (5,8%), Chile (5,5%) y Colombia (5,2%).

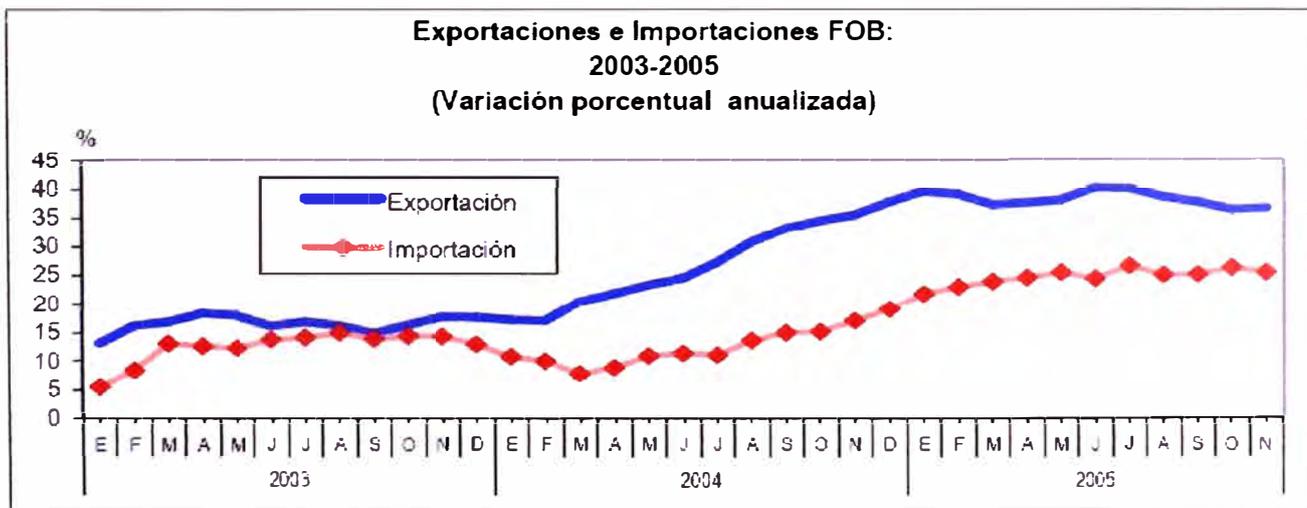


Gráfico 1.7 Exportaciones e Importaciones 2003-2005 (Fuente INEI)

### Informe 2007:

El INEI informa que en el mes de Noviembre las Exportaciones e Importaciones FOB en valores reales se incrementaron en 4,3% y 18,6%, respectivamente, en referencia a similar mes del año anterior.

El valor real de las exportaciones FOB ascendieron en US\$ 910,8 millones, Los principales países de destino de nuestras exportaciones fueron Estados Unidos con 29,3%, Suiza 9,0%, China 6,8%, Canadá 5,3% del valor total de las exportaciones.

Las importaciones reales FOB (definitivas más donaciones) aumentaron en US\$ 165,7 millones, Según mercado de origen, los principales proveedores de bienes fueron Estados

Unidos representando el 17,1% del valor total de las importaciones, seguido por China 16,0%, Brasil 9,8%, Colombia 6,6%, México 5,8% y Chile 5,0%.

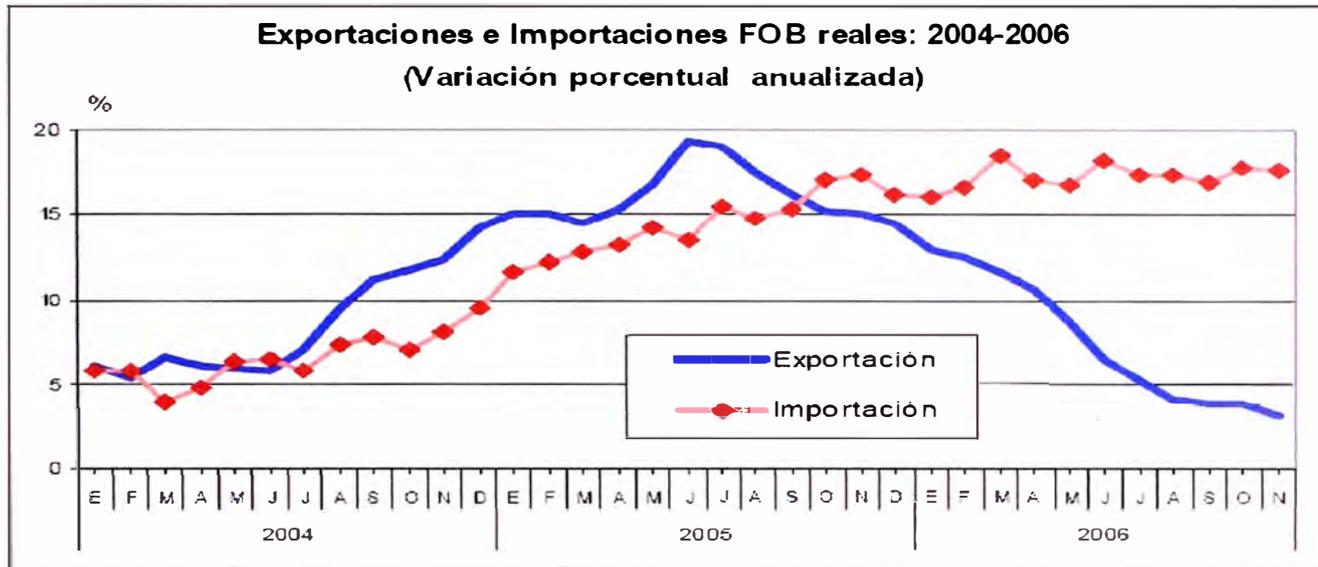


Gráfico 1.8 Exportaciones e Importaciones 2004-2006 (Fuente INEI)

### 1.62 PBI Regional del departamento de Lima y de la Provincia Constitucional del Callao:

Los datos del producto bruto interno regional (PBIR) solo están disponibles para el Departamento de Lima y El Callao, que incluyen el Área Metropolitana de Lima y Callao. De acuerdo al PBIR a precios constantes de 1974, el Departamento de Lima y el Callao generaron 1150 millones de soles en 1970 y 1658 millones de soles en 1980.

Después, el PBIR cayó a 1371 millones de soles en 1990. Las tasas promedio de crecimiento anual fueron de 3.7 por ciento en la década de los 70, y cayeron a un crecimiento negativo de 1.9 por ciento en la década de los 80. Si comparamos estas cifras con el promedio nacional, se puede concluir que la recesión severa de 1985 causó un mayor efecto negativo en las economías del Departamento de Lima y de la Provincia de El Callao.

De acuerdo al PBIR por sector económico, el sector terciario produjo 825 millones de soles en 1990, que ocupó el 60.2 por ciento del total del producto regional, seguido por el sector secundario con el 35.3 por ciento (484 millones de soles). El sector primario solo produjo el 4.5 por ciento (62 millones de soles) del producto regional. La tabla 1.1 muestra el porcentaje de participación del PBIR en el departamento de Lima y El Callao en el producto nacional entre 1970 y 1990. Estos ocuparon una porción significativa del producto nacional: es decir 45.7 por ciento en 1970, 45.5 por ciento en 1980 y 42.0 por ciento en 1990. Estas cifras resaltan la importancia excepcional de las actividades económicas en el Área Metropolitana de Lima y Callao.

AÑO	Sector Primario		Sector Secundario		Sector Terciario		Total	
	Millones de soles	%	Millones de soles	%	Millones de soles	%	Millones de soles	%
1970	61	5.3	450	39.2	639	55.6	1,150	100
1980	57	3.4	586	35.3	1,015	61.2	1,658	100
1990	62	4.5	484	35.3	825	60.2	1,371	100

**Tabla 1.1 PBIR del departamento de Lima y Callao por sectores económicos. Fuente INEI, Almanaque de Lima y Callao 2001**

AÑO	Perú	Departamento de Lima y Callao	
	Millones de soles	Millones de soles	% de Participación en el PBI Nacional
1970	2,518	1,150	45.70%
1980	3,646	1,658	45.50%
1990	3,264	1,371	42.00%

**Tabla 1.2 Participación del PBIR de los departamentos de Lima y Callao en los productos Nacionales 1970-1990. Fuente INEI, Almanaque de Lima y Callao 2001**

En base de estas tasas de crecimiento por sectores económicos, se estima el PBIR real de 1994, entre 2001 y 2004. El PBIR del departamento de Lima y Callao aumento de 54,580 millones de soles en 2001 a 60,830 en 2004. De acuerdo al sector económico, el sector terciario genero el 57.6 por ciento del producto regional en el 2004, seguido por el sector secundario con 38.0 por ciento y el sector primario con 4.4 por ciento. La reciente cifra del PBIR muestra que el sector secundario es una fuerza impulsora del crecimiento económico del Departamento de Lima y de la Provincia del Callao.

Durante los 50 y 60, el Área Metropolitana produjo productos agrícolas y fabrico productos principalmente para el mercado interior del país, los sectores primarios generaron una gran parte del producto regional. En la segunda fase, durante los años 70, los productos agrícolas y los productos fabricados aumentaron su dependencia de las importaciones de países extranjeros debido al gran crecimiento de la población del Área Metropolitana y tecnologías industriales inadecuadas. En la tercera fase durante los años 80, el Área Metropolitana experimento una severa recesion económica, que llevo a muchas empresas a la bancarrota y produjo altas tasas de desempleo. Por lo tanto, la economía Metropolitana se convirtió en el centro de servicios de consumo y comercio, en vez de ser el centro de producción. Los productos agrícolas y mineros generados en otras regiones del país fueron exportados y los productos fabricados en le extranjero fueron importados a través del Área Metropolitana. En la última etapa desde los años 90, el sector terciario, ha sido continuamente dominante en la economía metropolitana, pero esto ha ido cambiando gradualmente al sector secundario. En particular, las actividades de manufactura y construcción cumplen con una función importante en la economía metropolitana.

En el sector comercial y de servicios, existe un gran número de empresas en el Área Metropolitana, y la mayoría de ellas son informales debido al difícil acceso al mercado

formal. La gran cantidad de actividad informal es una de las características de la economía metropolitana.

Año	PBI Nacional*	PBIR en los Departamentos de Lima y Callao		
	Millones de Soles	Millones de Soles	Tasa de Crecimiento** (%)	Porcentaje en Perú (%)
2004	137,167	60,830		44.3
2005	142,363	62,977	3.53	44.2
2010	173,167	76,202	3.89	44.0
2015	214,141	93,599	4.20	43.7
2020	268,811	116,802	4.53	43.5
2025	341,947	148,053	4.86	43.3

**Tabla 1.3 Proyección del PBIR en los Departamentos de Lima y Callao 2004-2025**

**Nota:\* El PBI se estimó en función a los últimos datos de 117,590 millones de soles en 1999, preparado por el BCR del Perú (informe anual 2002)**

**\*\* La tasa de crecimiento del PBIR durante el periodo entre 2004 y 2020 se basa en el informe, estudio para la elaboración de Proyecciones Macroeconómicas, preparado por el ministerio de economía y finanzas en el año 2000. (Fuente JICA)**

### **1.63 La pobreza y el sector informal:**

La pobreza es uno de los problemas más críticos en la ciudad de Lima. De acuerdo a los datos de las últimas estadísticas nacionales de pobreza elaboradas por el INEI el porcentaje de la población en estado de pobreza en el país aumento de 42.7 por ciento en 1997 a 48.4 por ciento en el 2000 estas cifras indican que casi la mitad de la población del país esta calificada como pobre. En el Área Metropolitana de Lima y Callao, el porcentaje de la población en pobreza era menor al promedio nacional pero aumento significativamente de 25.4 por ciento en 1997 a 38.9 por ciento en el 2000.

### **1.64 Fuerza laboral en el Área Metropolitana de Lima y Callao:**

El tamaño actual de la fuerza laboral por sector económico en el Área Metropolitana de Lima y Callao fue preparado por el Ministerio de trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). En función al tamaño actual de fuerza laboral y la tasa de crecimiento del PBIR, se estimó la fuerza laboral futura en el Área Metropolitana por sector económico durante el periodo entre 2004 y 2025. El tamaño total de la fuerza laboral aumentara de 3'568,168 personas en 2004 a 4'287,347 personas en 2010 y a 6'085,526 personas en 2025. La participación del sector primario es de 0.7 por ciento en 2004, y se mantendrá estable hasta el 2025 la participación del sector secundario aumentara levemente de 19.8 por ciento en 2004 a 20.9 por ciento en 2025 la participación del sector terciario se reducirá levemente de 79.5 por ciento en 2004 a 78.3 por ciento en 2025.

### 1.65 Comercio en la región Callao:

El mayor porcentaje de su PBI radica en la industria manufacturera, a la que se dedica más del 20% de su Población Económicamente Activa (PEA) y donde sobresalen la elaboración de harina y conservas de pescado, la transformación de petróleo crudo en gasolina y otros derivados, así como las cervecerías. Es el puerto donde se realiza la más intensa actividad comercial del Perú, la que absorbe el 18% de la PEA.

El Puerto del Callao es el puerto más grande de Perú y uno de los más importantes actualmente en Sudamérica, sin embargo debido a sus limitaciones puede quedar como un puerto no competitivo en esta parte de Sudamérica si tenemos en cuenta que tanto Chile como Ecuador están ya construyendo Mega puertos acordes con las últimas generaciones de súper naves de gran calado, ahora sabiendo que el 92% del transporte de carga mundial es marítimo esto representaría enormes pérdidas económicas para el Perú.

El puerto del Callao ha crecido hasta convertirse en el puerto más grande dentro del Perú por varias razones:

1. Proximidad a la ciudad capital de Lima y sus 7.8 millones de habitantes. Lima es también el centro de movimiento industrial y económico de Perú.
2. Proximidad a las principales rutas de transporte, incluyendo:
  - conexión con la Carretera Panamericana,
  - conexión a la Carretera Central transandina,
  - conexión con el Ferrocarril Central y las zonas mineras del interior del Perú.

El Callao es primero en producción pesquera en el Perú y uno de los primeros en el mundo entero. Lanchas artesanales, bolicheras, barcos arrastreros, y barcos factoría pescan cada día miles de toneladas métricas de diversas especies marinas. Se venden como pescado fresco, pescado salado, pescado congelado. Se usan para conserva de pescado y, principalmente para la harina de pescado. Las mejores fábricas de harina de pescado del Perú están en el Callao.

En cuanto a la minería e industria es el primero en la producción industrial del país. Segundo en la industria petroquímica, gracias a la refinería de la Pampilla, que es la más importante del Perú y procesa petróleo crudo traído de la selva, vía Bayovar.



Figura 1.4 Ubicación de un hub port para el Perú

## Capítulo II

### II) ASPECTOS GENERALES DE LA ISLA SAN LORENZO

#### 2.0 Generalidades:

La hipótesis más aceptada sobre el origen de la Isla San Lorenzo es que esta se originó durante grandes transformaciones geológicas del planeta hace unos 120 millones de años. Estos cambios permitieron la formación de las grandes cadenas de montañas como los Andes y la consolidación de nuestra costa, producto de los choques de placas tectónicas que levantaron y hundieron parte del litoral. Según estudios de los ingenieros Alfredo Rosenzweig, Oscar Palacios y Walter León de la Sociedad Geológica del Perú, esta Isla tiene el mismo tipo de roca marina que el morro solar, el salto del fraile y la Herradura.

San Lorenzo es en la actualidad una isla desértica, carece de vegetación y su fauna está conformada por aves y abundantes peces. Se ubica a aproximadamente cuatro kilómetros del distrito y balneario de La Punta, en el Callao. Tiene enorme valor histórico y arqueológico, en su zona sur existe un cementerio prehispánico con aproximadamente tres mil tumbas.



Foto 2.1 Imagen satelital Isla San Lorenzo

### 2.01 Breve reseña histórica:

La mas grande y alta del Perú, antiguamente considerada una divinidad femenina por los nativos de la zona, quines la llamaron Shina y la identificaron con la belleza y la fecundidad debido a la gran cantidad de peces y mariscos de sus costas; gracias a ello, desempeño la importante función económica de mantener a las antiguas poblaciones asentadas en la costa del Callao.

El Arqueólogo Max Uhle encontró en el extremo sur de la isla una dacha destinada a la veneración de la luna y una necrópolis con más de tres mil tumbas que contenían, además utensilios, tejidos y objetos manufacturados en oro y plata.

Se le conoce también como "Isla Misteriosa" debido a las fascinantes historias de piratas, tesoros escondidos y restos históricos que se tejen a su alrededor. En el lugar se encuentran los restos del pirata holandés Jacobo L'Hemite y de otros personajes del siglo XIX. Existen también ocho cementerios donde yacen los restos de soldados chilenos que murieron en la guerra del Pacifico.

En cuanto a la isla El Frontón llamada también "Isla del Muerto", pues funciono como prisión política durante la colonia e inicios de la republica. Entre sus prisioneros estuvo el Virrey Blasco Núñez de Vela, depuesto en 1544. Posteriormente fue un centro penitenciario para reos comunes.

Ubicada al noroeste del Callao, San Lorenzo es considerada la isla más grande y de mayor altura de nuestro litoral. Tiene ocho kilómetros de largo por dos de ancho y un área de 17.6 km. Posee pequeñas playas, cavernas horadadas, abismos y quebradas. Su historia es particularmente atractiva. San Lorenzo, cuya extensión se aproxima a las 162 hectáreas, cuenta con tres elevaciones: el cerro el Cabezo, el Encantado y el Huanay en la parte oeste. Contiene depósitos fosilíferos en sus diferentes formaciones geológicas. Fue estudiada por Raimondi, Lisson, Gabb, Darwin y otros notables científicos.



Figura 2.1 Plano del Callao de 1788 - cortesía Todo Callao

## 2.1 Situación y Superficie:

### 2.11 Situación:

Actualmente la Isla San Lorenzo esta custodiada por la Marina de Guerra del Perú, y tiene una base naval en la zona oriental central, donde funciona la escuela de reclutas de la marina y ahí realizan sus maniobras propias de la instrucción naval, además también se encuentra la playa presidencial que es lugar de descanso para el presidente de turno, y posee una zona para uso civil que se encuentra ubicada en el cerro El Cabezo Norte donde las personas que poseen embarcaciones y los yates turísticos pueden ir a descansar, en el resto de la isla esta prohibido desembarcar por ser zona naval. Actualmente a 300 metros alrededor de las islas San Lorenzo y Callao (El Frontón) se ha considerado como área de mar otorgada a la dirección de intereses marítimos de la marina de guerra del Perú (R/D N° 077-93), prohibida para la navegación, operación de pesca, extracción, permanencia, practicas deportivas y de recreo.



Figura 2.2 Playas, caletas, puntas y otros lugares en la isla San Lorenzo

## 2.12 Descripción general de las Islas y accidentes geográficos del área:

### 2.121 La Isla San Lorenzo: Coordenadas: 12°05'12.5" S; 77°13'36" W

(8 Km. de largo) con su vecina la isla El Frontón (1 Km. de largo), están ubicadas frente a la línea de playa de la Punta-Callao, entre los paralelos 77°16' - 77°11' de Longitud Oeste y 12°3.8' – 12°5' de Latitud Sur.

Constituye una enorme represa del mar de leva permitiendo que las aguas que bañan el puerto del Callao sean tranquilas, formando además una valiosa baliza natural, visible a más de 30 millas mar afuera.

Esta isla tiene aproximadamente 8.3 km. de largo, orientada en dirección NW – SE y 2.8 km. en su punto más ancho; su elevación máxima es de 393 msnm. La extremidad N de esta isla conocida como El Cabezo (Cabo San Lorenzo), es un accidente libre de peligros para la navegación, pudiendo acercarse las naves hasta una milla de la costa para bordearlo y luego fondear en el Callao.

El lado occidental de El Cabezo despide algunas rocas peligrosas pegadas a su costa que se extienden hasta el islote Mal Nombre, situado hacia el SSW del cabo y aproximadamente a 180 metros de la playa.

También hay un islote pequeño situado aproximadamente a 300 metros al SSE de punta Zorrilla. Hacia el SW de la punta Alfaje, existe un roquerio que se extiende en dirección SSW hasta alcanzar una distancia de 350 metros, la roca apartada tiene 31 metros de altura.

Existen además otras rocas e islotes por el lado S de esta isla, destacando roca La Viuda y los islotes Cabinzas, ubicados al lado SW de Punta Cocina. El mayor de los islotes Cabinzas tiene 67 metros de altura y los islotes Palominos se encuentran situados a 1.5 millas de los islotes Cabinzas por el SW. Aproximadamente a 400 metros al ENE de punta Cocina se encuentra la isla Ballena, la cual está rodeada de roquerios y con fuertes rompientes no recomendándose la navegación por esta zona.

Uno de los accidentes naturales más notables de esta isla lo constituye la punta Galera, situada al SE y a una distancia de 1.75 millas de El Cabezo de la isla San Lorenzo.

La punta Gruta se encuentra aproximadamente a 1 milla de punta Galera, en la parte intermedia de estas dos puntas se encuentra una caleta denominada Sanitaria y aproximadamente a ¼ de milla hacia el S de punta Gruta existe un muelle de 140 metros de largo.

**Peligros:** Hay un naufragio (dique flotante) con menos de 5.5 metros de agua encima y aproximadamente a 800 metros hacia el NW de punta Galera.

Al E y a una distancia de 1150 metros de punta Galera, se encuentra un bajo peligroso de 4 metros.

La roca Iquitos con 4.5 metros de agua encima, se encuentra a 1000 metros hacia el ENE del faro Palominos.

Al NW y a una distancia de 1500 metros de punta Galera, se encuentran 2 rocas peligrosas.



**Foto 2.2 Zona oriental de la Isla San Lorenzo**



**Foto 2.3 Zona Sur oriental de la Isla San Lorenzo**



**Foto 2.4 Vista de la zona central oriental de la isla San Lorenzo**



**Foto 2.5 Vista de la zona ocupada de la isla San Lorenzo, la playa presidencial**

**2.122 Isla Callao (El Frontón):** Coordenadas: 12°07'00" S; 77°10'54" W

Esta isla se encuentra aproximadamente a 800 metros por el extremo SE de la isla San Lorenzo. Tiene aproximadamente 1180 de largo por 900 metros de ancho, orientada en dirección N-S con altura máxima de 164 msnm.

Las islas San Lorenzo y Callao, se encuentran separadas por un angosto canal de 800 metros de ancho, sembrado de arrecifes, donde destacan los islotes Redondo de 26 metros de altura y El Candelero de menor altitud.

El mar de leva produce fuerte rompiente en este canal, especialmente por el lado occidental del arrecife. Por el extremo SE de la isla Callao también existe un arrecife que se extiende hasta unos 300 metros de su costa, donde el mar rompe en forma permanente.



Foto 2.6 Vista de la isla El Frontón

**2.123 Banco El Camotal:**

Coordenadas: 12°04'24" S; 77°10'54" W

**Ubicación geográfica:**

En la prolongación de la Punta, en dirección hacia la Isla San Lorenzo, se encuentra una zona de aguas poco profundas denominadas Banco El Camotal, cuya parte menos hundida emerge en las bajamares. Los fondos submarinos aumentan mas en las cercanías de las Islas San Lorenzo e Isla Callao y en forma casi abrupta se presenta después para formar El Boquerón, que constituye un foso que cuenta con profundidades del orden de los 11 y 12 metros.

La formación del Banco El Camotal se puede explicar de la siguiente manera: entre las Bahías del Callao y Miraflores; debido a su configuración actual, se produce una sensible modificación del oleaje predominante, ya que en la primera (Callao) las olas son relativamente débiles, en cambio en la segunda bahía (Miraflores), reina en forma casi permanente, una agitación de aguas que adquieren valores importantes.

Este oleaje penetra en la Bahía de Miraflores procedente del sector  $190^{\circ}$  al  $210^{\circ}$ , muestra el aspecto característico de la dirección del transporte sedimentario a lo largo de nuestro litoral, este oleaje después de haber penetrado en la Bahía de Miraflores sufre desviaciones alrededor de los obstáculos rocosos que presentan la isla El Frontón por el lado NE. y la Punta Chorrillos por el SE. Por otro lado el abrigo de la Isla San Lorenzo e Isla Callao se organiza una red completa de oleajes provenientes de diferentes direcciones, que dan origen a la forma característica de la punta que esta constituida, principalmente, por el oleaje proveniente de mar afuera que ha sido difractado por el cabezo Sur de la Isla Callao.

A este oleaje principal se sobrepone de una parte el oleaje desviado por el cabezo Norte de la isla San Lorenzo y por otra parte el oleaje difractado a través del estrecho paso que existe entre la Isla San Lorenzo e Isla Callao.



Foto 2.7 Banco el Camotal

#### 2.124 El Boquerón:

Entre la Isla San Lorenzo y el Bajo El camotal se forma un canal que une las bahías del Callao y Miraflores que puede ser transitado por pequeñas embarcaciones, pero solo se recomienda navegar por el a personas familiarizadas con la localidad. El Camotal se extiende desde la Punta – Punta hacia la Isla San Lorenzo, con profundidades del agua del orden de las tres brazas y se acerca hasta unos 350 mts. de la costa de la isla, distancia que se considera como mínima de ancho de este canal o paso llamado El Boquerón.

#### 2.125 Área Marítima Insular:

Comprende las Islas San Lorenzo, el Frontón, los islotes Palominos, Cabinzas, entre otros; así como el mar y los escenarios paisajísticos de atracción turística. Además cuenta con zonas apropiadas para el desarrollo de deportes acuáticos y náuticos, constituyendo Palominos el atractivo de mayor jerarquía en esta área.

Los Islotes Palomino son cuatro en total, ubicándose el más grande detrás de la Isla San Lorenzo. Al lado sur se encuentran los islotes denominados "La Viuda" y "Cabinzas". La Roca Horadada, ahora llamada "Ex-Horadada" o "Farallón" es una enorme peña muy singular que durante el siglo pasado estaba atravesado de lado a lado por un agujero, producto de la erosión. Se encuentra frente a la playa de la Mar

## 2.2 Relieve y clima:

### 2.21 Relieve:

La Isla San Lorenzo posee un relieve moderadamente ondulado presentando cuatro cerros principales cuya máxima altura según el IGN es de aproximadamente 390 metros en el cerro La Mina a su vez presenta en sus extremos Norte y Sur y parte del lado SW barrancos inaccesibles, constituye una cadena de 10km de largo (San Lorenzo – El Frontón), interrumpida por un canal de 800 m de ancho llamado El Boquerón que la divide en dos islas. Esta cadena constituye la continuación geológica del Morro Solar.

Se muestra el plano topográfico proporcionado por el IGN, a escala 1/25000.



Figura 2.3 Plano topográfico Isla San Lorenzo Fuente: IGN

## 2.22 Clima:

Los factores climáticos corresponden a condiciones propias de la Costa Central del país. Zona intertropical, afectada por el Anticiclón del Pacífico Sur, que es una masa de aire frío y seco que desciende, en forma arremolinada sobre la cuenca del Pacífico Sur siguiendo una dirección antihorario; durante el invierno se aproxima a la costa y contribuye al enfriamiento del aire. De este modo propicia la condensación del vapor de agua que hay en la atmósfera, formando densas nubes estratos, que se observan entre los 300 y 900 m de altitud, formando un techo contenedor de la dispersión necesaria de la contaminación. Este techo nuboso a su vez, provoca el fenómeno de inversión térmica y la ausencia de lluvias, al reflejar gran parte de la energía solar, bajando la temperatura a una media anual de 18,2° C y una temperatura alta de 24°C sobre los estratos.

A ello se debe la estabilidad del aire en frío que no tiene capacidad para ascender como sí lo tiene el aire inestable, por tanto no suben a la atmósfera las grandes masas de vapor de agua, determinando la ausencia de lluvias regulares, observándose únicamente las garúas, es decir precipitaciones líquidas muy finas que provienen de las nubes-estratos.

### 2.221 Temperatura:

El rango de temperatura del aire diurno debido a su cercanía al mar es pequeño. En tanto para cada año, la curva promedio de temperatura, presenta una variación marcada entre el verano e invierno, el periodo más caliente ocurre en febrero con 23,0 °C y el más frío en agosto y septiembre con 16,6 °C. Los 3 meses más cálidos son enero, febrero y marzo, con un promedio de 22,7 °C. La amplitud en promedio entre verano e invierno es de 6,0 °C. La temperatura máxima promedio en verano alcanza a 26.8 °C en febrero, mientras que la temperatura mínima promedio para el invierno es de 18,8 °C en agosto, el rango de variación entre estas extremas alcanza a 8,0 °C.

Las temperaturas extremas absolutas, para la estación de Corpac, la temperatura máxima absoluta (temperatura más alta en verano) en promedio para el verano llega a 32,0 °C., en el mes de marzo y la temperatura mínima absoluta (la más baja en invierno) en promedio para invierno es 9,7 °C. en junio, además la amplitud absoluta es de 22,3 °C.

### 2.222 Viento:

Físicamente el viento está vinculado a la marcha horaria de temperatura, adquiriendo mayor velocidad a medida que hay incremento de la misma. Esto se observa tanto en verano como en invierno, aunque no es muy notoria esta disminución de velocidad del viento a las 19 horas por el efecto de la brisa marítima y de los Alisios. Es interesante observar que a las 7 horas hay más calmas en febrero que en agosto, esto es lógico ya que los Alisios son más persistentes en invierno que en verano cuando éstos se presentan débiles.

En agosto el viento retorna a las 19 horas alineándose a la marcha de los Alisios y los factores asociados al gradiente local de presión, por lo que el efecto del abanico es menor que en verano.

El viento predominante durante el verano es de dirección sur con intensidades moderadas a fuertes. Durante el invierno la dirección predominante del viento es del Sur con intensidad moderada. También se observan vientos del Sudoeste, Oeste y Noroeste, pero con menor frecuencia de vientos moderados a fuertes.

### 2.223 Presión Atmosférica:

La forma de los campos de presión es aproximadamente constante a lo largo del año, variando en intensidad en asociación directa con el Anticiclón Semipermanente del

Pacífico Sur (APS). Es evidente que las particularidades de estos campos deben investigarse sobre la base de los factores locales que determinen el clima del lugar.

Un análisis de la evolución de la presión atmosférica muestra que esta presenta un mínimo en febrero - marzo y máximo en agosto, las diferencias de presión entre ambas es de 4 hectopascales (hPa) aproximadamente.

El comportamiento de la presión atmosférica para el verano (enero, febrero y marzo), es de 1011,1 hPa como promedio. Para la estación de otoño esta se incrementa ligeramente alcanzando 1013 hPa, debido al desplazamiento hacia el norte del Anticiclón Semipermanente se dan los valores más altos para la estación de invierno, llegando a 1014,2 hPa y para la estación de primavera llegan en promedio de 1013,2 hPa.

#### **2.224 Humedad Relativa:**

La humedad relativa media anual es de 83% con una dispersión media de  $\pm 3\%$ . Los valores extremos se presentan en el mes de septiembre con 85% (máximo) y en el mes de diciembre 80% (mínimo), esta variación está íntimamente asociada a la marcha de la temperatura, y a la capacidad de mezcla turbulenta de la atmósfera.

Cabe señalar que los extremos alcanzan el 100% en los meses invernales y están asociados a la frecuencia de las nieblas características de nuestras costas.

Con respecto a la variación diaria, la humedad relativa se mantiene constante todo el día, existen sin embargo algunos picos o altas en la curva que se manifiestan por la noche y las mínimas durante el día, bien cerca del mediodía.

#### **2.225 Precipitación:**

La precipitación en Lima tiene su origen en los estratos y estratocúmulos generados por la mezcla turbulenta de los Alisios en combinación con la persistente inversión térmica. Lima es cubierta en la generalidad de los días, por un gran manto blanco conocido como mar de los Alisios. Éste se presenta especialmente entre el mes de abril y octubre. Coincidentemente con ello, los valores de precipitación tipo lloviznas presentan un máximo en el mes de julio (1,8 mm) no siendo despreciable la precipitación ocurrida entre junio y septiembre (alrededor de 0,9 mm).

Se observa una estrecha correlación de la precipitación con la humedad relativa en los meses invernales. La presencia de obstáculos a su vez, determina los máximos de precipitación debido al enfriamiento adicional (mayor condensación) causado por el ascenso forzado.

En el verano, el proceso de la precipitación está prácticamente ausente, salvo algunas precipitaciones aisladas de origen diverso, precipitaciones provocadas por perturbaciones en alguna convección (que ocurre en la sierra del Perú) que puede alcanzar un promedio de 0,7 mm.

#### **2.226 Nubosidad:**

La nubosidad procedente de los bancos de estratos y nieblas de origen marino (de advección) que penetran alrededor de 10 Km. tierra adentro dan la característica básica de la nubosidad de la zona. En verano disminuye la nubosidad especialmente pasado el mediodía y se eleva la capa de mezcla en horas de la tarde. Hacia el ocaso nuevamente ingresa la nubosidad estratiforme.

#### **2.227 Radiación Solar:**

La radiación solar presenta valores que fluctúan entre los 0-1000 W/m<sup>2</sup> diarios confirmando la persistente nubosidad y neblinas, en el lugar del estudio. Estos valores se

elevan a partir de octubre, ya que a partir de esa fecha la radiación se eleva sobre los 700 W/m<sup>2</sup>, es decir existe más radiación y menos días nublados.

### **2.228 Estructura Vertical y Situación de la Inversión:**

En la troposfera, generalmente la temperatura disminuye progresivamente con la altura (0,6 por cada 100 m de elevación), sin embargo no se verifica siempre. A menudo, en lugar de disminuir, la temperatura aumenta, fenómeno que se denomina inversión (capa estable, que podría favorecer la contaminación).

Durante la estación de invierno en la costa peruana, se encuentra permanente la inversión térmica, debajo de la cual casi siempre se ubica una capa estacionaria cerrada de nubes estratiformes, debido a la presencia de una zona de alta presión del Pacífico Sur con tendencia a originar inversiones por subsidencia.

El nivel de la base de la inversión como promedio anual, se encuentra con más frecuencia entre las alturas de 200–400 m.s.n.m. (alrededor del 23%) y de 800–1000 m.s.n.m. (alrededor del 19%). Estas dos máximas se deben a las diferencias de altura de la base de la inversión que se presenta en los meses de verano e invierno. La altura de la base de inversión térmica se encuentra en verano con mayor frecuencia entre los 200–400 m.s.n.m. (46,5%) y en invierno con una mayor frecuencia entre los 800–1000 m.s.n.m.

La intensidad de la inversión térmica registrada en verano varía entre 1,0 a 4,0°C, es decir que el límite superior de la inversión es más alto que su base en dichos valores; mientras que en invierno varía entre 4,0 a 10,0 °C, lo que significa que el límite superior de la inversión es más alto que su base en dichos valores.

Durante el invierno, casi no se registraron inversiones a nivel del suelo, observándose una estratificación inestable especialmente en los primeros 100 m a partir del suelo. Esto significa que la disminución de la temperatura fue normal hasta la base de la inversión, y solo después comienza un aumento rápido e irregular dentro de la capa de inversión de 300 a 400m de espesor.

La atmósfera es más estable en otoño y menos estable en primavera, si comparamos invierno y verano, este último es más estable. Este resultado es compatible con las observaciones de los sondeos donde las gradientes tienden a ser neutrales en invierno y estables en verano, debajo de la inversión. Es interesante notar que tiene una buena correlación con la marcha de la presión en superficie.

\* La costa peruana, es un claro ejemplo de anomalía climatológica, notándose en ella características de precipitaciones escasas, predominándole tipo llovizna y temperaturas bajas (aproximadamente 10° C por debajo de la media anual) con relación a su ubicación geográfica. Podemos definir el clima de la costa peruana en forma general como de características desérticas tropicales con presencia de nieblas efectuando la siguiente subdivisión:

- a) Desde la frontera con el Ecuador hasta los 5° de latitud S, clima semi-tropical con un régimen de intensificación de precipitaciones durante el verano.
- b) Desde los 5° hasta los 18° de latitud S, (donde se encuentra la Isla San Lorenzo) clima sub-tropical desértico.

La ausencia de nubes de desarrollo vertical y precipitación tipo lluvia, se debe a una inversión térmica permanente que aunque es mas débil durante el verano oscila entre los 500 a 1000 metros de altitud, aun cuando las precipitaciones son escasas el contenido de humedad es muy alto en los primeros 1000 metros de altitud, ocasionando abundante nubosidad estratiforme, nieblas y tenues garúas. Este tipo de nubosidad y niebla suele

estacionarse en los valles de configuración cerrada entre los cuales Lima representa un ejemplo típico.

En la isla San Lorenzo predomina la nubosidad estratiforme, baja despejándose normalmente los cielos durante el día en verano. Y predomina la llovizna o garúa en los meses de invierno.

La isla San Lorenzo actualmente se encuentra en custodia de la Marina de Guerra del Perú por lo que los datos climáticos no están controlados por el Senamhi. A continuación se presentan los datos proporcionados por el Imarpe y la dirección de Hidrografía y navegación:

Estación meteorológica de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú código OMM : 84629 coordenadas Latitud S: 12°03' , Longitud W: 77°09' a una altitud de 16.5 m.s.n.m con un número de 20 observaciones al día.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Temperatura del aire media mensual multianual (C°)	21.3	22.0	21.8	20.3	18.7	17.7	16.9	16.5	16.6	17.5	18.7	20.2
Temperatura superficial del mar media mensual multianual (C°)	16.2	17.2	17.7	17.5	16.9	16.6	16.0	15.6	15.0	14.9	15.1	15.6
Humedad relativa media mensual multianual (%)	90	89	89	90	89	88	87	87	88	87	88	88
Viento prevaleciente media mensual multianual rumbo, nudos)	S 4.9	S 4.9	S 4.7	S 4.7	S 4.5	S 4.1	S 4.3	S 4.3	S 4.6	S 4.8	S 4.7	S 4.7
precipitación media mensual multianual (mm)	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
presión atmosférica media mensual multianual (Mb)	1012.1	1011.4	1011.4	1012.0	1013.3	1014.4	1015.0	1015.0	1014.7	1014.5	1013.8	1012.8

**Cuadro 2.1 Datos climáticos obtenidos por la dirección de hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú – Isla San Lorenzo**

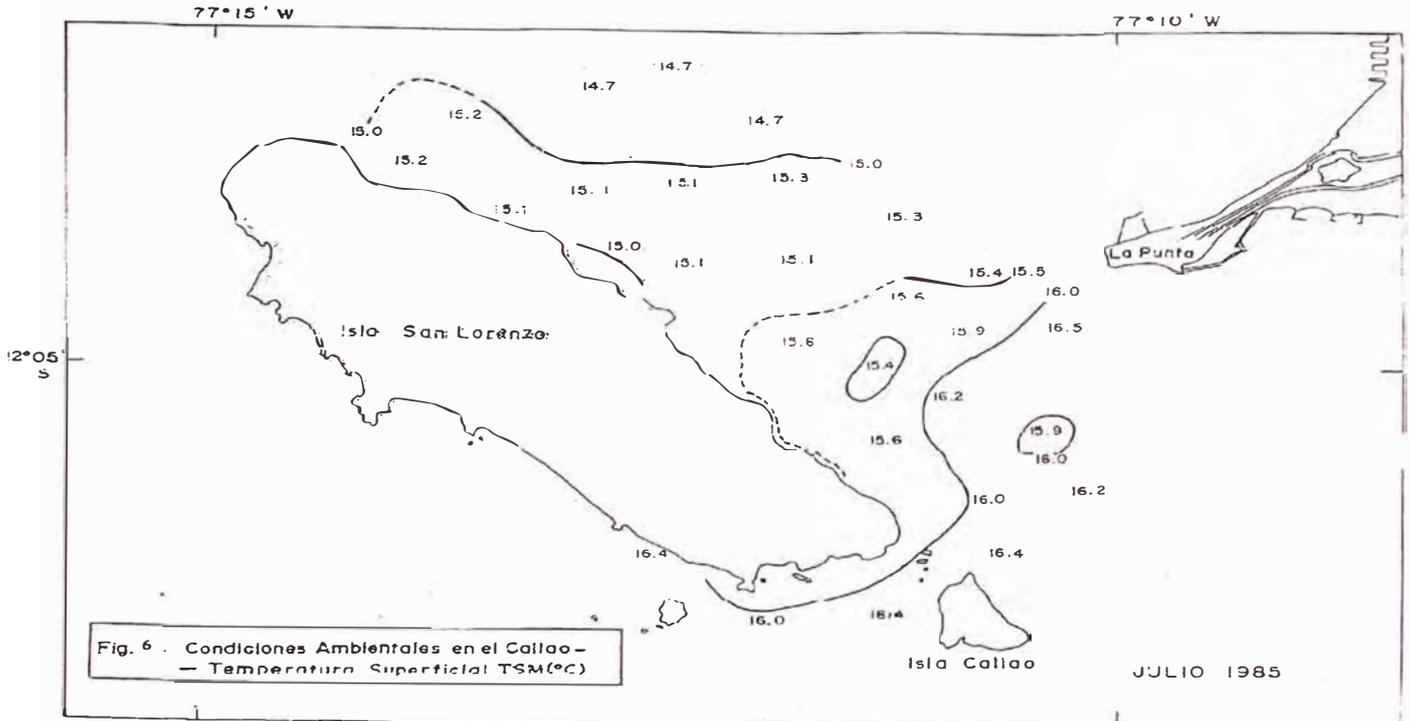


Figura 2.4 Temperatura superficial del Mar alrededor de la ISL Fuente: IMARPE

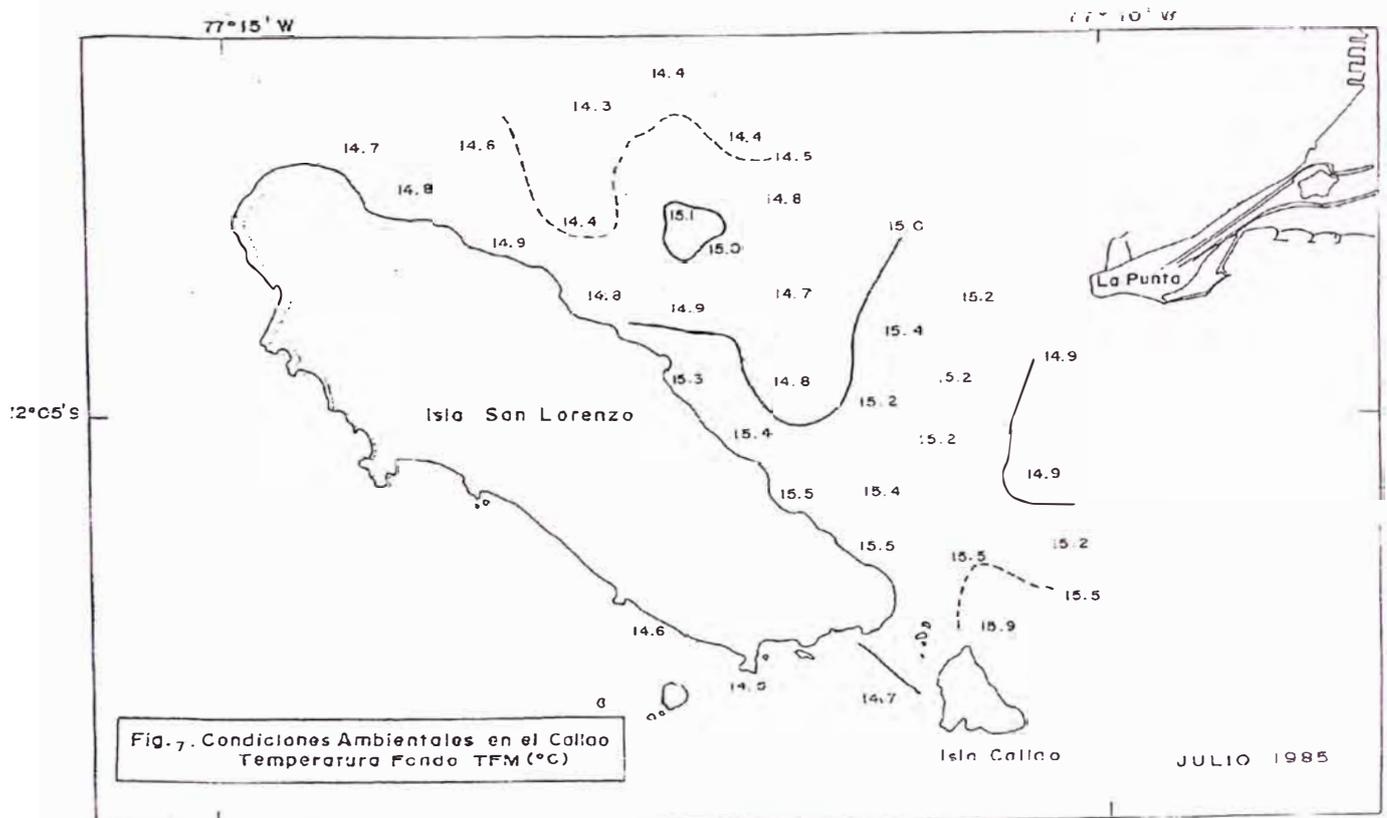
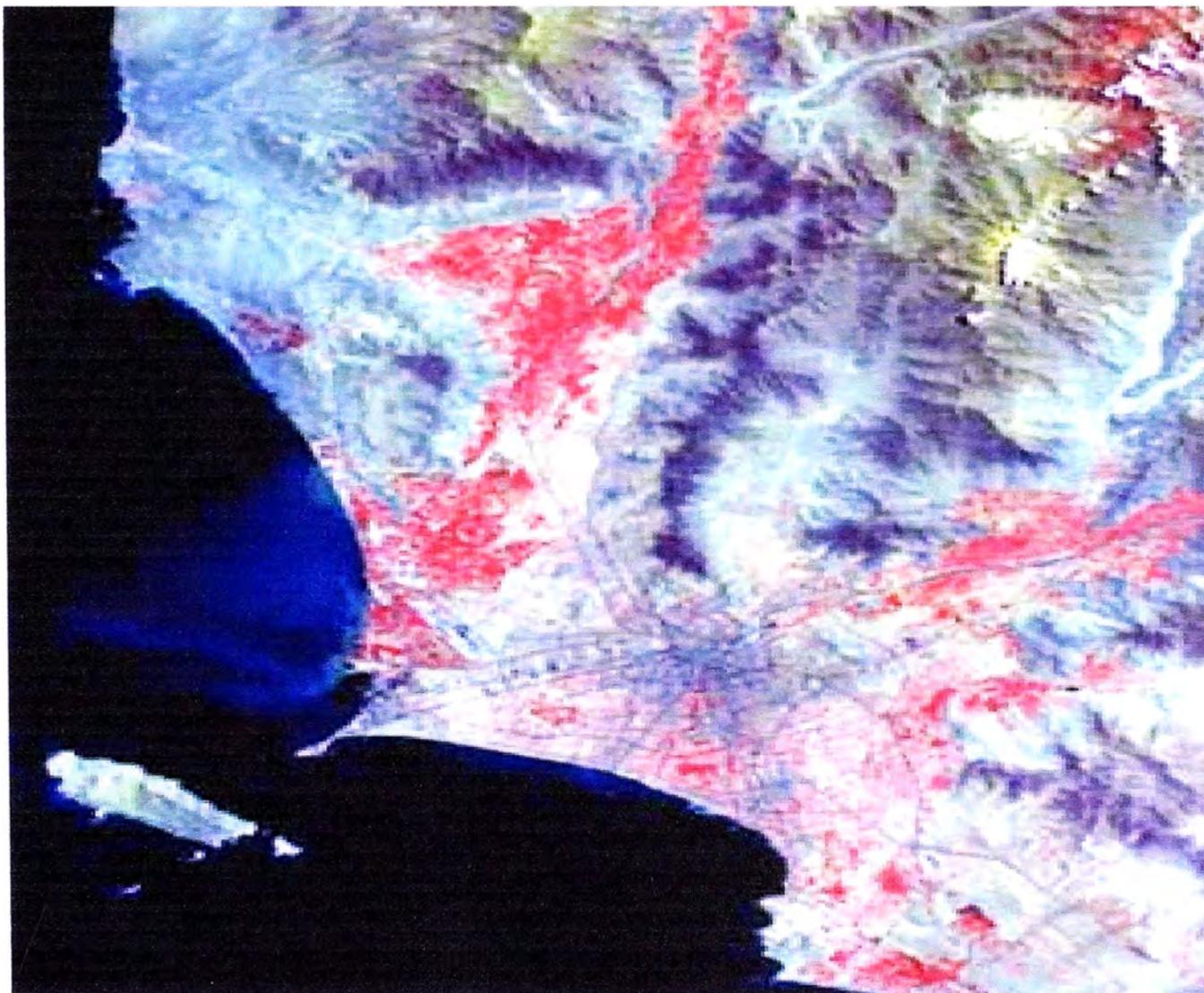


Figura 2.5 Temperatura del fondo del Mar alrededor de la ISL Fuente: IMARPE

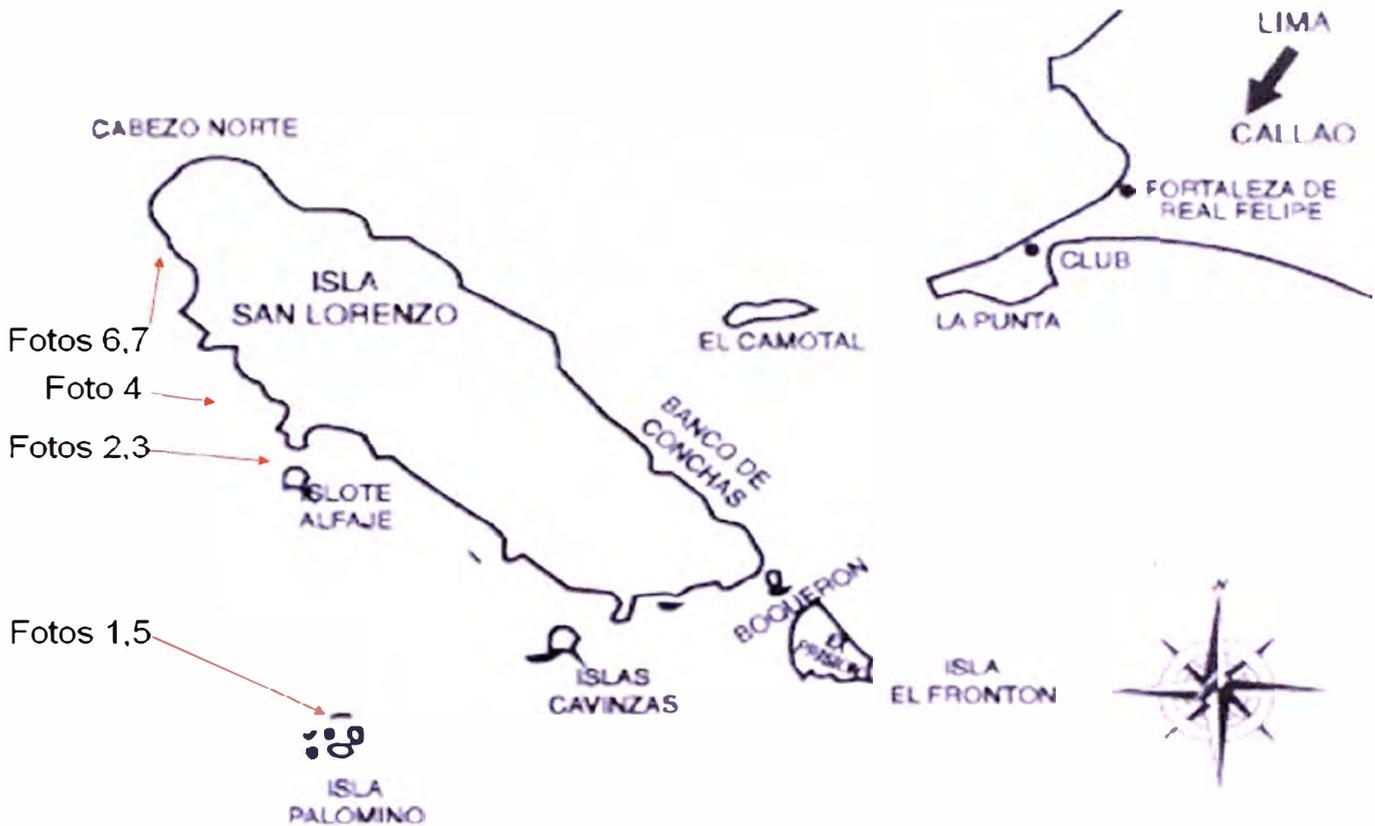
### 2.3 Recursos naturales:

San Lorenzo es en la actualidad una isla desértica, carece de vegetación excepto por muy pocos ejemplares de anémona común, su fauna está ubicada en los pequeños islotes que la circundan (Palomino, Cabinzas, Alfaje, etc.) y esta conformada básicamente por lobos marinos, y aves guaneras. Tiene enorme valor histórico y arqueológico, en su zona sur existe un cementerio prehispánico con aproximadamente tres mil tumbas

La parte sur – oeste de la isla constituye un centro turístico a pocos minutos del centro de la ciudad, se puede estar en contacto con la naturaleza y el mar, en hermosas islas donde se puede apreciar en su hábitat natural a los impresionantes lobos de mar y una diversidad de aves marinas. Se detalla la fauna en: componentes bióticos de la isla san Lorenzo ver (sección 7.04).



**Foto 2.8 Imagen satelital de lima – callao (rojo=vegetación) se observa que la Isla San Lorenzo carece de vegetación**



## Zonas Ecológicas

Figura 2.6 Zonas turísticas y ecológicas

Se indican los lugares donde fueron tomadas las fotos que a continuación se mostraran:



FOTO 1 -LOBOS MARINOS - ISLA PALOMINO

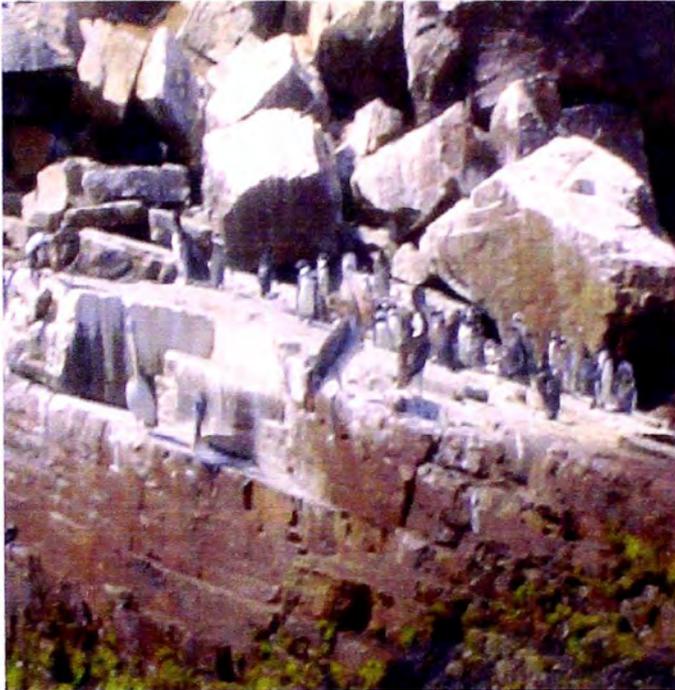


Foto 2 - pingüinos de Humboldt

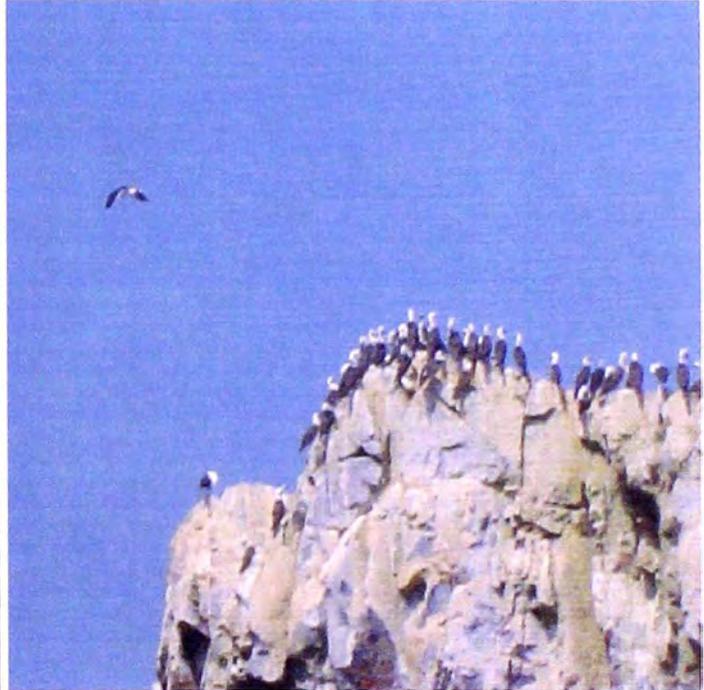


Foto 3 – aves guaneras – isla alfaje



Foto 4- Pelicanos en la isla San Lorenzo



Foto 5- Lobos Marinos



Foto 6 - Tesista in situ – isla San Lorenzo



Foto 7 - Tesista investigando frente al cabezo norte – isla San Lorenzo

**Banco de conchas de abanico adyacente a la isla San Lorenzo:**

Existen bancos del recurso concha de abanico en un área adyacente a la Isla San Lorenzo, una de las últimas investigaciones realizadas por IMARPE estableció que la concha de abanico estuvo circunscrita a tres pequeños bancos, en la ubicación comprendida desde los  $12^{\circ} 05' 00''$  S hasta los  $12^{\circ} 06' 24''$  S y de los  $77^{\circ} 11' 48''$  W hasta los  $77^{\circ} 10' 42''$  W, desde frente a la Isla Callao (Frontón) a la parte sur de la Isla San Lorenzo ver figura 2.5.

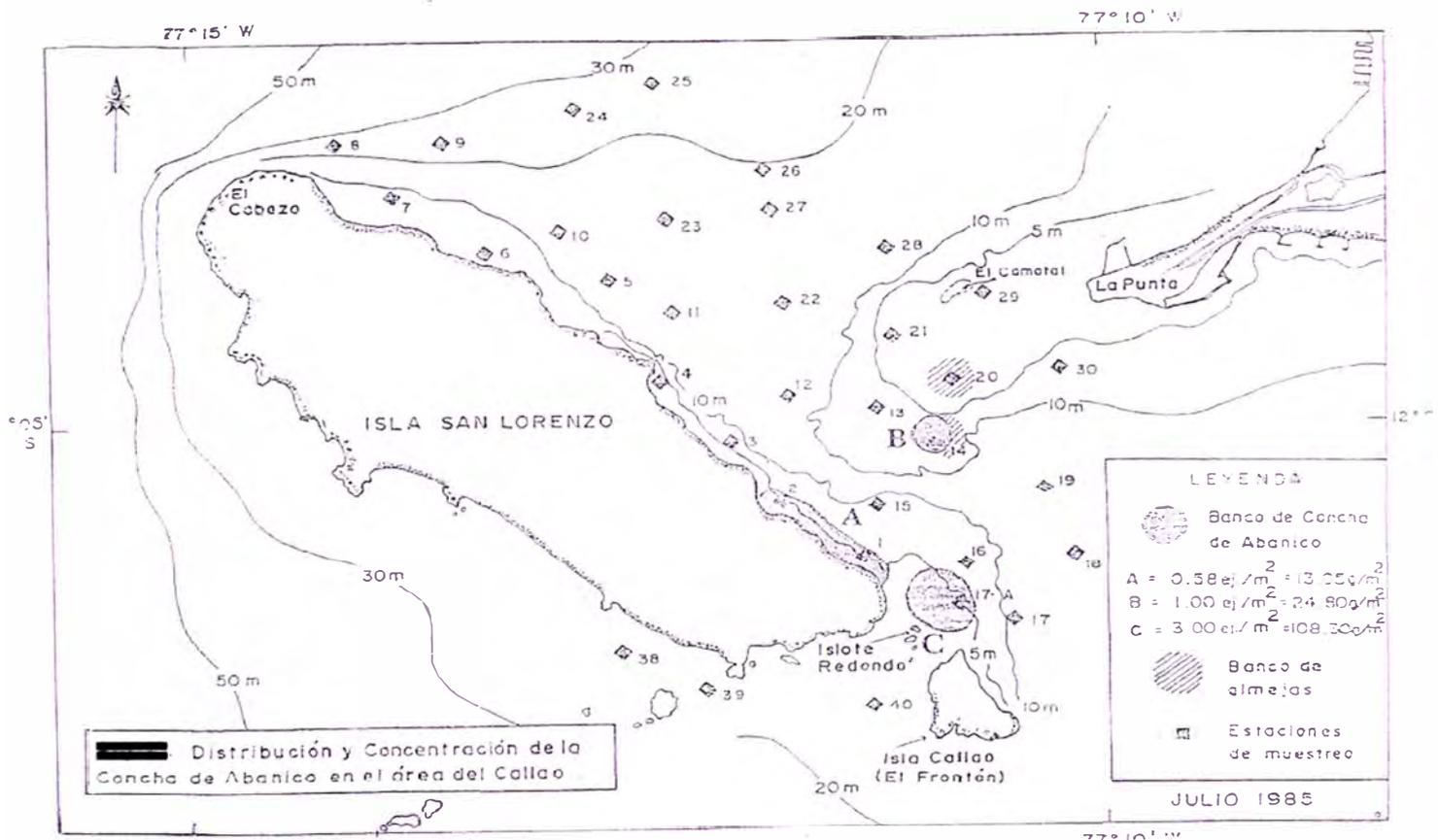


Figura 2.7 Distribución y concentración de la Concha de Abanico en el Callao

La extracción de concha de abanico en el Callao, es una actividad tradicional que data desde hace varias décadas, constituyéndose en una fuente de alimento y de ingreso económico permanente.

Es por ello que cualquier obra de infraestructura debe considerar la no alteración de este recurso tan valioso.

## Capítulo III

### III) TIPO DE AEROPUERTO MÁS CONVENIENTE Y SU JUSTIFICACIÓN

#### 3.00 Tipo de aeropuerto:

El tipo de aeropuerto propuesto en esta investigación estará en función a los niveles de necesidades que se deben cubrir para el transporte aéreo para Lima y Callao, que a su vez este en armonía con el desarrollo urbano, solucionando de manera integral la problemática que viene afrontando el actual aeropuerto Jorge Chávez, además que brinde los servicios aeroportuarios de clase mundial mas competitivos y que constituya la puerta del Perú para el mundo, promoviendo así su transformación en una puerta para el turismo y las exportaciones en el mercado global, maximizando el retorno para nuestros inversionistas.

Además debe ser tal que tenga las condiciones optimas para solucionar los problemas inherentes al actual aeropuerto anteriormente expuestos, sin problemas de contaminación por ruido, con un buen espacio para la operatividad de los aviones grandes, adecuado para atender a la futura demanda, y la implementación del “**concepto Aire-Mar**” combinando el Puerto y el Aeropuerto especialmente respecto a la carga es decir integrándose intermodalmente al sistema HUB comprendido por: Aeropuerto, Puerto, Complejo Turístico. Diseñado para recibir a los nuevos modelos de aviones como los Airbus A380, Boeing 797, etc. que serán el estándar mundial de transporte aéreo en el futuro, previendo en el mediano y largo plazo un futuro comercial más amplio que el actual, con una pista o mas (al largo plazo), para el trafico de carga y pasajeros. Por lo tanto en vista de esta situación el aeropuerto estaría destinado para recibir el tráfico internacional, tal como se ha observado en otras ciudades como Río de Janeiro que tiene dos aeropuertos, trasladando las operaciones internacionales del Jorge Chávez hacia San Lorenzo por contar este con todos los beneficios de espacio aéreo, lugar estratégico y estar fuera de la ciudad, asimismo. Tal como se ha visto el ejemplo de la solución planteada para el aeropuerto en Hong Kong. Por lo tanto se propone un **Aeropuerto internacional** para la isla San Lorenzo.

Para que se tenga una idea de las ventajas de ubicación del aeropuerto en una isla basta con observar en el mundo algunos ejemplos:

### 3.01 Aeropuertos en islas:

En el mundo muchos Aeropuertos se han construido en islas, esta ubicación tiene la ventaja de tener gran espacio libre para las operaciones aéreas y no tener la preocupación de planificar el uso del suelo en los alrededores al estar fuera de la ciudad, veamos algunos ejemplos:



Foto 3.1 Aeropuerto de Kansai (Japón)



Foto 3.2 Aeropuerto Hong Kong



Foto 3.3 Aeropuerto Kobe



Foto 3.4 Aeropuerto Río de Janeiro



Foto 3.5 Aeropuerto Río de Janeiro



Foto 3.6 Aeropuerto Toronto

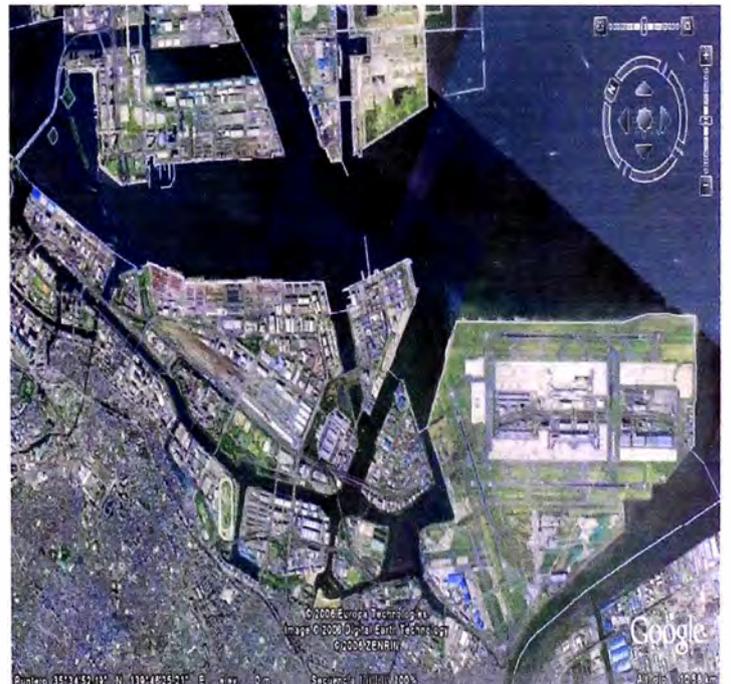


Foto 3.7 Aeropuerto Tokio

**3.10 Estudio del aspecto económico, social, político.- conclusiones:**

Para hacer un análisis de los principales aspectos tanto económicos, sociales y políticos es importante tener una idea clara de que problemática se debe resolver:

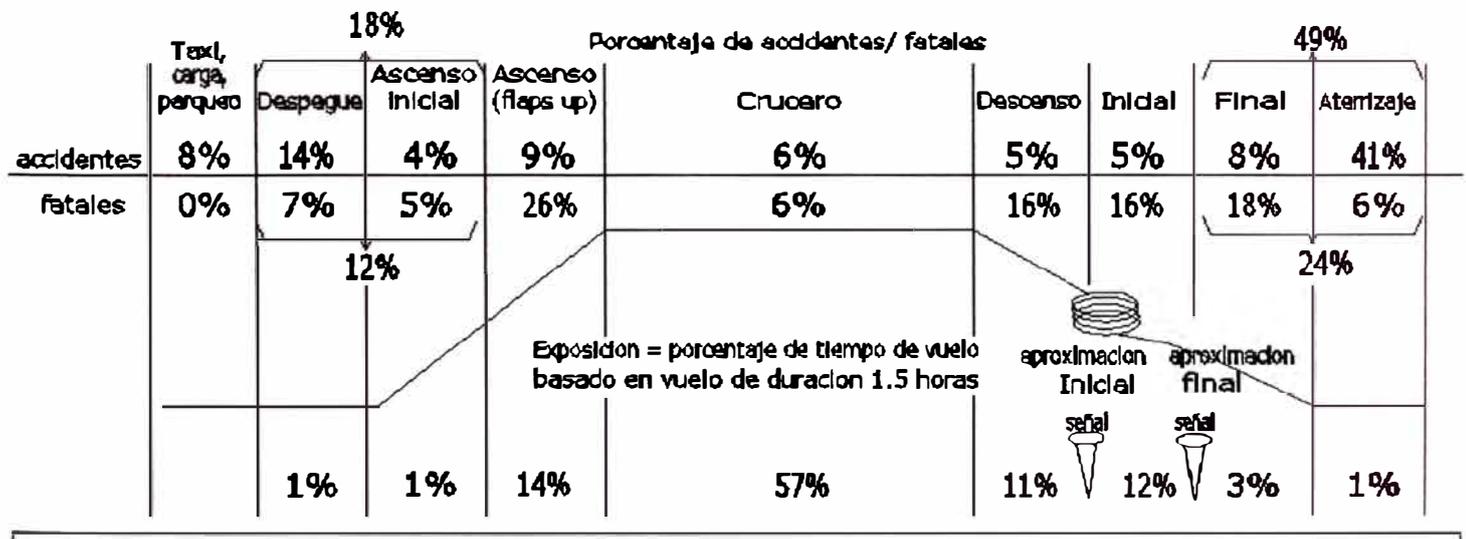
**3.11 Problemática:**

El aeropuerto Internacional Jorge Chávez debido a una mala planificación urbana ahora después de 42 años de inaugurado se ha visto cercado por sus costados originándose los siguientes problemas:

**3.111 Riesgo potencial de las poblaciones aledañas:**

Según las estadísticas mundiales de la OACI aproximadamente el 80% de los accidentes aéreos se producen en las operaciones de aterrizaje y despegue, en caso de la ocurrencia de un accidente en la zona urbana, el número de afectados sería obviamente mayor al caso de ocurrir en una zona despoblada. En el cuadro 3.1 se observa una de las estadísticas mundiales de accidentes aéreos en las cuales se puede observar los porcentajes de accidentes en cada procedimiento.

## FASES PORCENTUALES DE SUCESOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS O SEGMENTOS DE OPERACION



PERU

**Dirección General de Aeronáutica Civil**

**Cuadro 3.1 Estadística mundial de accidentes –Fuente DGAC**

### 3.112 Contaminación ambiental:

Este constituye uno de los principales problemas sociales del actual aeropuerto es que al haber zonas urbanas en los alrededores de este. Dichas urbanizaciones se ven afectadas de la contaminación ambiental propia de los aeropuertos, los principales problemas ambientales son:

- \* Ruido de las Aeronaves.
- \* Contaminación Atmosférica en las inmediaciones de los aeropuertos.
- \* Contaminación de agua/suelo en las inmediaciones de los aeropuertos.
- \* Gestión de los desechos de los aeropuertos.
- \* Consumo de recursos naturales.
- \* Contaminación por radiaciones no ionizantes (Radares).

Dentro de los cuales el principal problema que afronta el Aeropuerto Jorge Chávez es la contaminación sonora.

#### 3.1121 Contaminación sonora:

La pista 15 es la más utilizada para las operaciones de despegue y es justamente ella la que comprende en su trayectoria gran parte del Cercado del Callao, Carmen de la Legua, Bellavista, San Miguel y La Perla, perturbando la tranquilidad de dichos pobladores, se ha realizado estudios de sonido por parte de La Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Física de la Universidad Católica y otros organismos particulares todos ellos han concluido que los niveles de ruido son altos y esto se corrobora por las quejas de dichos vecinos.

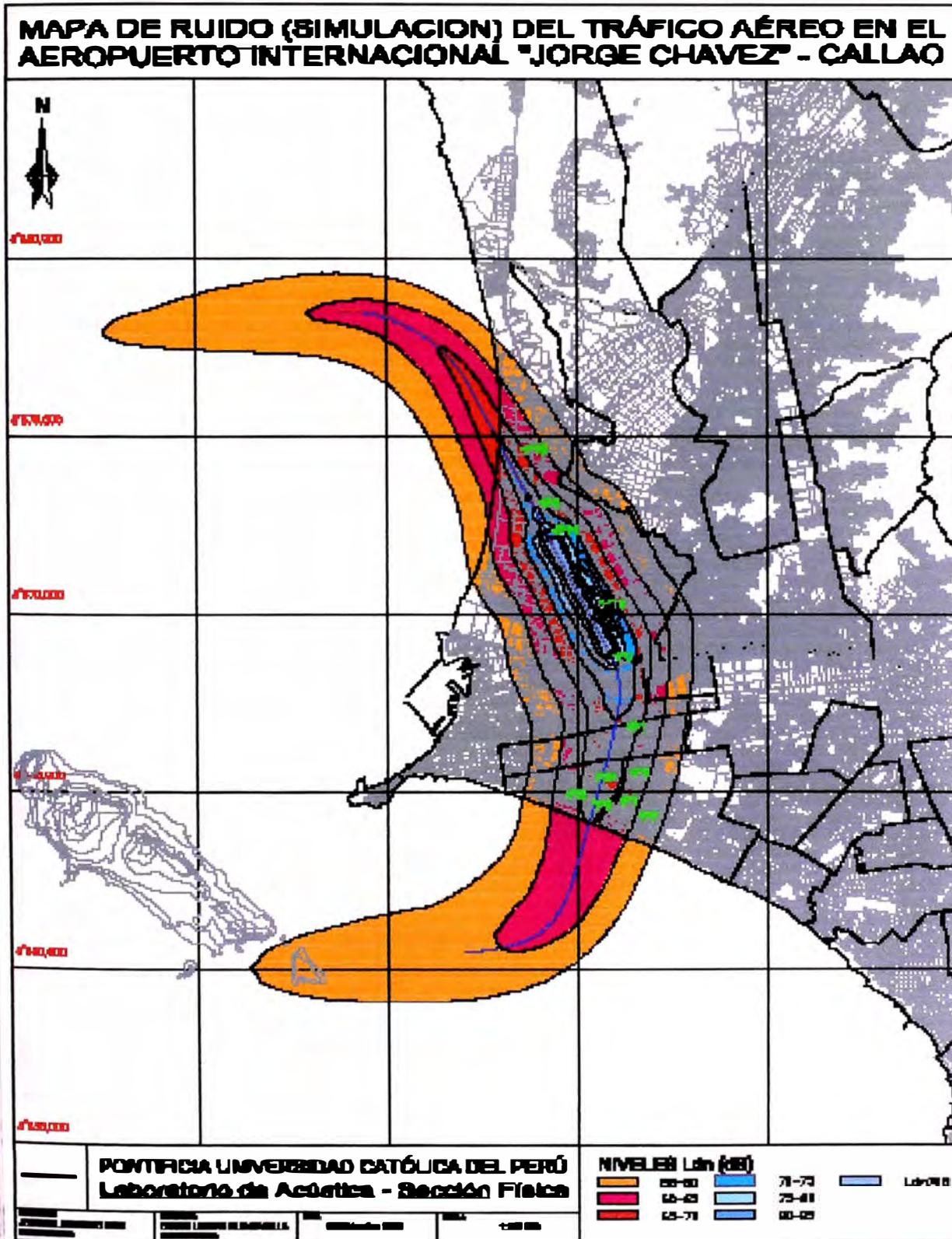


Foto 3.8 Estudios de ruido en el aeropuerto Jorge Chávez

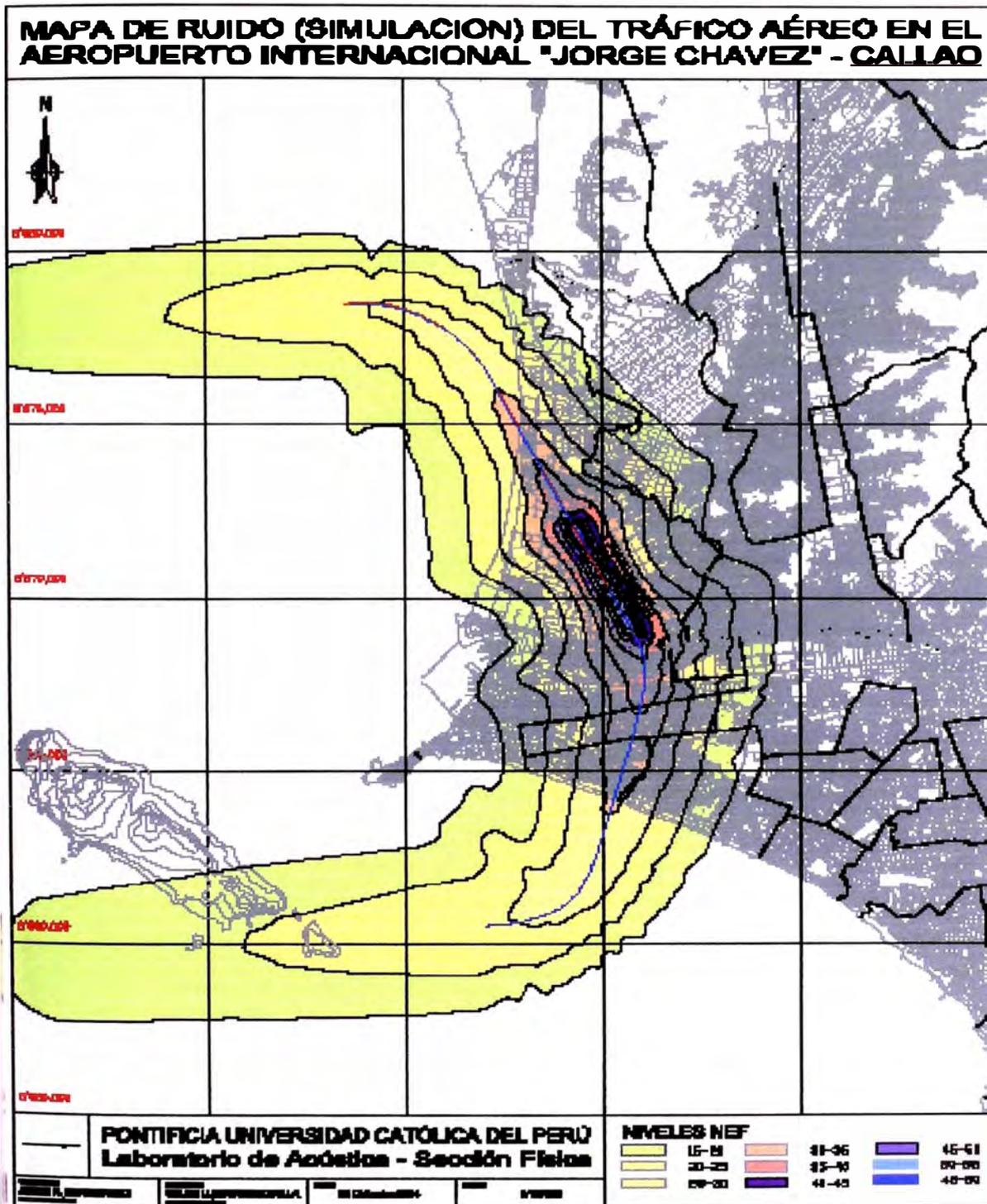
A continuación se muestra los estudios de ruido se ha marcado las zonas en las que el ruido pasa por niveles superiores a los permisibles para zonas urbanas. (Ver mapa de ruido PUCP).

Además se anexa los primeros estudios de ruido que se elaboraron por la empresa Alemana FRAPORT donde se ve las curvas para cada nivel de ruido para las salidas en la

pista 15 y 33 además las curvas de ruido calculadas para el caso de la ampliación. (Ver anexos).



Mapa 3.1 Estudios de ruido – Universidad Católica, medición en Leq



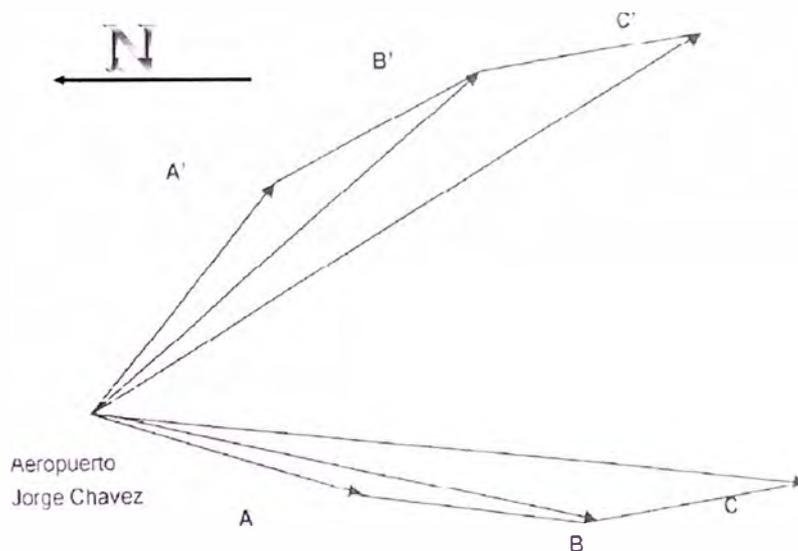
Mapa 3.2 Estudios de ruido – Universidad Católica, medición en NEF

De acuerdo a los resultados obtenidos del nivel de ruido en la zona urbana, estos valores están sobrepasando los límites máximos permitidos por la Ordenanza Municipal N° 015-MLM.

Se muestra a continuación los estudios de ruido realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería, donde se analizó seis puntos de medición:

Posición	LEQ dB(A) - 24	Distritos	Coordenadas	
	horas		UTM	
Aeropuerto Jorge Chavez	_____	Callao	18L	0271100
A	66,76	Bellavista-Callao	18L	0272120
B	52,09	San Miguel	18L	0273308
C	59,25	Magdalena del Mar	18L	0274895
A'	66,31	Carmen de la Legua	18L	0272929
B'	62,26	Cercado de Lima	18L	0275493
C'	61,67	Lima	18L	0278059

### Ubicación de los puntos de medición de ruido



- \* Para las seis posiciones evaluadas ABC y A'B'C', se han registrado valores de Niveles de equivalente continuo (LEQ) para 24 horas entre 52.09 dB(A) Y 66.76 dB(A) en cinco distritos cercanos al aeropuerto.
- \* Los niveles por día obtenidos en el interior del aeropuerto, 47 vuelos diurnos y 19 vuelos nocturnos (66 vuelos totales por día) generan valores de Pronóstico de Exposición al Ruido (*Noise Exposure Forecast* - NEF) calculados en 44.61 dB/diario en el año 2001.
- \* Para el año 2008 con 318(50%) vuelos diarios el NEF se elevaría a 48.3 dB.
- \* Para el año 2030 con 678 (50%) vuelos diarios el NEF se elevaría a 50.80 dB.
- \* De los valores de NEF obtenidos en los años 2002, 2008, 2030, estos se elevarían de no controlarse las características acústicas de cada aeronave.

Los niveles de ruido obtenidos por el paso de los aviones en las posiciones A (66,76 dB) y A' (66,31dB) (distritos de Bellavista-Callao, Carmen de la Legua), se encuentran superando los valores en las posiciones B (52.09dB) Y C (59.25 dB) (distritos de San Miguel y Magdalena del Mar).

Esta situación tiende a incrementarse en lo que se refiere al área afectada de llevarse a cabo la ampliación del aeropuerto y en la frecuencia de estos niveles de exposición al ruido al aumentar el tráfico aéreo.

Ante esta situación se han tomado una serie de medidas que a nuestro criterio constituyen medidas paliativas insuficientes:

**a) Disminución de la contaminación sonora:**

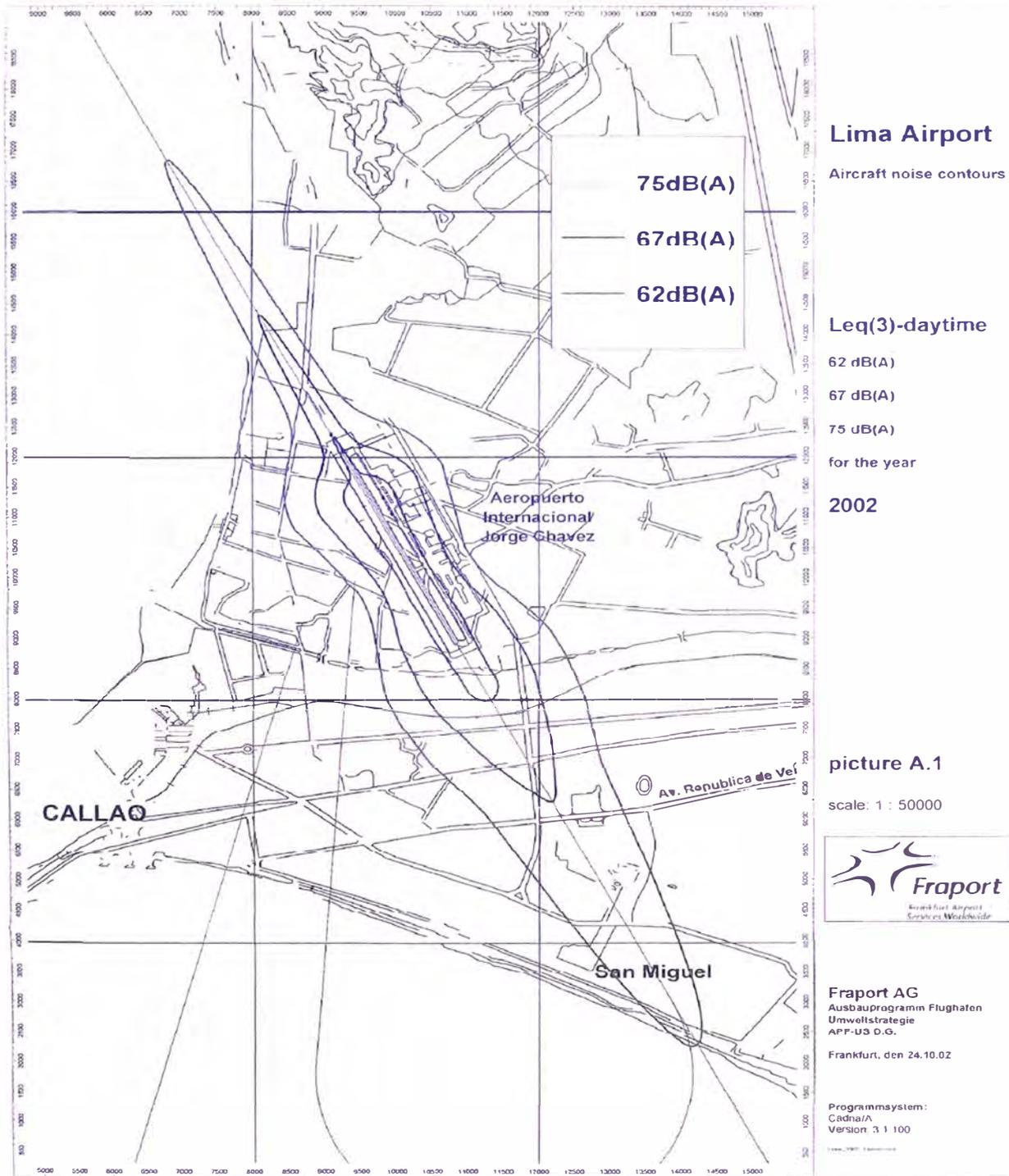
De acuerdo a las políticas y practicas operacionales para la atenuación y control del ruido de aeronaves indicado en el **anexo 16 al convenio de Chicago. Protección del medio ambiente. Volumen 1, Ruido de las aeronaves.**

Y en el Perú con el **RD N°103-2002-MTC/15.16 Directiva técnica Extraordinaria N° 1 (Revisión 1):** Regulación de los niveles de ruido permisibles para las aeronaves que operan en territorio peruano en empresas aéreas nacionales e internacionales y los procedimientos de aceptación para su homologación, se establece:

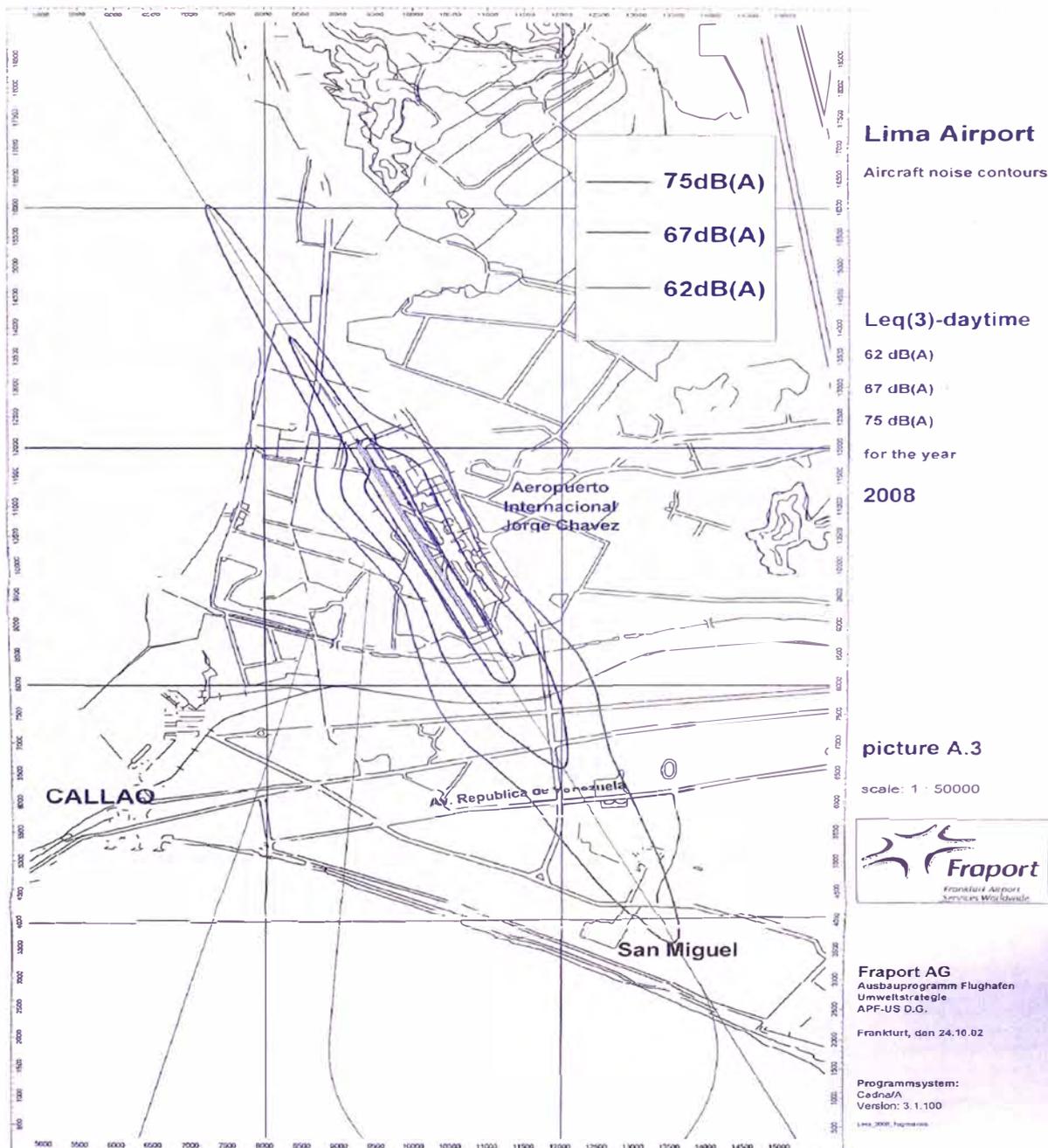
**1.- Hay que procurar reducir el ruido en su fuente:**

Para ello se requiere una serie de silenciadores que son costosos y resultan antieconómicos, (aproximadamente 250,000 dólares por turbina).

Además la DGAC saco la "DIRECTIVA TECNICA EXTRAORDINARIA N° 1: REGULACIÓN DE LOS NIVELES DE RUIDO PERMISIBLES PARA LAS AERONAVES QUE OPERAN EN EL TERRITORIO PERUANO EN EMPRESAS AEREAS NACIONALES E INTERNACIONALES Y LOS PROCEDIMIENTOS DE ACEPTACION PARA SU RESPECTIVA HOMOLOGACION" en la cual dispone que las compañías aéreas que operan en el territorio peruano deberán renovar sus aviones de la etapa 2 (Ejemplo DC-8, DC-9, B727-200, B737-200, etc.) a aviones de la etapa 3 (A300B2, B737-300, B747-200, B747-300)(Ver anexo 16 OACI), sin embargo esta disposición fue dada en el año 2002 para que a lo máximo se termine de cumplir en el año 2005, estamos en el año 2007 y según fuentes de LAP y Corpac esto hasta ahora no se cumple, y ello es debido a que un país como el nuestro en vías de desarrollo no puede radicalmente suprimir los permisos a las compañías aéreas, este es un proceso gradual que demorara años en cumplirse. Y aun cuando se cumpla los niveles se ruido seguirán perturbando a gran área poblada como se muestra en los siguientes mapas de ruido:



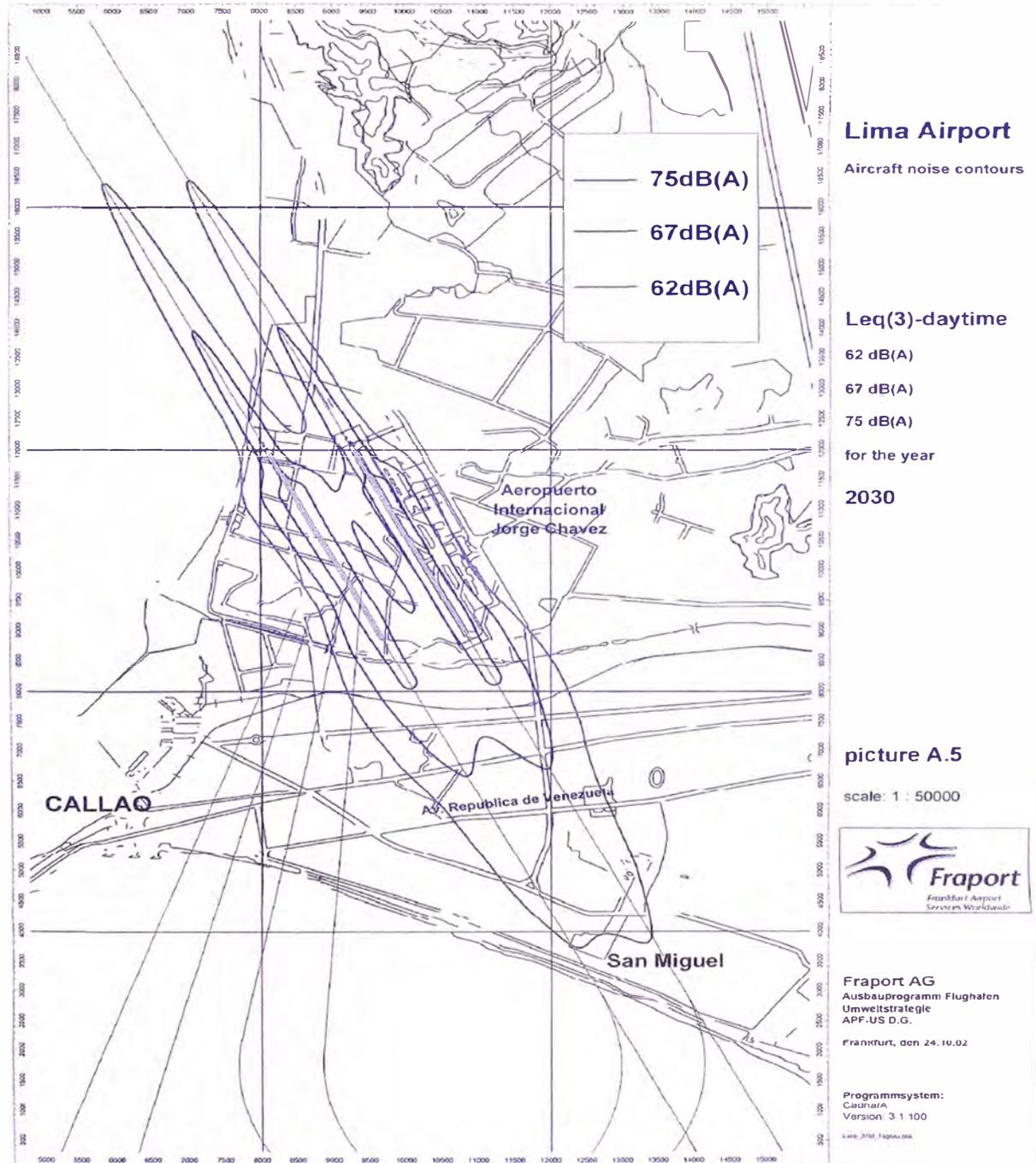
**Mapa 3.3 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 2, (Pista 15) Fuente FRAPORT**



**Mapa 3.4 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 3, (Pista 15) Fuente FRAPORT**

Comparado con el mapa anterior se puede concluir que el ruido no disminuirá significativamente.

Mas aun el ruido aumentara alarmantemente de construirse la segunda pista, de acuerdo al estudio realizado por FRAPORT, como se aprecia en el siguiente mapa de ruido en donde se puede ver la gran área afectada:



Mapa 3.5 Niveles de ruido para operaciones con aviones Etapa 3, y ampliación (2da pista al lado de la actual ubicación) (Pista 15L y 15R) Fuente FRAPORT

2.-Adopción de medidas y procedimientos operacionales de atenuación de ruido: El cual comprende la planificación de horarios de operación del Terminal, a nivel de control de tránsito aéreo las medidas serían:

2.1-Cambio de trayectorias (Rutas) de entrada y salida, a raíz de los atentados terroristas del 11 de Septiembre por acuerdo internacional se estableció que las rutas deberían ser tal que pasen por la mínima cantidad de área de población, las áreas afectadas por el ruido

simplemente cambiaron, como se puede ver en la figura 3.1, la línea amarilla representa la ruta anterior, posteriormente hubo un cambio de ruta publicado en el AIP del Perú: para la Pista 15: "SID (ASCENDER EN RUMBO HASTA 2 DME LIM VOR VIRAR A LA DERECHA ASCENDIENDO EN RUMBO 190 GRADOS)" ver línea roja.



Figura 3.1 Cambio de ruta (pista 15)

Además dentro de los procedimientos de atenuación de ruido para el aeropuerto internacional Jorge Chávez en Lima NTC-DNA-004-2004 DGAC

Las restricciones operacionales establecen:

Despegues entre las 12:00 y 00:00 UTC:

-Toda aeronave con destino al norte, despegara de la pista 33 salvo que las características aerodinámicas y/o condiciones de viento no lo permitan.

Despegues entre las 00:00 y 12:00 UTC:

-Aeronaves etapa 2, homologadas despegaran obligatoriamente de la pista 33. los operadores adoptaran medidas para cumplir.

Aeronaves etapa 3, homologadas despegaran de la pista 33, excepto: componente de cola del viento sea mayor a 10 KT y sea imperioso despegar de la pista 15.

En la figura 3.2 se puede ver la ruta seguida por los aviones al despegar de la pista 33



Figura 3.2 Ruta pista 33

b) **Procedimientos de atenuación de ruido:** Consiste en el despegue de las aeronaves con un mayor ángulo de inclinación, sin embargo no hay manera de controlar el cumplimiento de estos procedimientos en los vuelos, muchas veces los pilotos no cumplen ya que estos procedimientos gastan combustible. Además Lima no posee un **sistema de monitoreo de ruido tipo GEMS**, en Sudamérica solamente el aeropuerto de Bogota posee este control.

### 3.113 Dificultades para la ampliación:

Según el escenario básico y los estudios elaborados por LAP, la demanda se incrementara en el 2011 a alrededor de 100,000 movimientos de aeronaves por año correspondientes a un volumen en hora pico de casi 30 movimientos de aeronaves por hora. Desde un punto de vista operativo, estas cifras no justifican la construcción de una segunda pista de aterrizaje ya que un sistema de una sola pista de aterrizaje como el del Aeropuerto Jorge Chávez es capaz de operar al menos 150,000 movimientos anuales de aeronaves. Sin embargo, debido al tiempo de vida limitado de la pista de aterrizaje actual que esta en operación al menos por 40 años se hace necesario la construcción de una segunda pista. sin embargo aquí se generan dos tipos de problemas social y económico:

#### 3.1131 Problemática social para la ampliación:

La única posibilidad de ampliación consiste en la expropiación por parte del estado a las áreas agrícolas adyacentes al aeropuerto que esta comprendida por:

El fundo Montenegro, Sociedad agrícola San Agustín, fundo Bocanegra y fundo La Taboada. Además de un área no agrícola comprendida por el asentamiento humano Sarita Colonia. Todas estas suman un total de aproximadamente 700 hectáreas.

Han pasado casi 7 años desde que el estado ordenara la expropiación, sin embargo debido a problemas judiciales hasta la actualidad no se ha llegado a realizar dicha orden.

Muchos de los pobladores de dichas haciendas, sobre todo de la Sociedad Agrícola San Agustín amparados en los artículos 70 y 72 de la constitución política del Perú no están dispuestos a dejar sus chacras ya que estas son su única fuente de ingresos dicha área agrícola tiene uno de los índices de producción de hortalizas más altos del país que en los picos de producción alcanzan las 55 toneladas diarias, abastece al mercado de la parada y de ahí al resto de mercados de Lima y provincias inclusive existen agricultores que desean invertir en sus chacras construyendo una planta de tratamiento para mejorar la calidad del agua de riego y exportar sus productos, pero no lo hacen por temor a perder sus terrenos en la expropiación.

Además estos terrenos se encuentran en litigio al haber varios juicios entre los ex propietarios anteriores a la reforma agraria que al ver las ganancias económicas de la venta de terrenos ejercen sus influencias para obtener dichos terrenos y recibir el justiprecio.



Figura 3.3 Zona comprendida para la ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Además de los problemas antes mencionados se suman a ellos la eliminación de chimeneas, tanques elevados, antenas que son considerados obstáculos artificiales para las operaciones de la supuesta segunda pista de llevarse a cabo la ampliación. Que afectaran a muchos empresarios. (Ver plano de obstáculos artificiales en caso de ampliación del AIJCH).

### 3.1132 Problemática económica para la ampliación:

Los terrenos ubicados en dichas zonas fueron inicialmente cotizados en 50 dólares el metro cuadrado, sin embargo actualmente se habla ya de una cotización del orden de los 100 dólares el metro cuadrado para el pago del justiprecio por parte del estado peruano como indemnización a los propietarios de todos los terrenos comprendidos en la supuesta ampliación esto multiplicado por las 700 hectáreas totales hacen un monto de **700 millones de dólares**. Esto sumado a las obras de drenaje, construcción de una nueva vía que reemplace a la avenida Néstor Gambeta hace que el costo solo por concepto de ampliación solamente, pueda llegar a sobrepasar los **1000 millones de dólares**.

### 3.114 Primera impresión del turista extranjero:

Aunque esto no se tome mucho en cuenta es importante ya que se el aeropuerto de Lima es la puerta de entrada del Perú para el mundo, dar una buena imagen al visitante extranjero que al llegar a Lima lo primero que llega a ver de la ciudad de Lima es de fábricas mal pintadas y varias casas precariamente construidas.



Foto 3.9 Primera vista de Lima al salir del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez

Esto cambiaría de llevarse a cabo el proyecto presentado en esta tesis en la cual se tendría una primera vista a un complejo turístico diseñado con la mejor arquitectura actual, dando una imagen de modernidad y belleza.

Visto la problemática anterior presentada del aeropuerto Internacional Jorge Chávez, veremos los aspectos concernientes al proyecto propuesto en la presente tesis:

### 3.12 Aspectos económico, social, político:

#### 3.121 Aspecto económico, justificaciones económicas:

La justificación del Aeropuerto será básicamente que resolverá todos los problemas anteriormente explicados, circunscrita a aspectos de operatividad, económicos, geoestratégicos y sociales, además relacionada por encontrarse dentro del sistema HUB intermodal a este. Es por ello que algunas justificaciones sobre todo las económicas estarán basadas en el Sistema Hub completo (Megapuerto – Aeropuerto, complejo turístico).

#### 3.1211 Justificación económica del sistema Hub:

##### a) Puerto:

\* De acuerdo con las estadísticas de la Comisión Económica para la América Latina (CEPAL), la carga registrada en el año 1,998 es mas de 866 millones de toneladas de importación y exportación, estimándose para un futuro Hub Port peruano en un futuro cercano, ese movimiento de carga considerando una tasa de crecimiento promedio anual de 3.33% será mayor a 1,316 millones de toneladas, del cual podría captarse un 15% para el Hub Port es decir mas de 197 millones de toneladas. Bastaría con hacer un análisis del comercio mundial y nos daríamos cuenta que existe un inmenso mercado que esta generando un enorme tráfico marítimo de carga en ambos sentidos entre los países de la Cuenca del Pacífico, Sudamérica y el Atlántico, que es necesario atender con conceptos de economía de escala, creando la infraestructura adecuada para el traslado de grandes naves para concentrar la carga de ese tráfico en un HUB Peruano y redistribuirlas desde allí en forma intermodal, la construcción del Sistema atraería un gran mercado y pondría al Perú como una principal ruta de comercio, por consiguiente existiría la necesidad de contar con un Aeropuerto para el traslado de carga de alto valor y poco peso comparado con la carga marítima, o cuando se requiera tiempos cortos de envío.

\* establecer un megapuerto en la isla San Lorenzo en los próximos años y que se convierta en un eje estratégico del enlace entre la cuenca del Pacífico y el Brasil y otras naciones sudamericanas del Atlántico, una instalación capaz de procesar 130 millones de toneladas de carga al año (en comparación con los 12 millones que maneja el Callao).

\* Un objetivo principal es China, país que tiene hoy niveles de importaciones y exportaciones cercanos a los US\$ 500 mil millones por cada rubro, y con el cual el Perú estrecha cada vez más vínculos económicos. Si el Perú desarrollara éste Sistema, buena parte del creciente comercio sudamericano con Asia, y sobre todo con China, ya no tendría que pasar por el canal de Panamá o el estrecho de Magallanes.

##### b) Aeropuerto – complejo turístico:

Como se vio anteriormente el gasto solo por concepto de ampliación asciende a los 1000 millones de dólares, si este monto puede ser destinado a un proyecto mucho mejor que de solución completa a los dos problemas del puerto y aeropuerto, estaríamos haciendo un óptimo uso de los recursos, el ampliar el aeropuerto al costado a larga significaría continuar con el problema y lo peor significaría que todo el dinero que se gasta no resolvió óptimamente ni cumplió con las expectativas.

Tanto el aeropuerto como del complejo turístico generaran un mayor atractivo turístico y generan ingresos relativos a cada servicio que prestan las proyecciones se pueden hacer en base a los pronósticos de tráfico aéreo, tarifas de los pasajes y tarifas de los servicios,

además de los servicios sociales inherentes a la generación de recursos hacia la colectividad, así como beneficios indirectos y costos sociales que implican la construcción de un nuevo aeropuerto (salida e ingreso de divisas a precios sociales), en resumen el aeropuerto y complejo turístico haciendo cualquier evaluación empresarial se concluirá que es **rentable**, por donde se lo analice.

### 3.122 Aspectos sociales:

La contaminación ambiental que produce el Aeropuerto Jorge Chávez es un aspecto importante que no se le da una solución concreta.

El plano de ubicación de obstáculos artificiales nos muestra la serie de dificultades para la operatividad de las aeronaves de realizarse la segunda pista al lado de la actual ubicación, para lo cual se debe eliminar y /o alterar estos obstáculos como antenas tanques de agua, edificaciones, etc.

Esto sumado a los problemas sociales que acarrearía reubicar a un conjunto de mas de mil familias que viven sin un adecuados servicios básicos como agua desagüe, luz, teléfono, etc. pertenecientes a los fundos agrícolas y a otras mas pertenecientes a los asentamientos humanos comprendidos dentro de la supuesta ampliación, es algo que debe tomarse muy en serio, han **transcurrido casi 7 años** desde que el estado ordenara la expropiación de aproximadamente 700 hectáreas de terreno, y el proceso se encuentra sin nada definido. Los agricultores quieren invertir mejorando la calidad del agua y el riego en sus terrenos que abastecen a gran parte de Lima, pero por temor a perder su inversión hasta ahora no se hace nada, de llevarse a cabo la construcción de un nuevo aeropuerto en la Isla San Lorenzo, la situación de los pobladores de los fundos agrícolas mejoraría notablemente quedando libre para realizarse obras, y dicha zona permanecería como una de las pocas áreas verdes y libres para el Callao y esto constituye un gran valor ambiental y estético.

### 3.123 Aspectos políticos:

El contrato de concesión del Aeropuerto Jorge Chávez incluye una cláusula en la cual a **150 kilómetros de Jorge Chávez no se puede construir otro aeropuerto**, Aquí se genera todo un conflicto entre políticos que defienden intereses menores respecto al interés nacional.

Es sabido por todos que desde el nacimiento de la republica, a lo largo de toda la historia peruana, los políticos que han tenido en sus manos el destino del país, muchas veces no han reflejado el interés nacional y han estado subordinados a intereses particulares.

Los principales inconvenientes políticos serán el alegar duplicidad de inversiones, ya que recientemente tanto el aeropuerto Jorge Chávez como el puerto del Callao han sido remodelados mediante inversiones, sin embargo estas no son mas que un paliativo, sin resolver los problemas de fondo en cuanto al aeropuerto y al puerto, es también sabido la rivalidad histórica con nuestro país vecino Chile el cual desea tener el gran mercado asiático y esto se refleja claramente con la iniciación de sus obras portuarias en Mejillones el cual se construirá en un megapuerto capaz de atraer las rutas de comercio marítimo, Se necesita entonces de una política acorde a los intereses de la patria que impulse proyectos como este.

Por ejemplo, la obra del Tren Eléctrico; que se quedó plantada hace más de 15 años y por una cuestión de mezquindad, de envidia o de celo político, no se continuó y Lima está afectada por un problema de desarrollo del transporte. Si se hubiera desarrollado el Tren Eléctrico, efectivamente, Lima hubiera tenido una obra de circulación vial importante y no solamente eso, desde los años 70 se propuso la construcción de un subterráneo para Lima; pero, el gobierno militar de aquel entonces conceptuó que no era necesario y que los tiempos para pagarlo eran demasiado largos. Han pasado más de 30 ó 40 años y seguimos en lo mismo.

### 3.13 Conclusiones:

- \* El nivel de ruido medido durante las operaciones actuales es alto, ya que en la gran mayoría de los puntos medidos, el ruido de fondo supera los valores establecidos por las Ordenanzas Municipales, el ruido generado por el aumento de tráfico y la prevista ampliación agravará esta situación.
- \* Según los estudios realizados se concluye que mediante la DIRECTIVA TECNICA EXTRAORDINARIA N° 1, dada por la DGAC el ruido no se reducirá significativamente, mas aun en caso de ampliarse y construirse la segunda pista, este aumentará y gran área de la población se verá afectada por la contaminación acústica.
- \* Se han dado una serie de medidas paliativas, como los procedimientos de despegue antirruído que ni siquiera la torre de control puede controlar su cumplimiento, ya que no existe un mecanismo de control, además de restricción en los horarios de las operaciones y dirección de las salidas (Hacia el Norte) que en muchos casos no es posible dado que por razones de seguridad dependiendo de la dirección y fuerza del viento no es posible dicha dirección de despegue. Todas estas medidas no resuelven el problema de fondo que presenta el actual aeropuerto de Lima. Toda esta situación se solucionaría al trasladar las operaciones a la Isla San Lorenzo.
- \* Hace casi 7 años que el estado ordenó la expropiación y hasta ahora la situación sigue igual, el costo económico, social y político no lo permite.
- \* Sería algo grave para el Perú, que después de haber gastado tanto dinero y recursos en expropiar los terrenos agrícolas, y ampliar el aeropuerto, dentro de unos años continúen los problemas técnicos, ambientales, sociales, etc. y todo para que unos pocos señores se beneficien económicamente con los pequeños negocios de la actual concesión.
- \* La tecnología para hacer un aeropuerto en una isla, existe hace una buena cantidad de años, y a sido utilizada por muchos países. Tenemos que ver que otros lo hagan para que recién lo tengamos en cuenta. Esta ubicación posee muchas ventajas entre las cuales destacan:
  - La contaminación sonora recae en un área despoblada (El mar).
  - Mejor operatividad para las maniobras aéreas.
  - En caso de ocurrir un accidente en las inmediaciones del aeropuerto, la magnitud de este sería mucho menor de ocurrir en un área urbana.
- \* El proyecto es rentable teniendo en cuenta todo el sistema Hub constituido por puerto, aeropuerto y complejo turístico, generarían altos ingresos al país.
- \* El Aeropuerto es la puerta de entrada del Perú para el mundo, es por ello que la primera impresión del visitante extranjero al llegar al Perú de llevarse a cabo el aeropuerto en la isla San Lorenzo será de un moderno y turístico sistema rodeado de áreas verdes, hoteles de primera clase, etc. en vez de la actual zona frente al aeropuerto Jorge Chávez.
- \* El llevar a cabo el Aeropuerto internacional en la Isla San Lorenzo resolvería definitivamente la situación de la población que vive en el lado adyacente al aeropuerto, pudiendo estos invertir en sus actividades agrícolas y pensar como actualmente ya lo están haciendo en la exportación de sus productos.
- \* Se debe decidir entre dos opciones para la zona en conflicto por la ampliación: tener una zona extensa constituida por cemento y un gran área verde para el Callao, las autoridades de turno tendrán la última palabra.

### 3.20 Estudio de tráfico nacional e internacional (pasajeros, carga y correo):

Los datos proporcionados por el departamento de estadística de CORPAC de las estadísticas de tráfico aéreo dentro de los años 1986 al 2005 son las siguientes:

( 1986 - 2006 )

AÑO	NACIONAL			INTERNACIONAL			TOTAL GENERAL		
	OPERACIONES	PASAJEROS	CARGA-CORREO	OPERACIONES	PASAJEROS	CARGA-CORREO	OPERACIONES	PASAJEROS	CARGA-CORREO
			T.M.			T.M.			T.M.
	E-S	E-S	E-S	E-S	E-S	E-S	E-S	E-S	E-S
1986	24,433	1,551,622	34,822	10,935	872,551	45,268	35,368	2,424,173	80,090
1987	35,268	2,320,008	45,475	11,814	963,722	36,199	47,082	3,283,730	81,674
1988	35,855	2,085,042	29,373	12,324	999,224	26,630	48,179	3,084,266	56,003
1989	30,628	1,297,427	12,738	13,210	1,053,838	24,062	43,838	2,351,265	36,800
1990	33,025	1,494,281	9,216	12,343	1,075,832	24,378	45,368	2,570,113	33,594
1991	32,621	1,322,116	7,081	12,119	1,022,096	42,644	44,740	2,344,212	49,725
1992	35,046	1,337,603	8,944	11,427	933,792	37,425	46,473	2,271,395	46,369
1993	37,014	1,528,832	8,188	13,208	1,054,759	34,676	50,222	2,583,591	42,864
1994	41,636	1,916,786	10,473	15,842	1,295,376	39,554	57,478	3,212,162	50,027
1995	49,400	2,239,466	21,188	19,688	1,554,025	59,221	69,088	3,793,491	80,409
1996	47,438	2,200,689	20,863	22,792	1,699,329	63,687	70,230	3,900,018	84,550
1997	43,866	2,215,580	17,043	24,660	1,872,379	66,466	68,526	4,087,959	83,509
1998	48,121	2,208,643	31,663	29,732	2,139,011	67,591	77,853	4,347,654	99,254
1999	45,693	2,295,978	24,144	25,044	2,017,590	69,316	70,737	4,313,568	93,460
2000	40,533	2,248,395	18,104	26,860	2,257,541	88,876	67,393	4,505,936	106,980
2001	38,624	2,080,496	16,776	29,500	2,283,377	98,439	68,124	4,363,873	115,214
2002	40,567	1,903,618	12,318	29,090	2,293,069	108,269	69,657	4,196,687	120,587
2003	43,759	1,990,378	12,843	27,635	2,335,688	132,801	71,394	4,326,066	145,644
2004	43,077	2,225,093	16,823	30,200	2,605,929	135,083	73,277	4,831,022	151,906
2005	42,090	2,402,880	16,872	31,978	3,027,594	155,530	74,068	5,430,474	172,403
2006	45,762	2,653,355	22,088	31,696	3,193,801	169,944	77,458	5,847,156	192,013

Cuadro 3.2 Movimiento general aeroportuario AIJCH - Fuente CORPAC

**3.21 Demanda Actual:****3.211 Movimiento de Pasajeros:**

El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez es la puerta de entrada al Perú. En el año 2006, el aeropuerto brindó atención a 5,85 millones de pasajeros [ver Cuadro 3.2], de los cuales aproximadamente 2.65 millones correspondía a vuelos nacionales y 3.19 millones a vuelos internacionales. Tanto el tráfico nacional como el tráfico internacional disminuyeron en el año 2001 a 4,3 millones de pasajeros (equivalente a -4.44%), debido a la situación económica del Perú y a la tragedia del 11 de septiembre. A pesar de esta disminución en el 2001, la tasa de incremento promedio anual desde 1990 asciende aproximadamente a 4,5%.

**3.212 Movimiento de Aeronaves:**

El movimiento de tráfico aéreo aumentó de 74,068 en el 2005 a 77458 movimientos en el 2006 [ver Cuadro 3.2] equivalente a una tasa de incremento de alrededor de 4.6%. La tasa de incremento promedio anual desde 1990 es igual a la tasa de aumento de pasajeros en el rango del 4,5%.

**3.213 Volumen de Carga y Correo:**

El volumen de carga y correo aumentó significativamente en los últimos once años de aproximadamente 33.600 toneladas en 1990 a aproximadamente 115,200 toneladas en el 2001 [ver Cuadro 3.2] equivalente a una tasa de incremento anual de 12%, y creció de 172,403 en el 2005 a 192,013 toneladas en el 2006.

**3.22 Demanda Futura:****3.221 Predicción del Tráfico Aéreo: (Según: Lima Airport Partners)**

Las predicciones que aparecen a continuación están basadas en "Lima Airport Traffic Study": de agosto del 2001 por Alan Stafford y Asociados y en "Aircraft Operations Forecast 2000-2030", de octubre del 2001 por SH&E. Las predicciones a largo plazo desarrolladas se centran en el tráfico aéreo hasta el 2030 y describen tres escenarios de desarrollo: Uno de línea de base, uno de caso alto y otro escenario de caso bajo para todos los elementos del tráfico. La revisión de los resultados en un segundo escenario de línea de base adicional hasta el año 2020 confirma en general el rango del primer enfoque y además toma en cuenta las consecuencias causadas por la tragedia del 11 de septiembre.

**a) Volumen de Pasajeros: (Según LAP)**

Año	Internacional	Nacional	Total
2002	<b>2.47</b>	2.17	4.64
2005	<b>3.16</b>	2.78	5.94
2008	<b>3.90</b>	3.35	7.25
2010	<b>4.38</b>	3.76	8.14
2015	<b>5.72</b>	4.74	10.46
2020	<b>7.38</b>	5.82	13.20
2025	<b>8.44</b>	6.64	15.08
2030	<b>9.99</b>	7.64	17.63

**Cuadro 3.3 Predicción / Requerimientos de Capacidad para el Movimiento de Pasajeros 2002-2030 [en millones]**

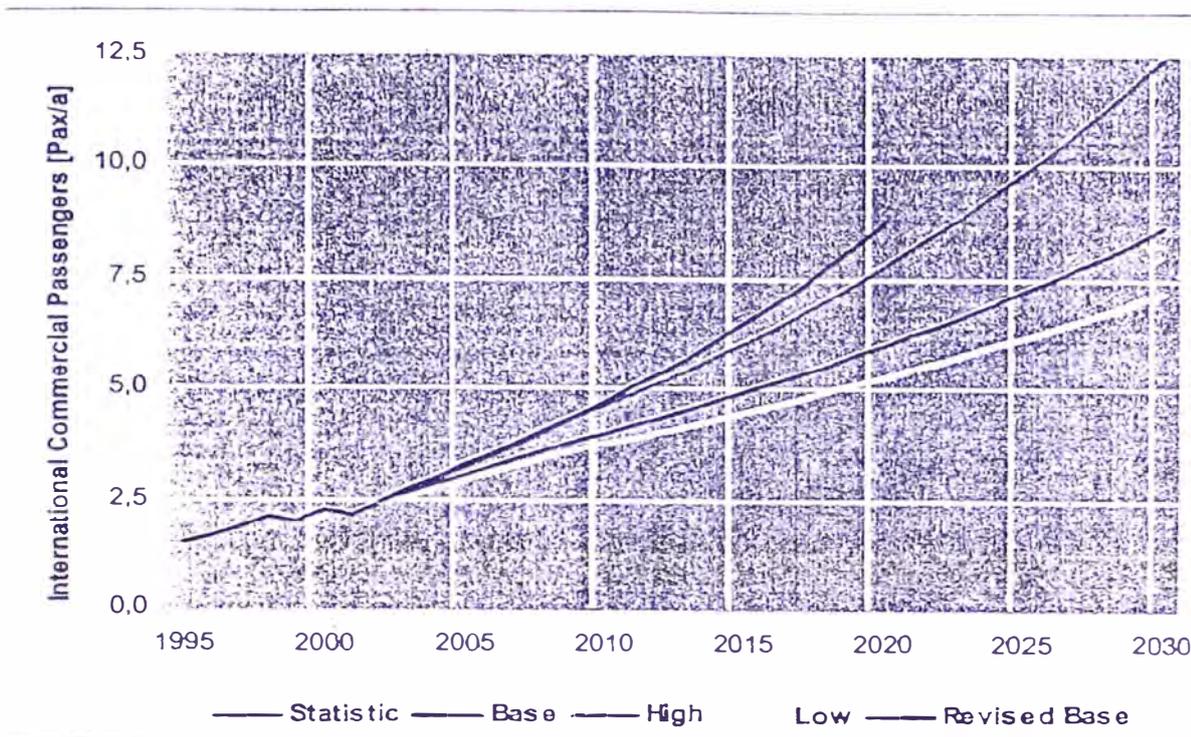


Figura 3.4 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Pasajeros internacionales

**b) Movimiento de Aeronaves:**

**Movimiento de Aeronaves Internacionales:**

De igual manera que el movimiento de pasajeros, el movimiento de aeronaves internacionales también aumentará. En el año 2008, el movimiento de tráfico internacional llegará aproximadamente a 37,000 movimientos, equivalente a una tasa de incremento promedio anual de alrededor de 5,2% [Cuadro 3.4]. En el resto del período, la tasa de incremento promedio se reduce en aproximadamente 4.5% para llegar a un total de cerca de 98,400 movimientos de aeronaves en el 2030.

**Movimiento de Aeronaves Nacionales:**

El movimiento de aeronaves nacionales (vuelos de itinerario y charters) aumentará en 5,2% al año para llegar a 45,500 movimientos en el 2008 [Cuadro 3.4]. En el resto del período, la tasa de incremento promedio se reduce en 3.5% para llegar a un total de 97,500 movimientos de aeronaves en el 2030.

Año	Internacional	Nacional	Total
2002	26,000	31,800	57,800
2005	31,600	39,200	70,800
2008	37,000	45,500	87,200
2010	40,800	50,200	91,000
2015	51,600	60,500	112,100
2020	64,400	71,100	135,500
2025	83,800	87,900	171,700
2030	98,400	97,500	195,900

**Cuadro 3.4 Predicción / Requerimientos de Capacidad para los Movimientos de aeronaves Comerciales**



Figura 3.6 Escenarios 2002-2030: Movimiento de Aeronaves Internacionales

**c) Volumen de Carga y Correo:**

El desarrollo de Carga y Correo se concentra principalmente en el volumen internacional que representa aproximadamente 90% de la cantidad general de carga y correo. El volumen de carga y correo manejado en el 2001 fue significativamente mayor que el de las cifras de predicción. Se espera que la cantidad total aumente más o menos en promedio 9,3% al año para llegar aproximadamente a 180,000 toneladas en el 2008 [Cuadro 3.5]. En lo que resta del período se espera que la tasa de incremento promedio sea de 4% para llegara un total de aproximadamente 430,000 toneladas en el 2030. El escenario alto indica un total de alrededor de 550,000 toneladas por año en el 2030. El segmento nacional se mantendrá constante en aproximadamente 10% de la cantidad total.

Año	Internacional	Nacional	Total
2002	<b>88,600</b>	8,300	96,900
2005	<b>126,300</b>	13,400	139,700
2008	<b>163,600</b>	17,800	181,400
2010	<b>184,900</b>	20,200	205,100
2015	<b>236,900</b>	25,800	262,700
2020	<b>288,400</b>	31,400	319,800
2025	<b>333,200</b>	36,400	369,600
2030	<b>390,200</b>	40,200	430,400

**Cuadro 3.5 Predicción en el Volumen de Carga y Correo 2002-2030**

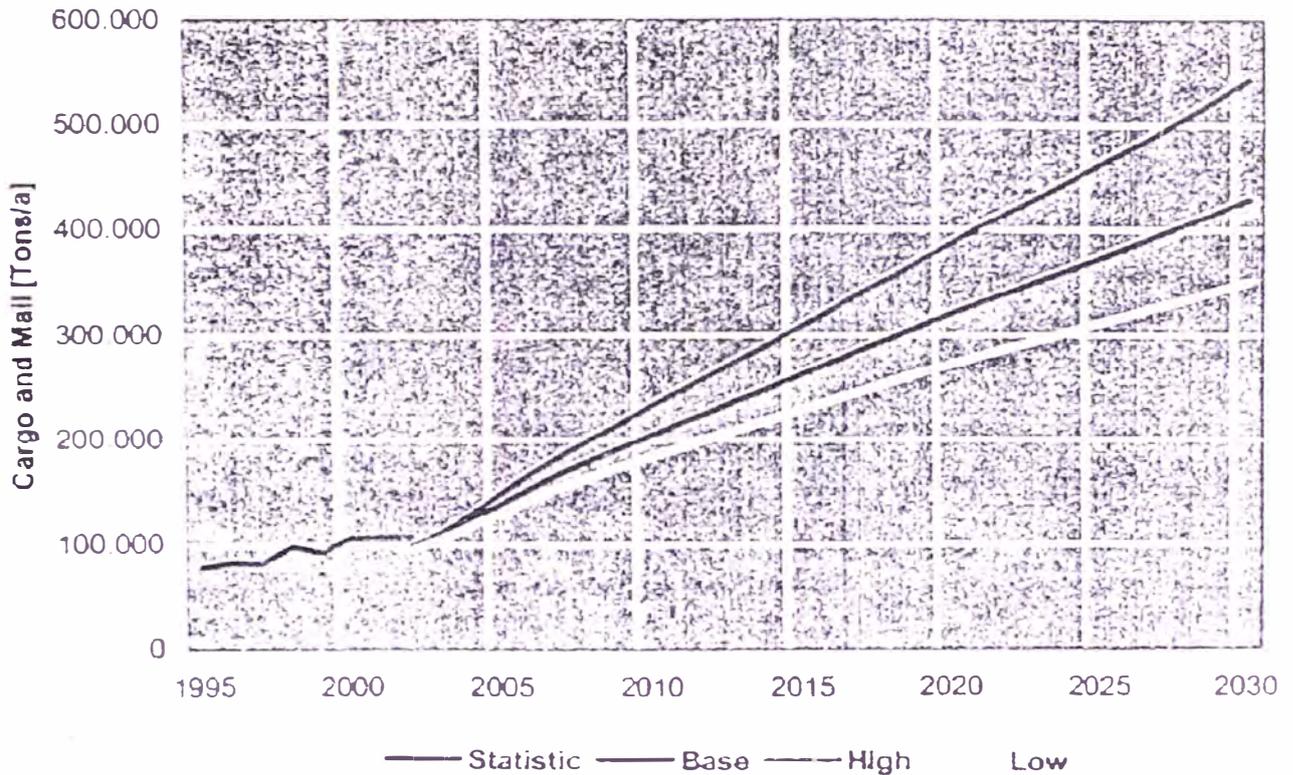


Figura 3.8 Escenarios de predicción 2002-2030: Volumen de carga y correo

#### d) Parámetros de Diseño:

Además de los valores anuales de la información del tráfico mencionados anteriormente, se necesita más información para diseñar las instalaciones de la parte terrestre y aeronáutica del aeropuerto. Ya que la capacidad de las instalaciones tiende a satisfacer la demanda que existe en las horas punta, se debe predecir el desarrollo del día pico y los valores de hora punta. Los valores pico se derivan primariamente para los movimientos de pasajeros y de tráfico aéreo, ya que las instalaciones de carga se planean usualmente en base a la cantidad procesada anual proyectada. Para garantizar la admisibilidad, el movimiento de pasajeros ha sido relacionado con el movimiento de aeronaves durante el proceso de evaluación.

#### 3.23 Valores Pico del Movimiento de Pasajeros:

Para propósitos de planeamiento y proporcionar la capacidad adecuada se usa el concepto de los valores típicos pico. Las horas típicas punta se definen como el 30mo valor más alto de una hora que es superada por sólo una operación 29 veces mayor en un año. Un método práctico y común para predecir los valores pico es el cálculo de la proporción valor pico / valor anual. Si se toman en cuenta los picos para tipos específicos de flujos (es decir, pasajeros internacionales que llegan en períodos pico) todas las instalaciones correspondientes en el Terminal respectivo serán diseñadas con diferentes picos para los arribos y las partidas, tanto para los pasajeros nacionales como para los internacionales. El volumen general de hora punta aumentará de 1.860 Pax/h en el 2002 a aproximadamente 6,300 Pax/h en el 2030 [Cuadro 3.6].

	2002	2005	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Hora Punta General	1,860	2,400	2,800	3,100	3,900	4,800	5,500	6,300
Pasajeros Internacionales	1,030	1,300	1,600	1,700	2,200	2,800	3,100	3,600
Salidas	660	830	980	1,070	1,350	1,700	1,900	2,150
Arribos	670	840	1,000	1,100	1,400	1,750	1,930	2,200
Pasajeros Nacionales	1,150	1,450	1,650	1,800	2,100	2,500	2,900	3,300
Salidas	860	1,020	1,140	1,200	1,450	1,650	1,850	2,100
Arribos	810	960	1,070	1,140	1,370	1,600	1,800	2,030

**Cuadro 3.6 Desarrollo de Pasajeros en Hora punta**

### Valores Pico del Movimiento de Tráfico Aéreo (MTA):

Los valores típicos pico del MTA se basan en la predicción de los valores pico de los pasajeros. Generalmente, el factor de carga del asiento en los días pico es de 10% a 20% mayor que la cantidad promedio. De manera similar a los valores pico de los pasajeros, los valores típicos pico del MTA de los diferentes sectores se dan independientemente y no aumentan el valor pico del MTA total.

El MTA relevante durante los períodos pico se indican en el Cuadro 4-8, tomando en cuenta los factores promedio de carga del asiento esperados y la porción del movimiento de pasajeros internacionales y nacionales. El tráfico general de hora punta aumentará en una tasa promedio anual de 3,2% de 22 MTA en el 2002 a 53 MTA en el 2030.

	2002	2005	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Hora Punta General	22	26	29	31	36	41	46	53
Aterrizajes	15	18	20	21	24	27	30	34
Internacionales	7	8	9	10	11	13	15	17
Nacionales	11	12	13	14	15	16	18	20
Despegues	15	17	19	20	23	26	29	33
Internacionales	7	9	10	10	12	13	16	18
Nacionales	10	12	13	14	15	16	18	20

**Cuadro 3.7 Volumen de la Hora punta del Movimiento de Tráfico Aéreo**

### 3.24 Proyecciones de tráfico calculo matemático realizado en el MTC – DGAC:

Como se proyecta un aeropuerto internacional, se tomo toda la serie histórica del tráfico internacional:

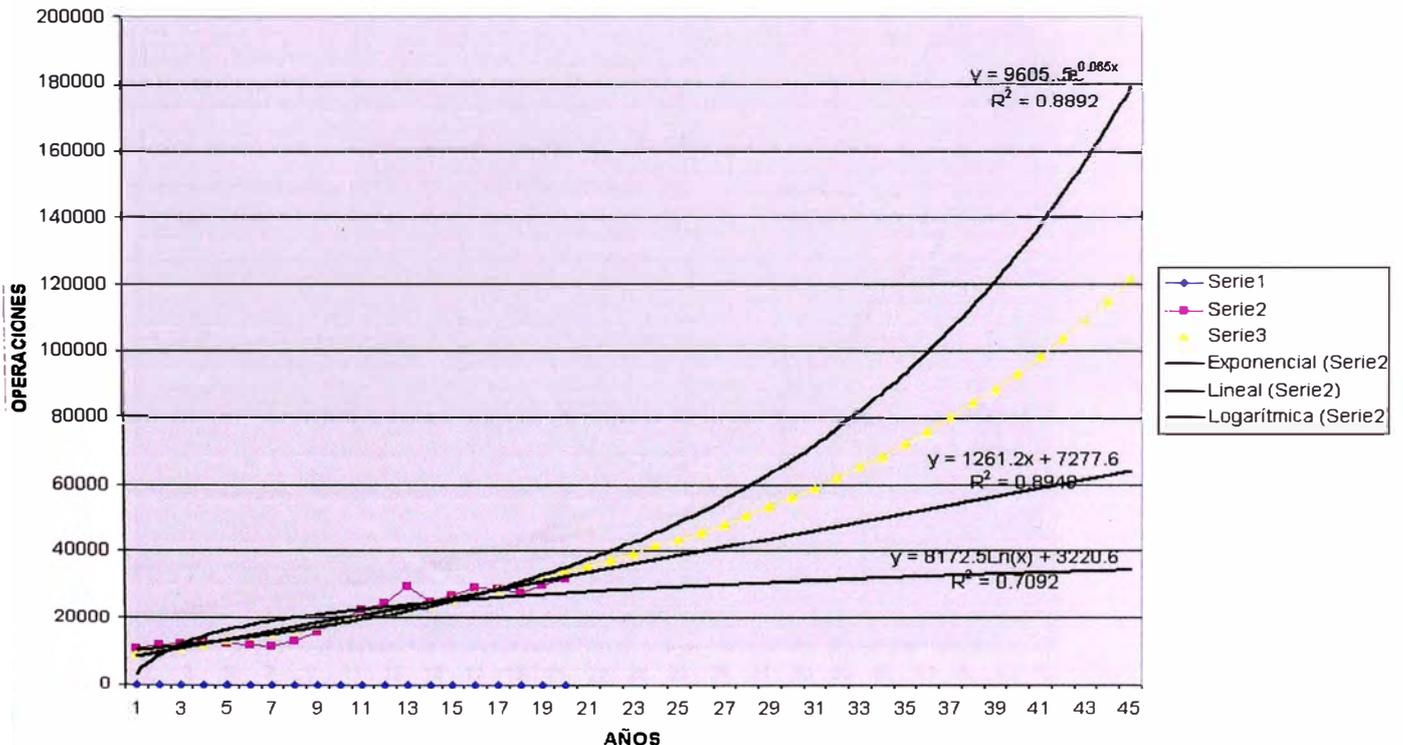
Se tomo la serie histórica proporcionada en el departamento de estadística de CORPAC, con la cual se elaboro tres proyecciones: Logarítmica Lineal y Exponencial considerando tres escenarios: pesimista regular y positivo respectivamente, a criterio del tesista conjuntamente con ingenieros de la dirección general de aeronáutica civil en vista del crecimiento económico del país optamos por la proyección **promedio de la lineal y exponencial** (Lineal + Exponencial)/2 ya que se obtiene con esta proyección una tasa de crecimiento similar al crecimiento del PBI.

Con lo cual calculamos para el año de diseño 2030 la cantidad de operaciones 121511.3, cantidad de pasajeros 10460866.7, luego para efectos del cálculo de la cantidad de pasajeros por operación proyectamos para el 2030 el cociente de la cantidad de pasajeros entre las operaciones netamente cargueras con lo cual obtenemos aproximadamente 190 pasajeros que considerando un 85% de ocupación obtenemos un aproximado de 224 pasajeros por avión proyectado para el 2030.

a) Proyecciones de operaciones aéreas al 2030:

	EXPONENCIAL	LINEAL	LOGARITMICA	(EXP+LIN)/2
año	operaciones			
1986	10935			
1987	11814			
1988	12324			
1989	13210			
1990	12343			
1991	12119			
1992	11427			
1993	13208			
1994	15842			
1995	19688			
1996	22792			
1997	24660			
1998	29732			
1999	25044			
2000	26860			
2001	29500			
2002	29090			
2003	27635			
2004	30200			
2005	31978			
2003	30948.9	29979.2	26842.2	30464.0
2004	33027.3	31240.4	27284.0	32133.9
2005	35245.4	32501.6	27703.2	33873.5
2006	37612.5	33762.8	28102.0	35687.6
2007	40138.5	35024	28482.1	37581.2
2008	42834.2	36285.2	28845.4	39559.7
2009	45710.9	37546.4	29193.2	41628.6
2010	48780.8	38807.6	29526.9	43794.2
2011	52056.8	40068.8	29847.4	46062.8
2012	55552.9	41330	30155.8	48441.5
2013	59283.8	42591.2	30453.0	50937.5
2014	63265.2	43852.4	30739.8	53558.8
2015	67514.1	45113.6	31016.9	56313.8
2016	72048.2	46374.8	31284.9	59211.5
2017	76886.9	47636	31544.3	62261.5
2018	82050.6	48897.2	31795.8	65473.9
2019	87561.0	50158.4	32039.8	68859.7
2020	93441.5	51419.6	32276.7	72430.6
2021	99717.0	52680.8	32506.9	76198.9
2022	106413.9	53942	32730.8	80177.9
2023	113560.5	55203.2	32948.8	84381.9
2024	121187.1	56464.4	33161.1	88825.8
2025	129325.9	57725.6	33368.0	93525.8
2026	138011.3	58986.8	33569.8	98499.1
2027	147280.0	60248	33766.7	103764.0
2028	157171.2	61509.2	33959.0	109340.2
2029	167726.7	62770.4	34146.9	115248.5
2030	178991.1	64031.6	34330.5	121511.3

Operaciones al 2030 = 121511.3

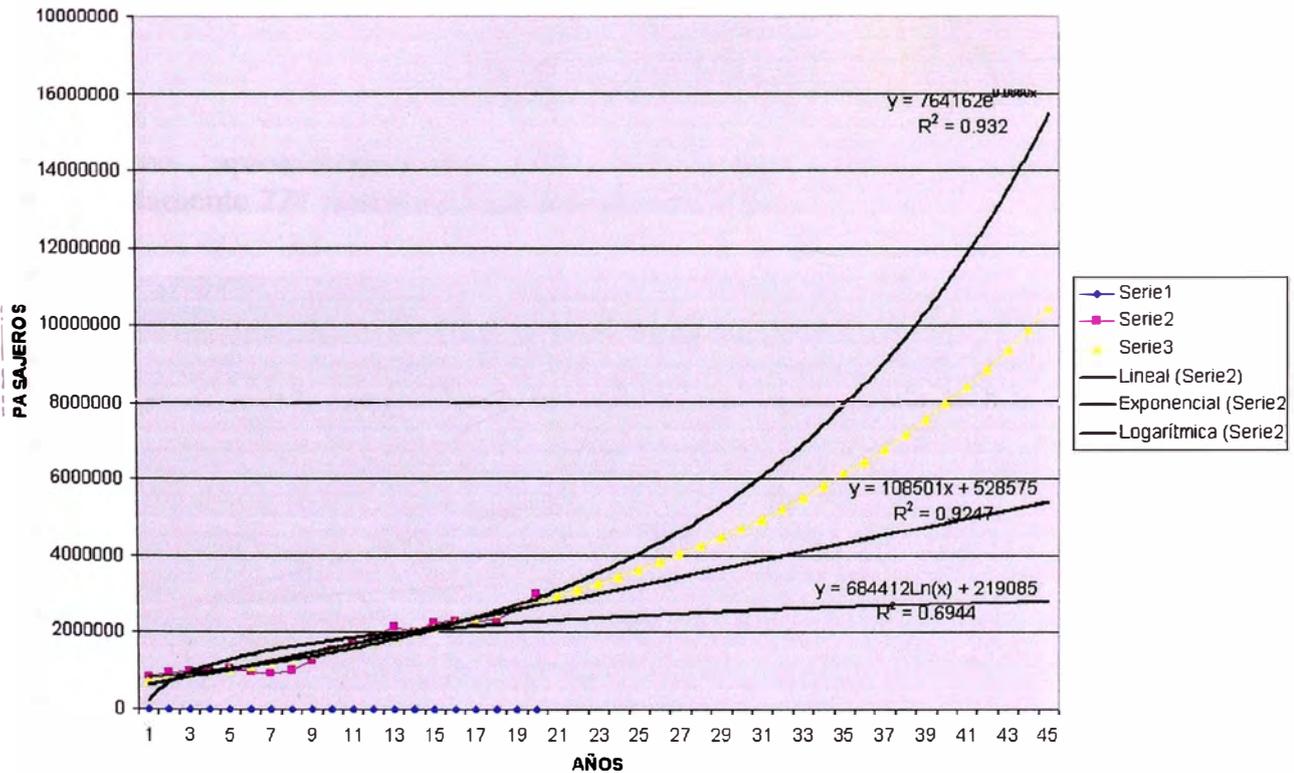


**b) Proyecciones de pasajeros al 2030:**

EXPONENCIAL	LINEAL	LOGARITMICA	(EXP+LIN)/2
-------------	--------	-------------	-------------

año	pasajeros	EXPONENCIAL	LINEAL	LOGARITMICA	(EXP+LIN)/2
1986	872551	2382915.0	2373092	2378003.5	2378003.5
1987	963722	2547785.4	2481593	2514689.2	2514689.2
1988	999224	2724063.0	2590094	2657078.5	2657078.5
1989	1053838	2912537.0	2698595	2805566.0	2805566.0
1990	1075832	3114051.2	2807096	2960573.6	2960573.6
1991	1022096	3329507.9	2915597	3122552.5	3122552.5
1992	933792	3559871.8	3024098	3291984.9	3291984.9
1993	1054759	3806174.2	3132599	3469386.6	3469386.6
1994	1295376	4069517.9	3241100	3655308.9	3655308.9
1995	1554025	4351081.9	3349601	3850341.5	3850341.5
1996	1699329	4652127.0	3458102	4055114.5	4055114.5
1997	1872379	4974000.9	3566603	4270302.0	4270302.0
1998	2139011	5318144.8	3675104	4496624.4	4496624.4
1999	2017590	5686099.6	3783605	4734852.3	4734852.3
2000	2257541	6079512.6	3892106	4985809.3	4985809.3
2001	2283377	6500145.3	4000607	5250376.1	5250376.1
2002	2293069	6949880.9	4109108	5529494.5	5529494.5
2003	2335688	7430733.2	4217609	5824171.1	5824171.1
2004	2605929	7944854.8	4326110	6135482.4	6135482.4
2005	3027594	8494547.9	4434611	6464579.4	6464579.4
2006		9082273.3	4543112	6812692.7	6812692.7
2007		9710662.7	4651613	7181137.9	7181137.9
2008		10382529.4	4760114	7571321.7	7571321.7
2009		11100881.6	4868615	7984748.3	7984748.3
2010		11868935.6	4977116	8423025.8	8423025.8
2011		12690130.0	5085617	8887873.5	8887873.5
2012		13568141.8	5194118	9381129.9	9381129.9
2013		14506901.9	5302619	9904760.5	9904760.5
2014		15510613.5	5411120	10460866.7	10460866.7

Pasajeros al 2030 = **10460866.7**

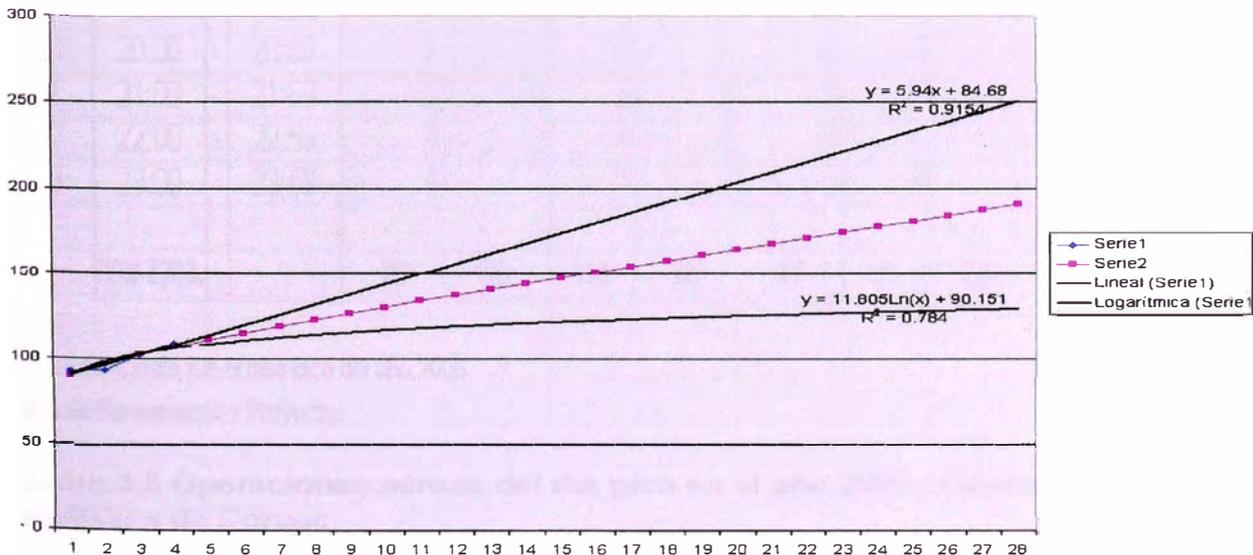


**c) Proyecciones de la cantidad de pasajeros por operación aérea al 2030:**

año	operaciones	oper.pax	pasajeros	Pax/oper.pax
1999		25044	2017590	
2000		26860	2257541	
2001		29500	2283377	
2002		29090	2293069	
2003		27635	2335688	92.79
2004		30200	2605929	93.35
2005		31978	3027594	102.41
2006		31696	29149	3193801
2007				109.57

LINEAL	LOGARITMICO	(LIN+LOG)/2
90.62	90.151	90.3866
96.56	96.3336025	97.44680123
102.5	103.120118	102.810069
108.44	106.516206	107.4781026
114.38	109.150415	111.7662073
120.32	111.302721	115.8113603
126.26	113.122469	119.6912347
132.2	114.698807	123.4494037
138.14	116.089236	127.1146181
144.08	117.333017	130.7065085
150.02	118.458154	134.2390768
155.96	119.485323	137.7226615
161.9	120.430227	141.1651136
167.84	121.305072	144.5725359
173.78	122.119533	147.9497663
179.72	122.88141	151.3007049
185.66	123.597084	154.6265418
191.6	124.271839	157.9359193
197.54	124.910102	161.2250511
203.48	125.515619	164.4978097
209.42	126.091587	167.7557937
215.36	126.640756	171.0003781
221.3	127.165509	174.2327546
227.24	127.667925	177.4539627
233.18	128.149829	180.6649146
239.12	128.61283	183.8664148
245.06	129.058354	187.0591771
251	129.487674	190.2436371

Se obtiene aproximadamente 190 considerando 85% de ocupación tenemos aproximadamente 224 pasajeros por operación al 2030.



**OPERACIONES AEREAS DEL DIA PICO EN EL MES DE AGOSTO**  
**AEROPUERTO INTERNACIONAL JORGE CHAVEZ**  
**(DÍA PEACK : 24-08-06)**

	HORA		NACIONAL			INTERNACIONAL			TOTAL		
			Aterrizaje	Despegue	Total	Aterrizaje	Despegue	Total			
00	00:01	-	00:59				1	4	5	5	-5
01	01:00	-	01:59					4	4	4	-4
02	02:00	-	02:59					3	3	3	-3
03	03:00	-	03:59				1		1	1	-2
04	04:00	-	04:59	2		2	1	1	2	4	-1
05	05:00	-	05:59		3	3	2		2	5	0
06	06:00	-	06:59	3	13	16	3	4	7	23	1
07	07:00	-	07:59	8	5	13	1	3	4	17	2
08	08:00	-	08:59	7	7	14	1		1	15	3
09	09:00	-	09:59	2	7	9	2		2	11	4
10	10:00	-	10:59	9	8	17	1	4	5	22	5
11	11:00	-	11:59	4	5	9	1	3	4	13	6
12	12:00	-	12:59	9	5	14		5	5	19	7
13	13:00	-	13:59	5	5	10				10	8
14	14:00	-	14:59	1	3	4	1	2	3	7	9
15	15:00	-	15:59	6	5	11	2	1	3	14	10
16	16:00	-	16:59	3	3	6	8	1	9	15	11
17	17:00	-	17:59	9	2	11	5	1	6	17	12
18	18:00	-	18:59	2	2	4	3		3	7	13
19	19:00	-	19:59		3	3	3		3	6	19
20	20:00	-	20:59	4	1	5	4	4	8	13	20
21	21:00	-	21:59	2	1	3	2	4	6	9	21
22	22:00	-	22:59	1	2	3	2	1	3	6	22
23	23:00	-	23:59	1		1	2	2	4	5	23
<b>TOTAL</b>				<b>78</b>	<b>80</b>	<b>158</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>93</b>	<b>251</b>	

El mes de Agosto fue el mes pico del año 2006

Area de Planeamiento y Proyectos

**Cuadro 3.8 Operaciones aéreas del día pico en el año 2006– Fuente departamento de Estadística de Corpac**

## Capitulo IV

### IV) EMPLAZAMIENTO

#### 4.00 Ubicación del Aeropuerto:

El objetivo de este capítulo es analizar los diversos factores que han intervenido para determinar la alternativa más conveniente de ubicación para el desarrollo de un futuro aeropuerto.

La construcción de un nuevo aeropuerto, exige grandes inversiones de capital y la ejecución de trabajos de envergadura, para evitar que quede prematuramente obsoleto y que no se derrochen valiosos recursos financieros y materiales, es importante que su vida útil sea lo más dilatada posible. Para lograr este fin deberá contarse con suficiente terreno para llevar a cabo las progresivas ampliaciones, al mismo ritmo que crezca la demanda de tráfico aéreo. A fin de que la inversión rinda los máximos beneficios.

Considerando la necesidad de reubicar el aeropuerto, es indispensable de manera racional y ordenada su nueva ubicación. Para tal efecto, se consideraron los siguientes aspectos:

- a) Disponibilidad de espacio aéreo libre de obstáculos.
- b) Tendencia de la expansión urbana.
- c) Estadística de vientos y temperatura.
- d) Posibilidad de disponer de terreno para ampliaciones futuras.
- e) Impacto ambiental.
- f) Reducción de riesgos potenciales.
- g) Costos de terrenos.
- h) Disponibilidad de infraestructura para comunicar el aeropuerto con la ciudad.

Al analizar estos aspectos se definió tal como se explica detalladamente en la sección 4.5 y 4.6 de la presente tesis a la Isla San Lorenzo como mejor alternativa de ubicación.

El Aeropuerto propuesto debe estar dentro de un radio de 100 Km. del centro de la ciudad según las normas establecidas por la OACI, observando la foto 4.1 tendremos como única opción y a su vez la más adecuada a la Isla San Lorenzo ya que cuenta como explicaremos más adelante las máximas posibilidades de ampliación al largo plazo con las mínimas cargas financieras y sociales.

Además se tiene que tener en cuenta un factor importante como es la distancia desde y hacia la ciudad de Lima, que estaría expresada en un costo – tiempo para el traslado de los pasajeros y carga. Que según normas reglamentarias de un Aeropuerto, el tiempo máximo de traslado de y hacia el Aeropuerto es de 18 minutos, sin embargo en el caso del aeropuerto Internacional Jorge Chávez en horas punta, toda la red vial está congestionada, de modo que ir del aeropuerto a las partes más importantes de Lima (Lima, San Isidro, Miraflores o Barranco) toma entre 30 y 60 minutos, en el caso de la Isla San Lorenzo se proyecta en esta tesis un sistema vial que empezaría en el Ovalo La Perla comunicando las avenidas de alto tránsito como La Marina y Venezuela, con la Isla San Lorenzo, (como se detallara en la sección 6.9), con este sistema vial el tiempo que tomaría llegar del centro de Lima al aeropuerto a una velocidad promedio de 60km, por hora sin tráfico sería aproximadamente de 25 minutos a 30 minutos



**Foto 4.1 Vista Satelital de Lima**

Se debe tener un aeropuerto cuyas instalaciones se encuentren a una distancia lo suficiente para no perturbar a la urbe con el ruido y la contaminación inherente a el, pero adecuadamente conectadas con un sistema vial eficiente que lo integre con la ciudad. Ver ejemplo Hong Kong:

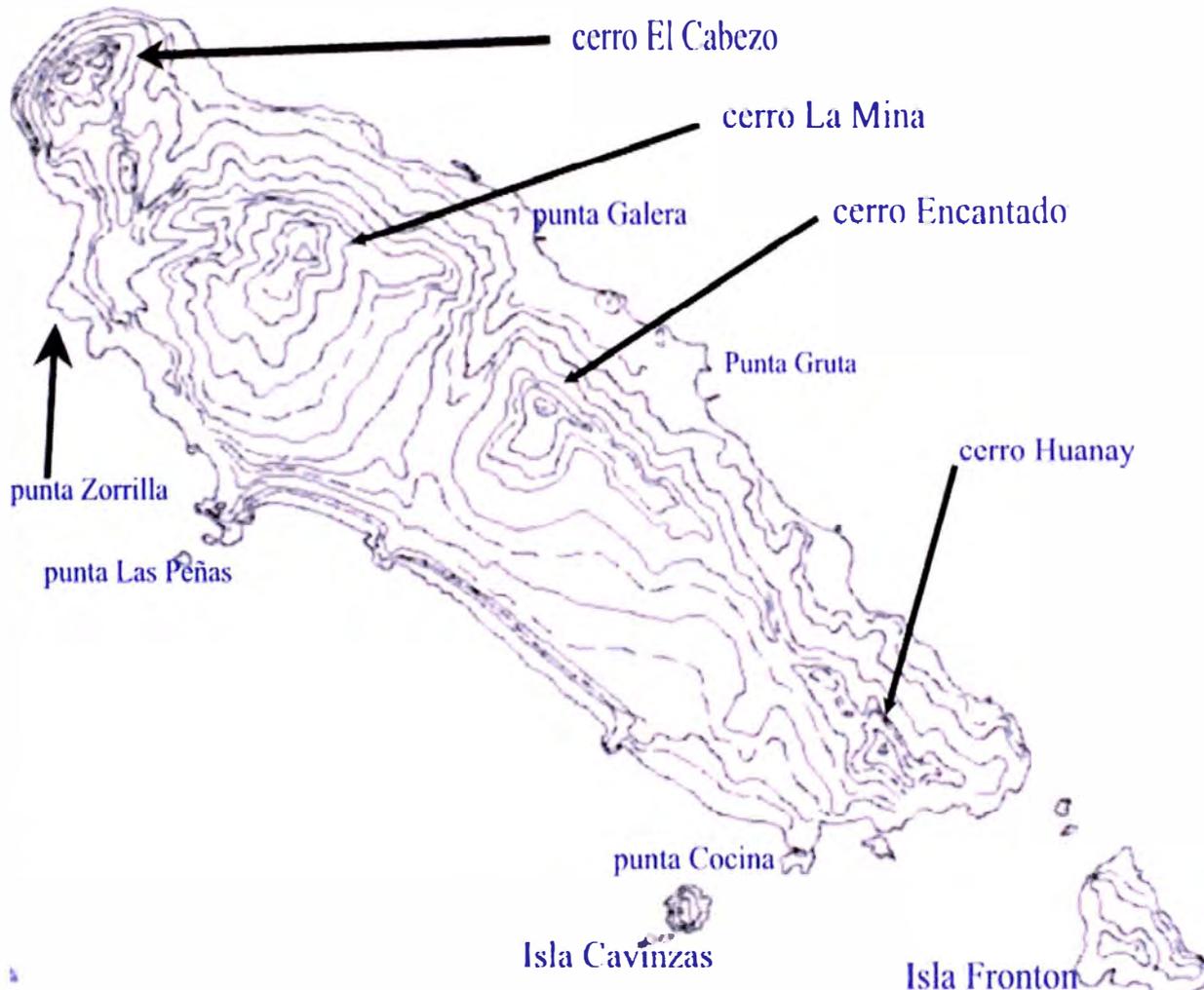


**Foto 4.2 Aeropuerto de Hong Kong**

#### 4.10 Estudios topográficos:

La zona pertenece a la isla mas grande del país en la región costa, uno de los primeros levantamientos topográficos fue realizado en 1905 por el ingeniero Charles Sutton por encargo del cuerpo de ingenieros de minas, posteriormente haciendo uso de fotografías aéreas se elaboro el levantamiento topográfico de la isla, debido a las restricciones de accesibilidad no se ha podido realizar un levantamiento topográfico para este estudio.

Se utilizo para esta tesis el plano de La Isla a escala 1: 25000 obtenido en el Instituto Geográfico Nacional. En la siguiente figura se muestra la topografía de la Isla San Lorenzo y sus curvas de nivel:



**Figura 4.1 Principales zonas de la Isla San Lorenzo Fuente: Instituto Geográfico Nacional**

Podemos apreciar la presencia de 4 cerros principales como el cerro “El Cabezo” Norte y Sur, el cerro La Mina, el cerro Encantado y el cerro Huanay, una geografía montañosa, el de máxima altura es el cerro La Mina con sus 390.16 metros de altura, según el plano obtenido en el IGN, Lugo el cerro Cabezo Norte con 275 metros de altura, el cerro Encantado con 284 metros de altura, y el cerro Huanay con 227 metros de altura, La altura máxima en la Isla El Frontón es de 148 metros de altura.

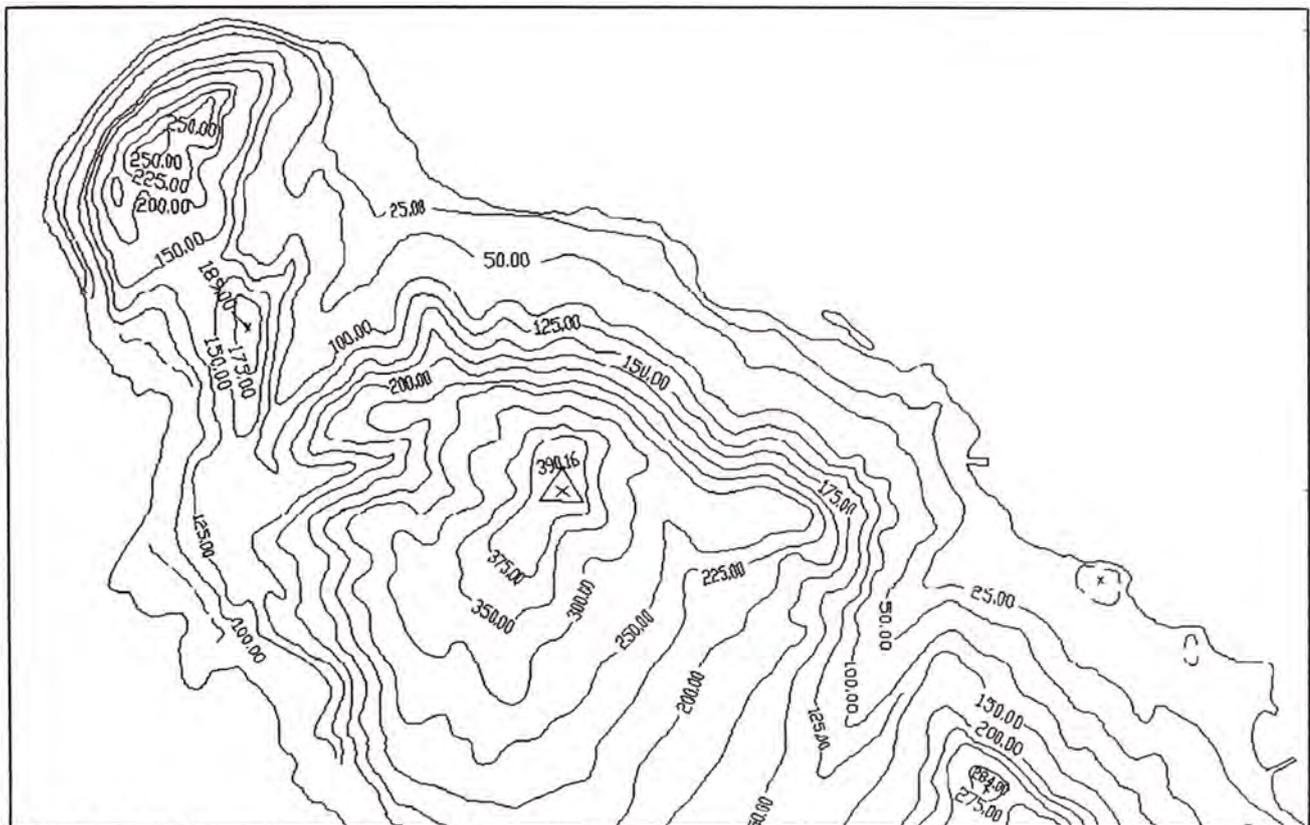


Figura 4.2 Curvas de Nivel parte superior Isla San Lorenzo

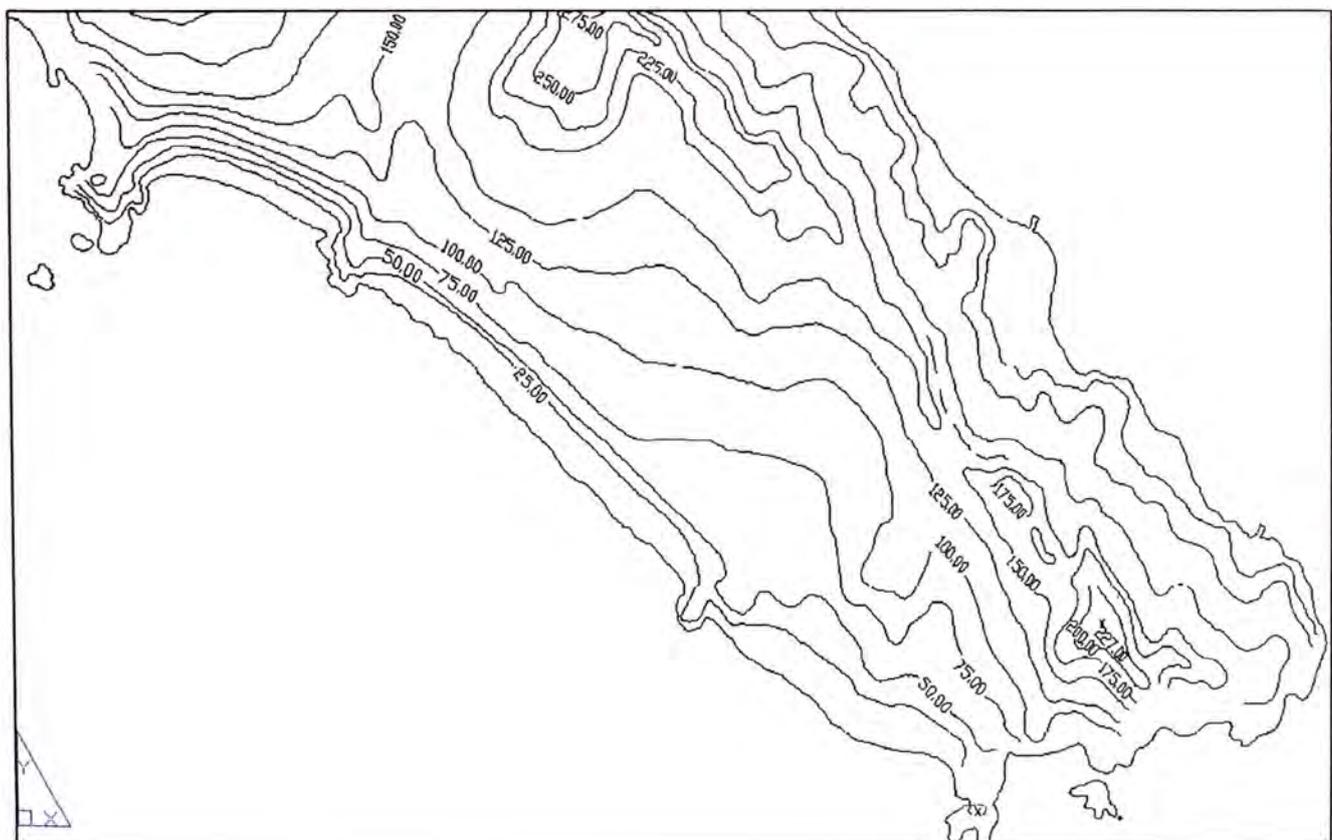


Figura 4.3 Curvas de Nivel parte inferior Isla San Lorenzo

Con el plano topográfico se puede construir un modelo digitalizado de la Isla San Lorenzo mediante el software Autocad Land, este modelo nos servirá para calcular los volúmenes de corte necesarios para el relleno en la construcción de la isla Artificial que servirá de plataforma para la ubicación del aeropuerto.

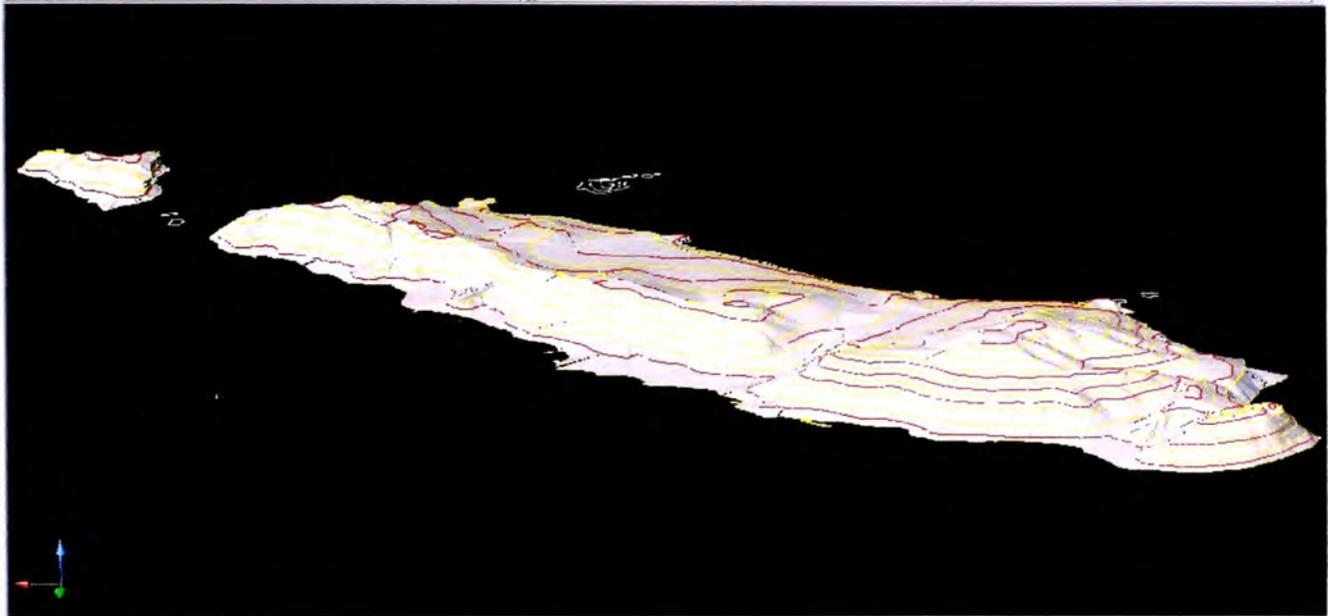


Figura 4.4 Modelo digitalizado de la Isla San Lorenzo

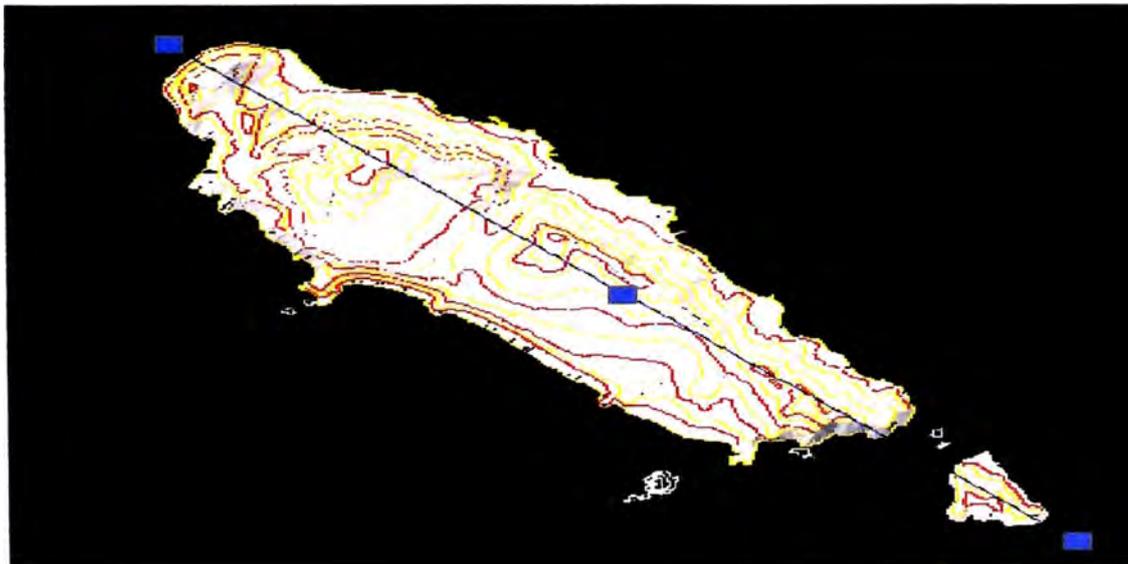


Figura 4.5 Trazo en el modelo digitalizado para hallar un perfil longitudinal



Figura 4.6 Cálculo del Perfil longitudinal del trazo de la figura anterior en la isla San Lorenzo.

#### 4.20 Estudios de suelos y canteras:

Debido al restringido acceso a la Isla no se a podido elaborar el estudio de suelos "in situ" Dada esta situacion aplicaremos los criterios geologicos para el analisis de esta seccion. Es importante señalar que la isla San Lorenzo constituye la prolongacion, según el rumbo, de los estratos del Morro Solar, esto nos da una clara idea de las caracteriscas de las rocas en la isla al ser la misma formacion geologica. Donde se pude hallar buen material para el terreno de Fundacion.

En cuanto a las canteras según los estudios del ingeniero Alfredo Rosenzweig existen en la isla muchas canteras abandonadas, de piedra de construccion y pavimentacion. Estas fueron divididas (Bravo 1905) en : 1) areniscas y cuarcitas y, 2) rocas eruptivas.

- 1) Areniscas y cuarcitas: Se explotaban para pavimentacion y como piedra de afilar. Las siguientes canteras fueron observadas:

- Areniscas Morro Solar en el Cabezo encima de la playa.
- Areniscas Marcavilca en la parte N del cerro La Mina.
- Areniscas La Herradura en Caletas Sanitaria y Panteon.
- Areniscas Morro Solar en el Cerro Encantado, encima del Barranco Colorado.
- Areniscas Morro Solar en el Fronton, en la cumbre del extremo N.

- 2) Rocas Eruptivas : Por su naturaleza solo se explotaban los siles.

Hay solo dos grandes canteras : En Caleta Sanitaria y en el extremo norte de la playa El Fronton.



LEYENDA

CRONOESTRATIGRAFIA			LITOSTRATIGRAFIA			
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTI	Dep. eólicas	Qr-e		
			Dep. aluviales	Qr-al		
			Dep. marinas	Qr-m		
		PLEISTOCENO	Dep. eólicas	Qp-e		
			Dep. aluviales	Qp-al		
			Dep. marinas	Qp-m		
MESOZOICO	CRETACEO	MEDIO SUPERIOR	Volc. Quellman	Kms-g		
		INFERIOR	Volc. Huarangal	Kim-h		
			Fm. Alacango	Kl-af		
			Fm. Pampiano	Kl-pa		
			Fm. Moquehuca	Kl-m		
			Fm. Huerfana	Kl-b		
			Fm. Salto del Frío	Kl-st		
			Fm. Cerro Blanco	Kl-cb		
			Fm. Ventanilla	Kl-v		
			Fm. Puente Inca	Kl-pi		
			Fm. Tingo	Kl-t		
		JURASICO	SUPERIOR	Volc. Santa Rosa	Jskl-vsr	

SUPER UNIDAD	TIPO DE ROCA	LEYENDA
Adosivela	Granodiorita	Ks-gd-gj
Santa Rosa	Tonalita granodiorita	Ks-tpd-gj
	Tonalita diorita	Ks-tdi-gj
	Granodiorita	Ks-gd-gj
Prose	Tonalita diorita	Ks-tdi-gj
Patap	Gabro diorita	Ks-gdb-gj

Figura 4.8 Leyenda Formaciones geológicas - fuente INGEMMET



Figura 4.9 Plano geológico de la isla San Lorenzo (Fuente: INGEMMET)

Debido a la configuración del sistema vial, Complejo turístico y Puerto que en esta tesis se piensa ubicar dentro de la isla sera necesario analizar estas zonas y su naturaleza geologica ya que este material servira ademas de las mencionadas anteriormente como

relleno para la construcción de la isla artificial adyacente que servira de plataforma para la ubicación del aeropuerto analizada en la seccion 4.5 y 4.6 de la presente tesis. La zona comprendida para la construcción de las instalaciones se muestra en la figura 4.10



Figura 4.10 Zonas de corte y relleno para el proyecto

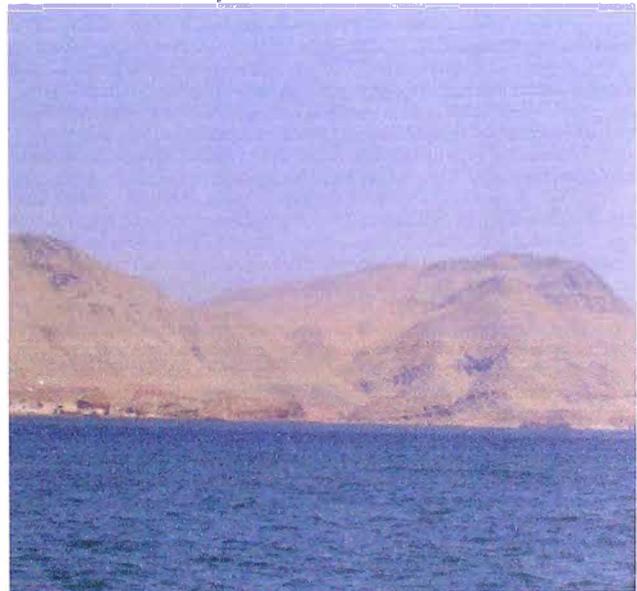
Se puede observar que el corte para la vía principal en la isla comprende material de la formación La Herradura y el corte para la ubicación del puerto comprenderá material de la formación Marcavilca.

Además en ella se puede observar 4 zonas principales de corte y sus volúmenes calculados usando el software Autocad Land

\* la zona comprendida para la vía principal y la construcción del complejo turístico Hotelero se halla dentro de la Formación La Herradura geológicamente constituida por dos miembros: La Virgen donde en su parte inferior está compuesta de lechos alternantes de pizarra y arenisca verde oscura compacta, de estratos de 20-30cm de espesor. La parte media y superior está compuesta de pizarras predominantemente rojas, pero también amarillas, grises y violetas. Estas pizarras contienen nodulos calcareos y una intercalación de caliza de 40 a 60 cm. de espesor a 20m. del límite superior del miembro. Hacia el S de la Isla San Lorenzo la pizarra se hace más compacta y de color gris predominante. Las pizarras están atravesadas en muchos sitios por venillas de yeso.

Además se encuentran Lutitas gris oscuras a negras en estratificación fina, laminadas, fisibles y carbonosas, conteniendo pirita y nodulos calcareos achatados, intercalándose areniscas de grano fino grises a amarillentas de composición cuarzosa.

y La Herradura en cuya parte inferior se encuentra constituida por areniscas blancas compactas de grano fino. Los estratos tienen de 20 a 40 cm de potencia con incrustaciones de pirita pseudomorfas a limonita. El espesor total es de 30 a 33m. la parte superior está constituida por pizarras negras y grises. En la parte media tiene una intercalación de caliza de 50 a 60 cm. el espesor de estas pizarras es muy variable. En este miembro también se tiene areniscas cuarzosas, en parte verdosa-amarillentas laminadas en estratificación delgada en la parte inferior y gruesa en la parte superior, seguido de lutitas gris a negras, intemperizando a marrón rojizo, en partes nodulosas. En la parte superior contiene calizas gris oscuras en estructura pizarrosa que marca el paso a la unidad superior (Miembro Morro Solar de la Fm. Marcavilca)



\* La zona comprendida para la construcción del Puerto se halla dentro de la formación Marcavilca geológicamente constituida por tres miembros: Morro Solar donde se tiene una serie alternante de areniscas y pizarras. Las pizarras desaparecen hacia el SW de las islas, para ser reemplazadas por areniscas.

Encima de las pizarras negras de los estratos. La Herradura están unas areniscas, de grano fino y de color gris verdoso, en estratos de 2 a 5cm. la disyunción es en lajas y el color intemperizado es violáceo. Su potencia total varía de 30 a 80 m, siendo pequeña al N, mayor en el centro y disminuye al S de San Lorenzo para aumentar otra vez en el Fronton. Sobre estas areniscas yacen unas pizarras negras y violáceas de estratificación delgada con varias intercalaciones (30-50cm) de caliza. Solo afloran en la parte N de la isla desapareciendo hacia el S.

Hacia arriba, siguen en la parte N de la isla, unas cuarcitas de estratificación delgada y que tienen una disyunción en trozos rectangulares. Tienen varias intercalaciones de pizarra negra y arenisca de estratificación delgada. Su espesor en el Cabezo es de 65m. Hacia el S se adelgazan y son reemplazadas por una cuarcita abajo, areniscas pardas al medio y areniscas de estratificación delgada encima. Esta última sucesión está bien desarrollada en la parte S de San Lorenzo. Las cuarcitas son de color blanco a blanco parduzco, de estratificación de 30-70cm. y tienen allí un espesor de 20m. las areniscas pardas suprayacentes son subangulares, de grano grueso, hasta brechosas en el Fronton, con abundante Limonita y tienen un espesor de 25m.

Las areniscas de estratificación delgada son de un color gris oscuro y de grano fino y tienen espesores que varían de 25 a 70 m.

Encima existe en la parte N de la isla un paquete de 18 a 20m. de pizarra violada, de estratificación delgada. Esta desaparece en la parte central y S de San Lorenzo.

El espesor de las areniscas Morro Solar es máximo en el Cabezo, donde es de 200m., disminuye hasta un mínimo de 90m en la parte SW del cerro Encantado para aumentar hasta 160m. en la parte S del cerro Huanay.

En cuanto a las areniscas del miembro Marcavilca está constituido uniformemente por areniscas de granos finos subangulares con abundante Limonita, color pardo claro y estratificación delgada en la parte baja del miembro que se engruesa hasta 2m. en la parte alta. Existen pequeñas intercalaciones de arcilla margosa de color rojo y gris. La potencia máxima observable de este miembro es de 240m. en el cerro La Mina.



Por lo tanto en vista de este análisis de canteras se recomienda al momento de la construcción, para el corte, la utilización voladura controlada en aquellas zonas donde se

encuentren bancos de cuarcitas y/o Areniscas silisificadas, cualquier otro material diferente a este se recomienda excavación mecanizada.

También de encontrarse cuarcitas y/o areniscas silisificadas que se encuentren de moderadamente meteorizadas a muy meteorizadas se podrá excavar con maquina mecanizada.

#### 4.30 Estudios de hidrología:

En lo referente a la existencia de aguas subterráneas, según el estudio de Alfredo Rosenzweig no hay indicios de agua subterránea en la isla San Lorenzo. En 1910 se realizaron dos perforaciones infructuosas por el cuerpo de Ingenieros de Minas, cuyos controles geológicos y de profundidad no se han podido hallar.

Para la existencia de agua subterránea en las rocas cretácicas de la Isla, falta una fuente adecuada de alimentación. La precipitación es insuficiente y solo proviene de garúas y neblinas que envuelven las cumbres de los cerros. La mayor parte de estas se evaporan y solo, muy poco llega a infiltrarse. Las rocas subyacentes a la formación Salto del Fraile no las conocemos y por consiguiente no podemos saber si contienen agua. Como la Isla esta constituida íntegramente por rocas cretácicas, la posibilidad de encontrar agua en ellas es muy pequeña.

Es posible que el aluvión del Callao y La Punta continúe debajo del mar hasta un punto cercano a la isla. Suponiendo una inclinación del aluvión y la napa acuífera de  $0^{\circ}35'05''$  a  $0^{\circ}35'10''$ , obtenido por la topografía, y considerando la elevación de la tercera napa acuífera en la fabrica Backus y Johnston, en Lima a 20m. Sobre el nivel del mar, y en la Escuela Naval de La Punta, a 128m. bajo el nivel del mar, podría llegar hasta cerca de la Isla. En el plano batimétrico del Sr. Kraus parece que La Punta continúa por El Camotal hasta el lado E del canal llamado "Boquerón", a 1km. delante de la isla. Al lado W de este canal Kraus encontró arena y cascajo y mas cerca, roca. En conclusión, hay indicios de que el aluvión se extiende hasta el lado oriental del Boquerón. La profundidad de la tercera napa en este lugar seria de 160-200 m. por supuesto, estas deducciones solo son un derrotero, pues pueden haber ocurrido muchas variaciones en los 4.5km. que separan La Punta de la isla.

Newell y Tafur sugerían que la napa acuífera del Callao estaría en contacto con las rocas cretácicas y que el agua penetraría por fracturas y planos de estratificación y por el buzamiento SW de estas capas, seria llevada debajo de la isla. **Señalan la posibilidad de perforar un pozo de aproximadamente 300m en Playa Grande**, aunque seria muy aventurado. Quedan aun muchos factores por aclarar. No conocemos las rocas subyacentes, por que están debajo de toda la formación del Morro y la isla, y no sabemos si son lo suficientemente permeables para permitir una infiltración. Si existe el contacto entre la napa acuífera y las rocas cretácicas, no sabemos si hay una capa de arcilla entre ellos, etc.

Según el Instituto del Mar Peruano (IMARPE), y la Dirección de Hidrografía y navegación de la Marina de Guerra del Perú, encargadas de los estudios hidrológicos se muestra el cuadro adjunto de las precipitaciones, humedad relativa, presión atmosférica en el área de estudio.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>Temperatura del aire media mensual multianual (C°)</b>	21.3	22.0	21.8	20.3	18.7	17.7	16.9	16.5	16.6	17.5	18.7	20.2
<b>Temperatura superficial del mar media mensual multianual (C°)</b>	16.2	17.2	17.7	17.5	16.9	16.6	16.0	15.6	15.0	14.9	15.1	15.6
<b>Humedad relativa media mensual multianual (%)</b>	90	89	89	90	89	88	87	87	88	87	88	88
<b>Viento prevaleciente media mensual multianual (rumbo, nudos)</b>	S 4.9	S 4.9	S 4.7	S 4.7	S 4.5	S 4.1	S 4.3	S 4.3	S 4.6	S 4.8	S 4.7	S 4.7
<b>Precipitación media mensual multianual (mm)</b>	0.6	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
<b>Presión atmosférica media mensual multianual (Mb)</b>	1012.1	1011.4	1011.4	1012	1013.3	1014.4	1015.0	1015.0	1014.7	1014.5	1013.8	1012.8

**Cuadro 4.1 Datos meteorológicos proporcionados por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú**

#### 4.40 Estudios de meteorología:

Frecuentemente no hay registros de datos relativos a los vientos predominantes, en un emplazamiento totalmente nuevo. De ser así como es este caso deberán consultarse los registros de las estaciones cercanas, como la estación ubicada en el aeropuerto Jorge Chávez (ubicada en la zona de toma de contacto pista 15) ya que este se encuentra ubicado a aproximadamente 11.4 km. de distancia de la proyectada pista del aeropuerto en San Lorenzo, así como también sería recomendable tener el registro de vientos de la estación ubicada dentro de las instalaciones de La Dirección de Hidrografía y Navegación de La Marina de Guerra del Perú.

En mi investigación obtuve el registro de vientos de una estación ubicada en el cerro El Cabezo de la isla San Lorenzo obtenido por La dirección de Hidrografía y Navegación en la cual se reporta la siguiente información de vientos:

<b>Estación de verano (EFM-periodo: 2000-2001)</b>			
Frecuencia de Direcciones (%)		Frecuencia(%) de Velocidades nudos	
N	1.1	<1	3.6
NE	0.4	1-3	15.1
E	0.8	4-6	13.2
SE	67.5	7-10	26.4
S	17.6	11-16	31.2
SW	2.9	17-21	10.3
W	4.4	22-27	0.3
NW	1.8	28-32	0.0
CALMA	3.6	>32	0.0

**Cuadro 4.2 Dirección y velocidad de vientos – verano -Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú**

<b>Estación de otoño (AMJ-periodo: 2000-2001)</b>			
Frecuencia de Direcciones (%)		Frecuencia(%) de Velocidades nudos	
N	3.4	<1	0.9
NE	1.1	1-3	35.7
E	4.2	4-6	23.2
SE	56.4	7-10	26.6
S	15.8	11-16	12.8
SW	4.1	17-21	0.8
W	6.5	22-27	0.0
NW	7.7	28-32	0.0
CALMA	0.9	>32	0.0

**Cuadro 4.3 Dirección y velocidad de vientos – otoño - Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú**

<b>Estación de invierno (JAS-periodo: 2000-2001)</b>			
Frecuencia de Direcciones (%)		Frecuencia(%) de Velocidades nudos	
N	1.6	<1	0.0
NE	0.1	1-3	20.6
E	1.5	4-6	24.1
SE	69.4	7-10	36.3
S	18.8	11-16	18.5
SW	3.9	17-21	0.5
W	2.8	22-27	0.0
NW	1.9	28-32	0.0
CALMA	0.0	>32	0.0

**Cuadro 4.4 Dirección y velocidad de vientos – invierno - Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú**

<b>Estación de primavera (OND-periodo: 2000-2001)</b>			
Frecuencia de Direcciones (%)		Frecuencia(%) de Velocidades nudos	
N	1.0	<1	0.3
NE	0.7	1-3	12.2
E	0.5	4-6	16.2
SE	67.2	7-10	37
S	24.6	11-16	31.1
SW	2.2	17-21	3.2
W	2.0	22-27	0.0
NW	1.4	28-32	0.0
CALMA	0.3	>32	0.0

**Cuadro 4.5 Dirección y velocidad de vientos – primavera - Fuente: Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú**

Mediante esta información podemos elaborar EL DIAGRAMA DE UTILIZACION es importante aclarar que para fines teóricos se utilizara esta información , sin embargo esta es insuficiente, para cuando se haga el estudio definitivo se deberá contar con un registro de tiempo de observación de 5 años por lo menos

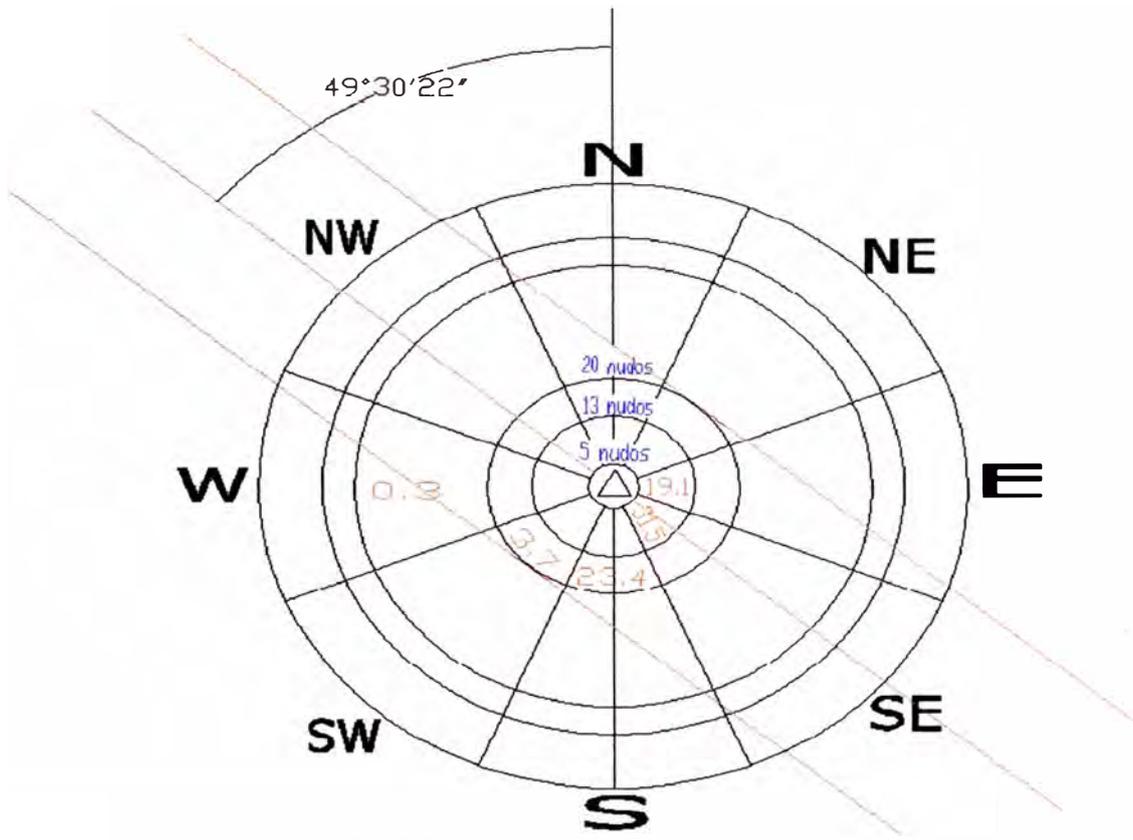
DIRECCION DEL VIENTO	PORCENTAJE DE VIENTOS (VALOR MAS ALTO)					
	4 - 13 nudos	14 - 20 nudos	21 - 41 nudos	TOTAL (%)		
N	-----	-----	-----	-----		
NE	-----	-----	-----	-----		
E	13.2/24.1/23.2/16.2	-----	-----	24.1	7.84	16.26
SE	26.4/36.3/26.6/37	-----	-----	37	7.84	29.16
S	-----	31.2/18.5/12.8/31.1	-----	31.2	7.84	23.36
SW	-----	10.3/0.5/0.8/3.2	-----	10.3	7.84	2.46
W	-----	-----	0.3	0.3	0.3	0
NW	-----	-----	-----	-----		
CALMOS	18.7/36.6/20.6/12.5			36.6	7.84	28.76
				139.5		100

Cuadro 4.6 Porcentaje de vientos (Valor más alto)

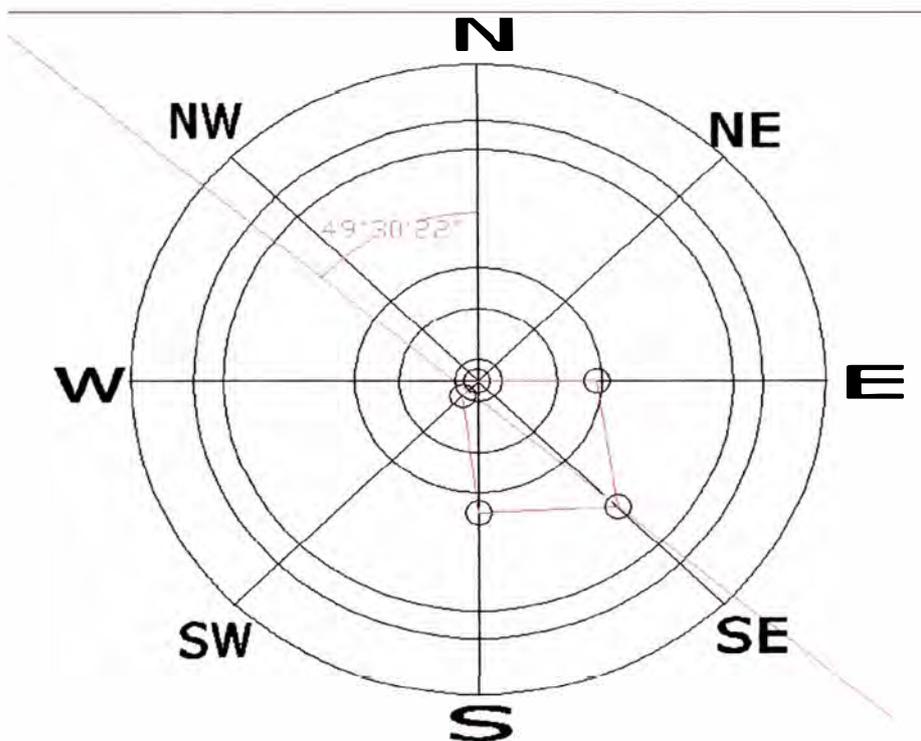
DIRECCION DEL VIENTO	PORCENTAJE DE VIENTOS (VALOR PROMEDIO)					
	4 - 13 nudos	14 - 20 nudos	21 - 41 nudos	TOTAL (%)		
N						
NE						
E	19.2			19.2		19.1
SE	31.6			31.6		31.5
S		23.4		23.4		23.4
SW		3.7		3.7		3.7
W			0.3	0.3		0.3
NW				0		0
CALMOS	22.1			22.1		22
				100.3		100

Cuadro 4.7 Porcentaje de vientos (Valor promedio)

De los dos análisis el más confiable es tomando el valor promedio, por lo tanto se trabajara con estos datos para elaborar la rosa de vientos y el diagrama de utilización.



( Δ 22% calmos ( ≤ 5 nudos))  
**Figura 4.11 Diagrama de Utilización**



**Figura 4.12 Rosa de vientos calculada con la cual observamos la dirección de los vientos predominantes**

#### **4.50 Alternativas de emplazamiento:**

Desde hace varios años atrás se vienen realizando diversos estudios respecto a diferentes alternativas de nueva ubicación o futuras ampliaciones del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez", en donde también se han analizado las posibles ubicaciones tanto a nivel Macro y Micro localización.

#### **4.51 Macrolocalización:**

A este nivel se realizaron evaluaciones exhaustivas de emplazamiento para el Aeropuerto (nueva ubicación), que comprendió investigaciones de terreno y levantamientos topográficos. Además de los emplazamientos de las Salinas en Huacho y otro en Cañete, los que fueron descartados por factores económicos, incomodidad de los pasajeros y otros inconvenientes; se realizaron otras alternativas cuya extensión del área fue en un radio de 100 km. del Centro de la Ciudad de Lima, y los criterios de evaluación fueron:

- Seguridad y espacio aéreo.
- Condiciones del terreno.
- Características geográficas e hidrológicas.
- Medio ambiente e impacto social.

Las zonas que se consideraron justificadas para dicha evaluación se indican a continuación:

##### **a.- Pampa La Salina:**

Ubicada en la costa de la ciudad de Lurin. Sin embargo el terreno es inadecuado, por que la superficie tiene características de inestabilidad con respecto a la construcción y operación del aeropuerto por lo mismo se vería afectada las ruinas de Pachacamac que se encuentra bastante cerca de la zona.

##### **b.- Pampa de Lurin:**

Cuya ubicación esta al norte de Lurin y al este de la panamericana sur.

Esta zona no es recomendable, por características aéreas requeridas y además por consideraciones de seguridad, debido a la proximidad de algunas montañas al Norte y Este, las que reducen el espacio aéreo.

El terreno es apropiado, pero la construcción sería muy dificultosa y llevaría a costos significativamente altos, por otro lado la zona es intransitable lo que implicaría en un problema ambiental.

##### **c.- Tablada de Lurin:**

Que se ubica más hacia el Norte de Lurin y hacia la costa de la panamericana sur. La zona cumple con los requerimientos en cuanto a espacio (terreno), pero la proximidad de las montañas hacia el Este, presentan un serio riesgo para la seguridad aérea. El terreno no presenta graves problemas para la construcción, pero será necesario la reubicación de la población que esta al Norte y Oeste de la zona, que significaría un costo bastante alto.

##### **d.- Isla San Lorenzo:**

Irónicamente La isla San Lorenzo a sido tomada en cuenta muy pocas veces siendo la mejor opción, esto puede deberse a la inexistencia de antecedentes de aeropuertos ubicados en islas, sin embargo se ha estado viendo últimamente el ejemplo de cómo utilizando la tecnología muchos países han construido infraestructura ganado terreno al mar y creando islas artificiales, con todos los beneficios que ello conlleva es que recién se a tomado en cuenta esta opción.

Las características de esta zona están explicadas en el capítulo dos.

Como resultado de dicho estudio, todas las alternativas de emplazamiento analizadas respecto de la nueva ubicación para un Aeropuerto Internacional la única alternativa que reúne las características óptimas para la construcción tanto por aspectos operativos ya que no existen obstáculos cercanos excepto los cerros que estarían a aproximadamente dos kilómetros que mediante un sistema de aproximación de precisión es fácilmente manejable y habiendo condiciones óptimas de operación, además como ya se explicó anteriormente esta dentro del radio de 100 kilómetros del centro de la ciudad la única alternativa posible será La Isla San Lorenzo por presentar las ventajas anteriormente explicadas como lejanía de la zona urbana, punto estratégico para la ubicación de un Hub intermodal, etc. Se propone emplazar el Aeropuerto ahí por el área más conveniente para la construcción del aeropuerto, el punto a tratar sería en que zona de la isla sería más conveniente ubicarlo, para ello se debe tener los siguientes criterios:

- 1.-Impacto Ambiental, el aeropuerto deberá cumplir con una distancia considerable a la zona ecológica (Islas Palomino, etc.)
- 2.-el lugar debe poseer profundidades de lecho marino tal que el volumen de material extraído concuerde con el volumen a rellenar:

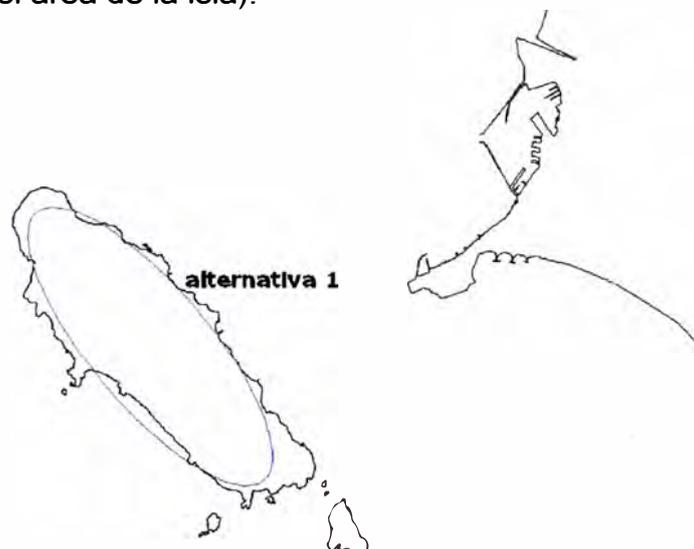
#### 4.52 Microlocalización:

La microlocalización de la construcción del aeropuerto internacional en la Isla San Lorenzo, ha sido considerada en función a la evaluación de diferentes criterios locacionales que han permitido caracterizar cada una de las posibles alternativas presentadas, tomando como base requisitos primordiales:

- 1.-estudio de impacto ambiental, (armonía con el patrimonio histórico, ecológico).
- 2.-profundidades del mar.

Tenemos 5 alternativas probables para la localización en la Isla San Lorenzo:

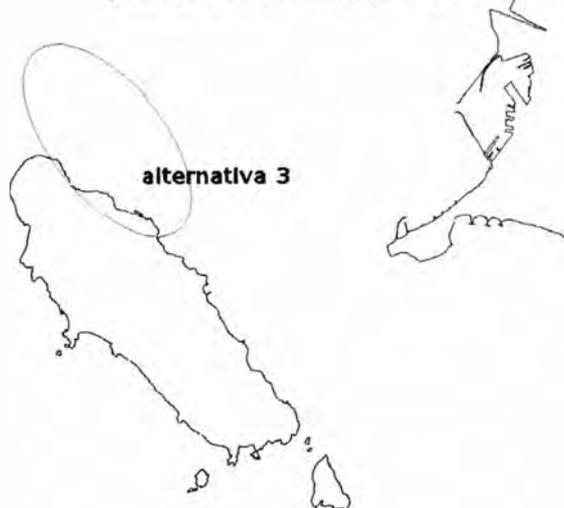
A) Alternativa 1 (dentro del área de la isla):



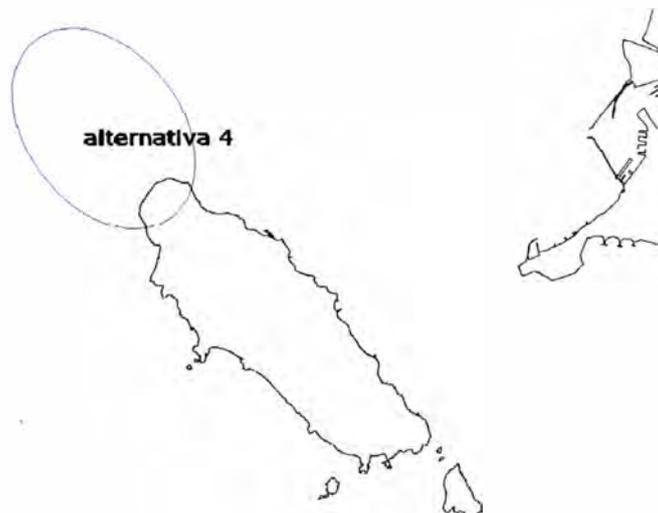
B) Alternativa 2 (isla artificial -margen derecha central o inferior):



C) Alternativa 3 (isla artificial -margen derecha superior):



D) Alternativa 4 (isla artificial -margen superior):



**E) Alternativa 5 (isla artificial -margen izquierda):**

De todas estas alternativas descartamos las alternativas 1,4 y 5 por los siguientes motivos:

**Alternativa 1:**

- Esta alternativa es mal vista y es uno de los principales motivos de por que no se ha tomado en cuenta la Isla San Lorenzo para la construcción del Puerto y /o Aeropuerto, ya que se tiene la falsa idea que es la única, No se puede optar por esta alternativa ya que cualquier parte de esta zona generaría un impacto ambiental muy severo al ecosistema de la isla, al igual que la alternativa 5, por interferir con el hábitat de múltiples especies de animales que constituyen el atractivo turístico y están protegidas por organismos ambientales, y con los restos arqueológicos en la zona sur que también constituyen un patrimonio para el estado y se encuentran protegidos por el Instituto Nacional de Cultura.

**Alternativa 4:**

- Profundidades demasiado elevadas que variarían de 30 – 80 metros, para la creación de una isla artificial se demandaría de volúmenes de tierra sumamente elevados, para lo cual se tendría que cortar gran parte de la isla.
- Interfiere con rutas marítimas establecidas por convenios internacionales. (Ver cartas Hidronav 2234 y 2235)

**Alternativa 5:**

- Cualquier parte de esta zona generaría un impacto ambiental severo, por interferir con el hábitat de múltiples especies de animales que constituyen el atractivo turístico y están protegidas por organismos ambientales. Además existen restos arqueológicos en la zona sur que también constituyen un patrimonio para el estado.
- Profundidades elevadas 20-30 la creación de una isla artificial se demandaría de volúmenes de tierra elevados, para lo cual se tendría que cortar gran parte de la isla.

- El fuerte oleaje en la parte sur y central de dicha zona dificultaría cualquier trabajo de construcción.

En esta investigación se propone la alternativa 2 por los siguientes motivos:

- Profundidad promedio de 11 a 12 metros. La creación de una isla artificial puede rellenarse del material que es cortado para realizar las obras del puerto y el corte para el complejo turístico.
- La distancia considerable a las zonas ecológicas e históricas de la isla San Lorenzo, en esta zona actualmente se encuentra las bases de la marina de Guerra, para la escuela de reclutas y otras dependencias, así como también la playa presidencial, que son reubicables, no se encuentra fauna ni restos arqueológicos, el construir una isla artificial en esta zona no afectara ni el ecosistema ni los restos arqueológicos, como se vera en el capítulo 7.

Analizaremos a continuación el emplazamiento utilizando La Matriz de interrelación.

#### **4.60 Matriz de interrelación:**

##### **Definición y ejemplo:**

La matriz de interrelación es usada en el proceso de la planeación estratégica donde se espera obtener la visión de una organización y el establecimiento (o al menos la propuesta) de los caminos genéricos para lograrla, elementos que entre otros integran el plan estratégico.

El desarrollo de la planeación estratégica y la implantación de las estrategias son funciones de alta dirección, generalmente el numero de estrategias (o en nuestro caso ubicaciones) que se llegan a determinar, por los recursos solicitados (se necesita un aeropuerto) exceden las capacidades de la organización, luego entonces existe la necesidad de determinar cuales estrategias serán las que habrán de llevarse a cabo, en otras palabras priorizar.

El método más usual para establecer prioridades en las estrategias es el de ponderación. Como ejemplo de evaluación ponderada, consideremos la siguiente situación en un proyecto de inversión donde:

se tiene tres alternativas de localización para una planta industrial: a) Santa Clara, b) Chalco, c) Santa Catarina.

Por otro lado, se han determinado como elementos importantes para el proyecto:

- a) Las vías de comunicación existentes.
- b) Los servicios existentes.
- c) El factor humano, y
- d) La cercanía al mercado de distribuidores.

La primera evaluación es otorgarle una calificación a la importancia del elemento por evaluar; en nuestro caso las vías de comunicación y la cercanía al mercado de distribuidores se califican con un factor de diez; los servicios existentes con ocho, y el factor humano con siete. Posteriormente se evalúa la existencia de cada elemento en cada una de las alternativas, valores que al multiplicarlos por su importancia y sumarlos establecen la ponderación total.

Elemento	Importancia	Localización Santa Clara	Localización Chalco	Localización Santa Catarina
Vías de comunicación	10	7 (7x10=70)	8 (8x10=80)	9 (9x10=90)
Servicios existentes	8	10 (10x8=80)	10 (10x8=80)	10 (10x8=80)
Factor humano	7	5 (5x7=35)	7 (7x7=49)	5 (5x7=35)
Cercanía al mercado	10	7 (7x10=70)	8 (8x10=80)	9 (9x10=90)
Sumatoria		255	289	295 *

**Cuadro 4.8 Ejemplo de matriz de interrelación para la ubicación de una planta industrial**

A partir de los valores ponderados, podemos concluir que la mejor localización la representa Santa Catarina; observamos que esta forma de tomar decisiones es por un análisis, en un sentido de las opciones existentes.

Si quisiéramos relacionar el resultado obtenido con otras variables, como pudiera ser el riesgo, tendríamos que llevar a cabo un análisis diferente con las nuevas variables consideradas

#### **4.61 Aplicación de la matriz de interrelación para el análisis de ubicación del aeropuerto en proyecto:**

**\*Para la macrolocalización:**

Consideramos las alternativas antes presentadas:

- A: Pampa La Salina
- B: Pampa de Lurin
- C: Tablada de Lurin
- D: Isla San Lorenzo

MATRIZ DE INTERRELACION PARA LA MACROLOCALIZACION						
peso	Nº		A	B	C	D
3	1	Espacio Aereo/ Superficie Limitadora de Obstaculos	7	4	4	9
9.5	2	Aproximacion Libre de Obstaculos	7	4	4	8
9.5	3	Visibilidad	6	5	3	9
5	4	Posibilidad de Accesos Viales	4	2	4	9
4	5	Proximidad a las principales zonas de Lima	3	3	3	9
3.5	6	Caracteristicas topograficas	6	4	6	10
3.5	7	Compatibilidad de uso de terreno / zonificacion	3	5	5	6
1	8	Estabilidad del terreno para construccion	2	7	7	10
1	9	Bajo costo del terreno	5	4	3	2
1	10	Posibilidad de Electricidad, Agua, Desague.	6	6	6	8
6.5	11	Posibilidad de Luces de aproximacion y ayudas	4	4	4	10
9	12	Ausencia de Neblina o Nubes bajas	4	4	4	3
9.5	13	Ausencia de Pajaros	7	6	5	5
8.5	14	Ausencia de Turbulencia Atmosferica	6	6	6	6
8	15	Ausencia de Fuerte precipitacion pluvial	8	8	8	8
			464.5	402	389.5	600

**\* Para la microlocalización:**

Consideramos las alternativas antes presentadas:

**A:** dentro del área de la isla

**B:** isla artificial -margen derecha central o inferior

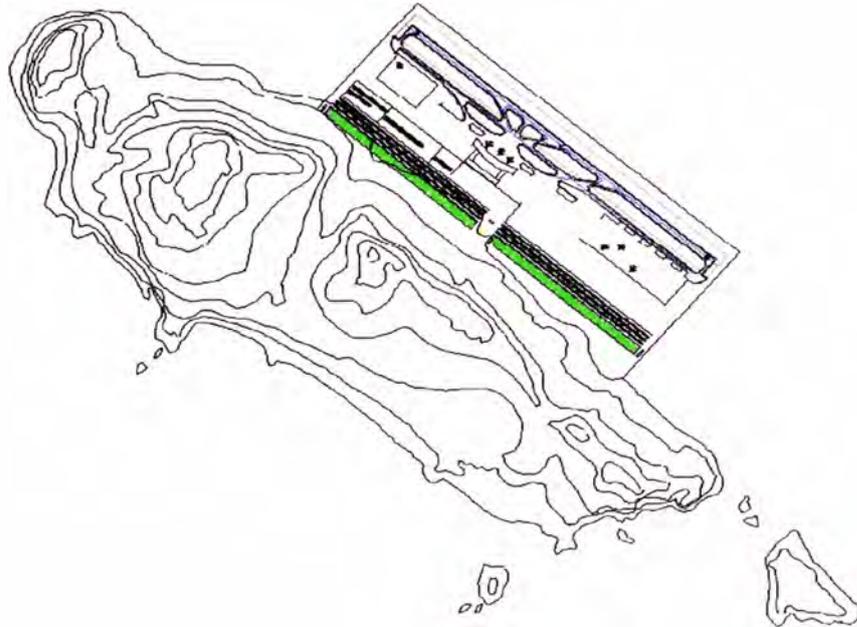
**C:** isla artificial -margen derecha superior

**D:** isla artificial -margen superior

**E:** isla artificial -margen izquierda

MATRIZ DE INTERRELACION PARA LA MICROLOCALIZACION							
peso	Nº		A	B	C	D	E
8	1	Operatividad	*	8	8	2	3
7	2	Menor Impacto ambiental	1	9	7	5	1
6	3	Menor riesgo de aves	1	7	6	5	1
5	4	Menor profundidad promedio del mar *	*	9	7	2	5
4	5	Tranquilidad del mar en la zona	*	7	8	9	3
			*	242	216	127	74

En vista de estos análisis se concluye que la mejor propuesta para la ubicación del aeropuerto será en la Isla San Lorenzo, margen central oriental, tal como se muestra en la siguiente figura



**Figura 4.13 Ubicación del aeropuerto en la isla San Lorenzo**

## Capítulo V

### V) PLAN MAESTRO

#### 5.00 Características del aeropuerto en proyecto (corto, mediano y largo plazo):

A continuación se mencionan las perspectivas a futuro al corto, mediano y largo plazo:

**5.01 En el corto plazo:** convertirse en uno de los mejores aeropuertos de Sudamérica dando un ejemplo a nuestros países vecinos de utilización de la ingeniería en su más alto nivel para soluciones creativas atendiendo al tráfico previsto en los próximos 10 años. Que si bien no es muy grande, estará cumpliendo eficazmente sin ningún tipo de problema ambiental, estará preparado para cuando aumente dicho tráfico.

**5.02 En el mediano plazo:** conforme aumente el tráfico de pasajeros y carga, se habilitara la segunda pista de aterrizaje y la modernización del complejo turístico.

**5.03 En el largo plazo:** Este aeropuerto puede desarrollar su infraestructura y contar con la más alta tecnología, la adecuación según la modernización de la industria aeronáutica y las innovaciones que ella pueda traer, trabajando juntamente con el moderno megapuerto contribuyendo al desarrollo económico del país y puede entonces considerarse la posibilidad de trasladar las operaciones del aeropuerto Jorge Chávez a San Lorenzo para llegar a cubrir tanto la demanda nacional, como la internacional, dejando el espacio actual del aeropuerto Jorge Chávez para cubrir otros fines de acuerdo con el desarrollo urbano de Lima y Callao

#### 5.10 Concepto criterios de desarrollo:

#### 5.11 Criterios generales:

Para el desarrollo del Plan Maestro se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

##### a.- Aspectos geográficos:

##### - Localización:

El emplazamiento ha sido elegido por contar con un terreno disponible que cuenta con las condiciones propicias como encontrarse dentro del radio de los 100 kilómetros al centro de la ciudad y tiempo aproximado de traslado de y hacia el Aeropuerto menor a cualquier otra opción, y a su vez estar fuera de la gran urbe. Tal como fue explicado detalladamente en el capítulo 4

##### - Clima:

El diseño, las dimensiones, orientación y ubicación de cada uno de los elementos que conforman el aeropuerto, al igual que toda la construcción, están condicionadas al clima del lugar en que habrán de edificar. Se presentaron los datos meteorológicos en el capítulo 4 en los cuales podemos observar la casi nula presencia de precipitación pluvial, en caso de determinarse un problema de neblina esto es fácilmente solucionable con la utilización de sistemas para aproximaciones de precisión categoría III.

##### - Orografía:

La orografía tal como se observo en los estudios topográficos se encuentra a distancia considerable de los conos de aproximación y ascenso en el despegue (ver planos Plan Maestro), como se puede observar en estos planos la orografía no constituye inconveniente, excepto de que los estudios definitivos proyecten la pista en dirección paralela al aeropuerto Jorge Chávez, tendría que reducirse la altura de la Isla El Frontón.

**- Uso del suelo:**

La extensión de un aeropuerto en cuanto a usos de terrenos se refiere, depende en gran parte de la cantidad de área disponible para su construcción y el tipo de usos de suelo de los alrededores, la incompatibilidad del aeropuerto con sus vecinos proviene principalmente de las objeciones de la gente ante el ruido de las aeronaves, como es el caso del aeropuerto Jorge Chávez por lo tanto el plan de utilización del terreno debe tener en cuenta el terreno adyacente al aeropuerto que de preferencia no debe tener zonificación urbana es por ello que en la mayoría de países se construye los aeropuertos en zonas fuera de la ciudad.

En el caso proyectado de la isla San Lorenzo el uso de suelo es libre, sin restricciones urbanas, solamente ambientales de bajo impacto, como se explicó en el capítulo 4, existe una gran posibilidad de ampliación en el área propuesta ya que se trataría de suelo nuevo creado del relleno de un área para la isla artificial este puede extenderse dependiendo de las exigencias de la futura demanda de tráfico aéreo.

Por lo tanto la zona es propicia para la ejecución de este proyecto aeroportuario ya que se cuenta para su ubicación de una gran extensión tanto física como espacial.

**b.- Aspectos demográficos:**

La ciudad de Lima crece a ritmo exponencial siendo la quinta ciudad de Latinoamérica más poblada cuyo crecimiento económico positivo requiere de un servicio aeroportuario eficiente y confortable que no contamine ni que ponga en riesgo áreas urbanas como es el caso del actual aeropuerto de Lima.

**c.- Aspectos económicos:** ver sección 3.121

**d.- Infraestructura de transporte:** La isla San Lorenzo se encuentra a solo 4 kilómetros aproximadamente del Callao, actualmente no existe un sistema vial que comunique a Lima con La Isla San Lorenzo, solamente se puede llegar a ella mediante embarcaciones, sin embargo el ejemplo dado por muchos países de cómo crean infraestructura de transporte para conectar islas con la ciudad nos hace pensar que es viable conectar mediante un túnel la isla con la ciudad. (ver sección 6.9)

**5.12 Requerimientos de la zona libre de obstáculos:****5.121 Punto de referencia del aeropuerto:**

Es un punto determinado dentro del aeropuerto desde el cual se miden las distancias relativas a la limitación del espacio aéreo. Asimismo la situación geográfica del punto designa al aeródromo.

**5.122 Concepto aeronáutico de obstáculo u obstrucción:** es todo objeto fijo natural o artificial, (ya sea temporal o permanente) o móvil, o partes del mismo que este 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. Sobresale por encima de las superficies que se de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo.

**5.2 Calculo de las Superficies limitadoras de obstáculos- marco teórico:****Base legal:**

- \* Ley de Aeronáutica Civil del Perú N° 27261 y su reglamento.
- \* Anexo 14 Aeródromos.
- \* Manual de Servicios de Aeropuertos- Parte 6 – Limitación de Obstáculos.

### 5.21- Orientación de la pista:

La Orientación de la actual pista de aterrizaje del aeropuerto internacional Jorge Chávez, es de  $150^{\circ}/330^{\circ}$  por ello los números designadores de los umbrales son: **15/33**, pero teniendo en cuenta que el Aeropuerto de la Isla San Lorenzo tiene otro registro de vientos que de acuerdo al calculo teórico se obtuvo la orientación  $130^{\circ}/310^{\circ}$  utilizaremos esta orientación pudiendo esta variar en el estudio definitivo en un rango que podría llegar a ser paralelo a la actual, los números designadores resultarán ser:

Actual	(Aeropuerto Jorge Chávez )	15/33
Proyectada	(Aeropuerto en la Isla San Lorenzo)	13/31

### 5.22- Longitud de pista:

La actual pista de aterrizaje del Aeropuerto Jorge Chávez tiene una longitud de 3,505 m. x 45 m. de ancho, se propone proyectar en la isla San Lorenzo una pista de 3850 m x 60 m. En una orientación  $130^{\circ}/310^{\circ}$

### 5.23.- Superficie limitadora de obstáculos:

Se entiende por Superficie Limitadora de Obstáculos o Superficie de Franqueamiento al espacio aéreo que se debería mantener en condiciones ideales libre de impedimentos con el fin de reducir al mínimo los peligros que para las aeronaves representan dichos obstáculos, ya sea al hacer una aproximación completamente visual o el tramo visual de una aproximación por instrumentos.

Con la finalidad de realizar una verificación detallada de los accidentes naturales que pudieran atravesar las superficies limitadoras de obstáculos, se han empleado las cartas geográficas nacionales a una escala de 1/100,000 descritas a continuación:

25J - lima, 25J - Lurin, 24J – Chancay y 24J - Chosica, obtenidas en el IGN, las cuales han permitido la elaboración del plano de las Superficies limitadoras de Obstáculos, en donde se han podido graficar las siguientes superficies.

- 5.231 Superficie Horizontal Externa.
- 5.232 Superficie Horizontal Interna.
- 5.233 Superficie Cónica.
- 5.234 Superficie de Aproximación y / o Despegue.
- 5.235 Superficie de Aproximación Interna.
- 5.236 Superficie de Transición.
- 5.237 Superficie de Transición Interna.
- 5.238 Superficie de Aterrizaje Interrumpido.
- 5.239 Superficie de Ascenso en el despegue.

Cabe resaltar que el presente Estudio considera un aeropuerto con una **Clave 4** y para operaciones de aproximación por instrumentos **Categoría III**, siendo estas condiciones las que definen la forma y dimensiones de las superficies limitadoras de obstáculos.

Así mismo se puede mencionar que se ha asumido que la elevación del umbral de la pista de aterrizaje proyectada es de 6 m.s.n.m (cota de isla artificial)

#### 5.231 Superficie horizontal externa:

Según la experiencia de algunos estados la construcción de estructuras de gran altura en la vecindad de los aeropuertos más allá de las áreas actualmente reconocidas por el Anexo 14 como áreas en las que puede ser necesario restringir las nuevas

construcciones, pueden originar grave problemas para las operaciones en ese sentido como especificación de carácter general para la superficie horizontal externa como las estructuras elevadas pueden considerarse de posible importancia si su altura es mayor de 30 m. por encima del nivel del terreno donde estén situadas y también mayores de 150 m. por encima de la elevación del aeropuerto, estando situadas dentro de un radio de 15 Km. A partir del centro del aeropuerto cuando el número de clave de la pista sea 3 ó 4. Este problema grave que se presenta en el aeropuerto Jorge Chávez no sería tan significativo en el aeropuerto en proyecto de la isla San Lorenzo.

### 5.232 Superficie horizontal interna:

La finalidad de la superficie horizontal interna es proteger el espacio aéreo para el circuito visual dentro del cual la aeronave deba volar antes de aterrizar, posiblemente después de descender a través de las nubes sobre una instalación alineada con una pista distinta de la utilizada para el aterrizaje.

La altura de la superficie horizontal interna se medirá por encima del punto de referencia para la elevación que se fije con este fin.

Cuando hay diferencias notables de elevación entre los extremos de las pistas (del orden de 6 m o más), sería conveniente que la elevación de la superficie horizontal interna estuviera a 45 m por encima de la elevación del punto de referencia más bajo, para que así el margen de seguridad fuese mayor.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 obtiene los siguientes datos:

**Altura = 45m** (respecto al punto de referencia del aeródromo)

**Radio = 4000m** (El radio tiene su origen en el centro geométrico de la pista para el tipo circular, o centro en los umbrales para el tipo compleja).

### 5.233 Superficie cónica:

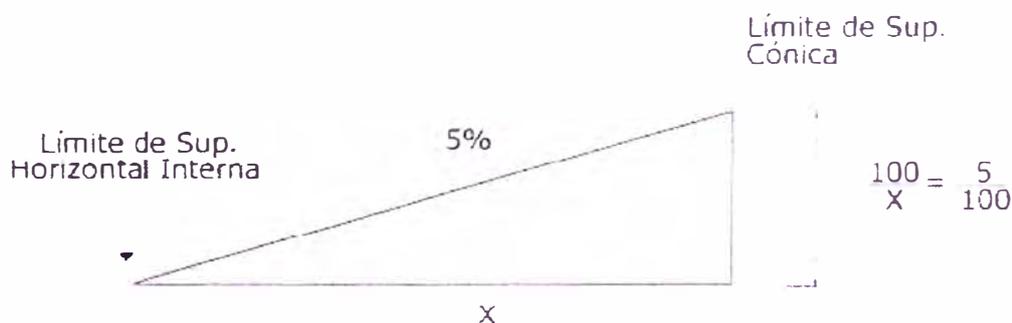
Una superficie de pendiente ascendente y hacia fuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna.

La pendiente de la superficie cónica se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna correspondiente.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 obtiene los siguientes datos:

Altura = 100m.

Pendiente = 5%



Por lo tanto:

**Altura:** ,  $45 + 100 = 145m$ . (respecto al punto de referencia del aeródromo).

Pendiente: 5%

La zona de la Superficie Cónica esta comprendida entre los 4,000m. y 6,000m. de radio.

**Radio** =  $4000 + 2000 = 6000m$  (el radio tiene su origen en el centro geométrico de la pista).

### 5.234 Superficie de aproximación:

Esta superficie define la parte del espacio aéreo que debería mantenerse libre de obstáculos para proteger a los aviones durante la fase final de la maniobra de aproximación para el aterrizaje. Sus pendientes y dimensiones variarán dependiendo de la clave de referencia del aeródromo y de si la pista se utiliza para aproximaciones visuales, de precisión o que no son de precisión.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo14 obtenemos los siguientes datos:

Longitud del borde Interior: 300m

Distancias desde el umbral: 60m

Divergencia (a cada lado): 15%

#### Primera Sección:

Longitud 3000m

Pendiente 2.0%

#### Segunda Sección:

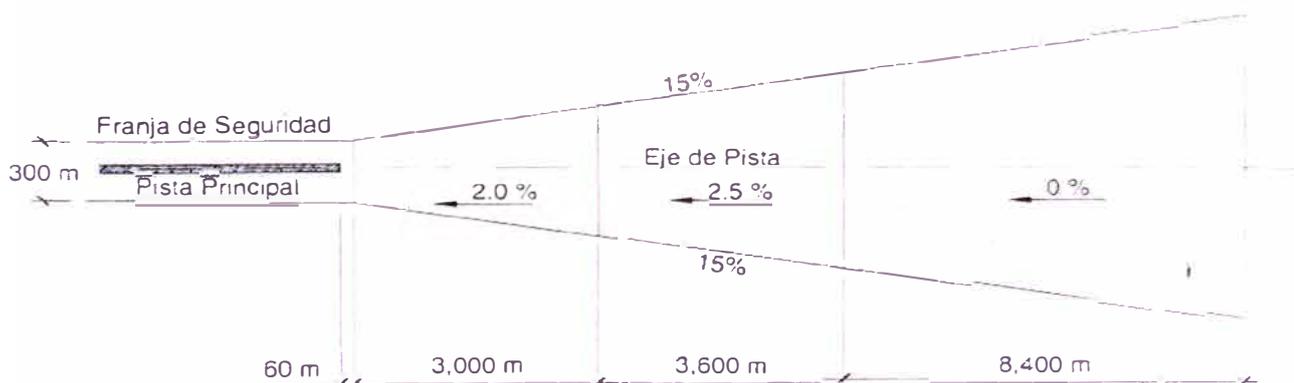
Longitud 3600m

Pendiente 2.5%

#### Sección Horizontal:

Longitud 8400m

Pendiente 0%

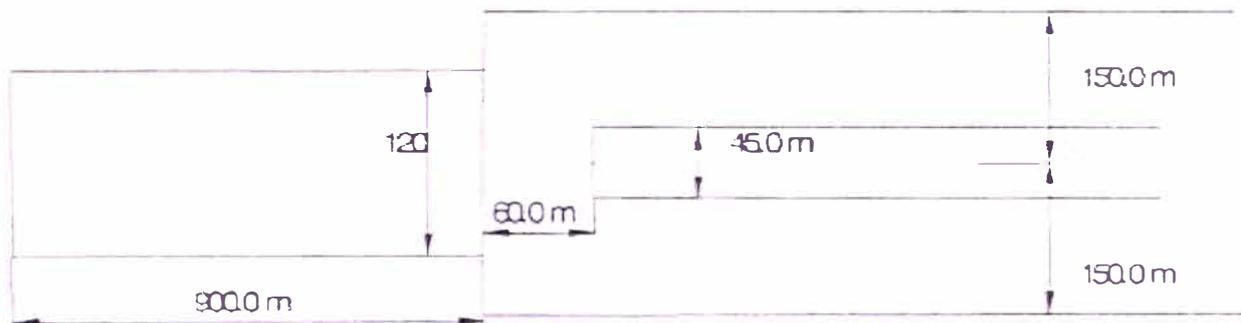


**5.235 Superficie de aproximación interna:**

Es la porción rectangular de la superficie de aproximación inmediatamente anterior al umbral.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 se obtiene los siguientes datos:

Anchura	:	120 m.
Distancia desde el umbral	:	60m.
Longitud	:	900m.
Pendiente	:	2%

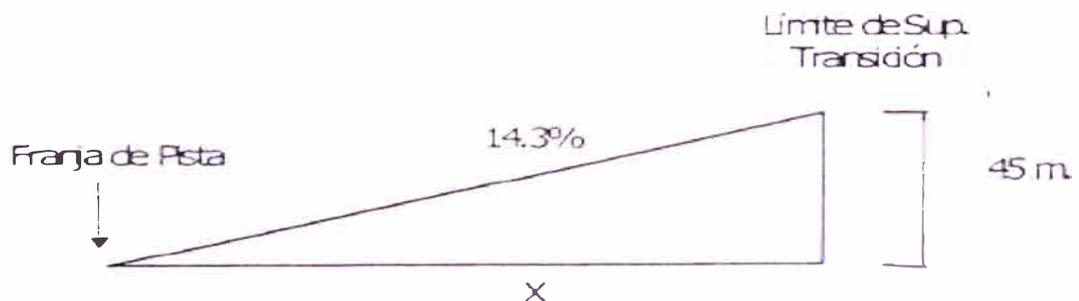
**5.236 Superficie de transición:**

Esta superficie define la parte del espacio aéreo que debería mantenerse libre de obstáculos para proteger a los aviones durante la fase final de la maniobra de aproximación para el aterrizaje. Sus pendientes y dimensiones variarán dependiendo de la clave de referencia del aeródromo y de si la pista se utiliza para aproximaciones de precisión categoría II.

Esta superficie se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia fuera hasta la superficie horizontal interna.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 se obtiene los siguientes datos:

Pendiente de superficie de transición = 14.3%



$$X = 315 \text{ m.}$$

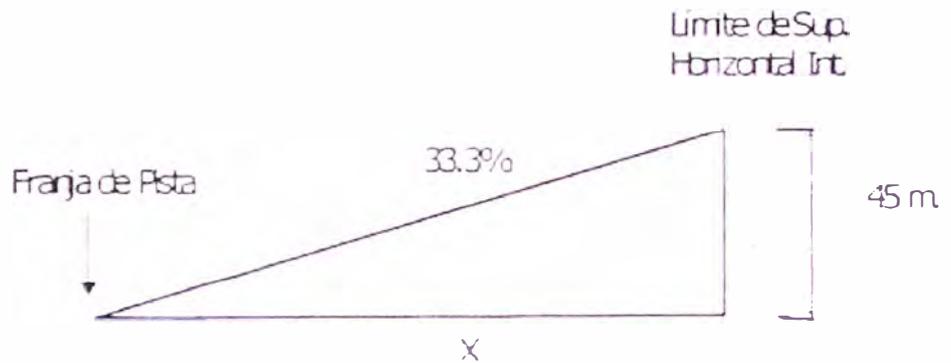
**5.237 Superficie de transición interna:**

La finalidad de la superficie de transición interna es servir de superficie Limitadora de obstáculos para las ayudas a la navegación, las aeronaves y otros vehículos que deban hallarse en las proximidades de la pista. De esta superficie sólo deben sobresalir los objetos frangibles.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 se obtiene los siguientes datos:

Pendiente de superficie de transición = 33.3%

**X = 135 m.**

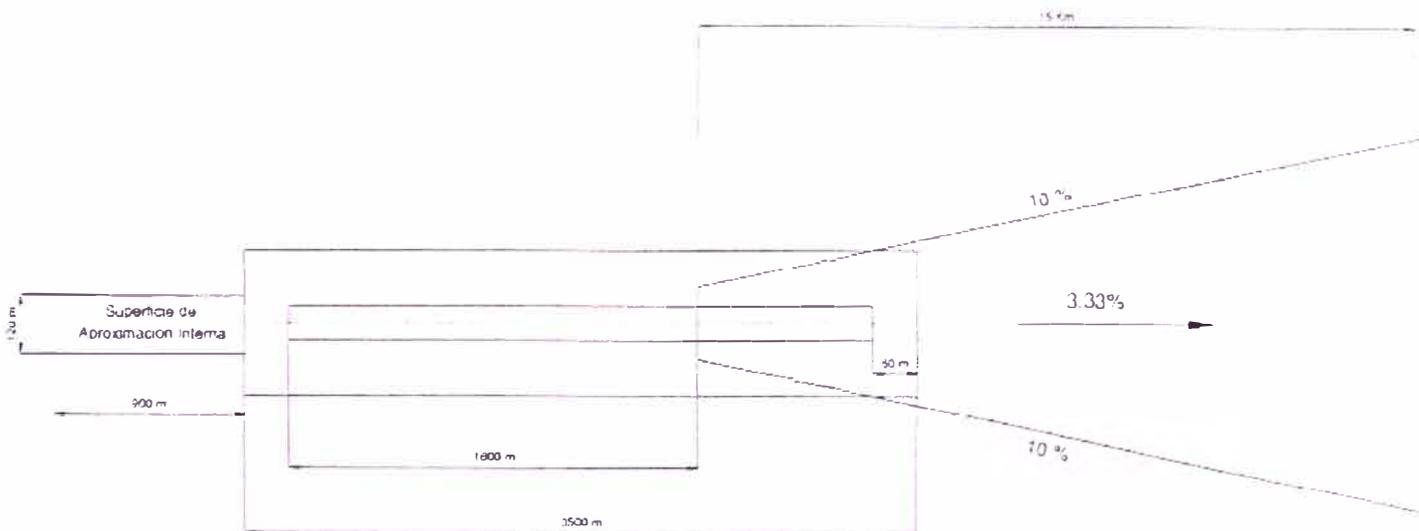


**5.238 Superficie de aterrizaje interrumpido:**

Se conoce como un plano inclinado que se encuentra ubicado a una distancia especificada después del umbral y se extiende entre las superficies de transición interna.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 obtenemos los siguientes datos:

- Longitud de borde interior. 120m.



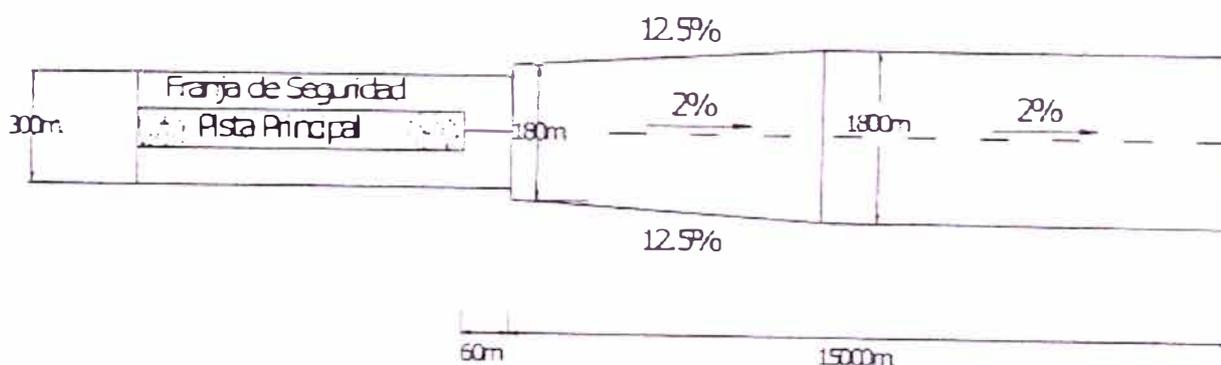
Distancia	1,800m.
Desde el umbral	
Divergencia( a cada lado )	10%
Pendiente	3.33%

### 5.239 Superficie de ascenso en el despegue:

Esta superficie proporciona protección para las aeronaves durante el despegue, indicando qué obstáculos deberían eliminarse, si ello es posible, y señalarse o iluminarse si la eliminación es imposible. Las dimensiones y pendientes también varían dependiendo de la clave de referencia del aeródromo.

De acuerdo a la **Tabla 4-1** del Anexo 14 obtenemos los siguientes datos:

Longitud de borde interior	180 m.
Distancia desde el extremo de la pista	60 m.
Divergencia ( a cada lado )	12.5%
Anchura Final	1800m.
Longitud	15000m.
Pendiente	2%



De lo cual obtenemos los planos de la superficie limitadora de obstáculos (ver plano Plan maestro)

### 5.24 Requisitos y reconocimiento de obstáculos:

Los requisitos relativos a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función a la utilización prevista de la pista (despegue o aterrizaje y tipo de aproximación) y se han de aplicar cuando la pista se utilice de este modo, en el caso de que se realicen operaciones en las dos direcciones de la pista, existe la posibilidad de que ciertas superficies no sean tomadas en cuenta debido a los requisitos más rigurosos a que se ajustan otras superficies más bajas, así mismo en el caso del Aeropuerto en La Isla San Lorenzo se tendrá presente que para futuras construcciones llámese: pozos, chimeneas, antenas, etc. la regulación de sus elevaciones abarcaría a un número insignificante al estar fuera de la ciudad, por lo tanto estas no infringirán a las superficies limitadoras de obstáculos desarrolladas en el presente estudio.

\*Se recomienda por cuestiones de previsión de todas maneras desarrollar un programa de supervisión el cual evalúe y controle periódicamente los nuevos obstáculos que fueran colocados en el área comprendida (zona de Mar, Complejo turístico, Puerto) en el presente estudio de superficie limitadora de obstáculos, con el fin de mantener libre el espacio destinado a las operaciones aéreas.

Se anexa en esta tesis los planos de las superficies limitadoras de obstáculos.

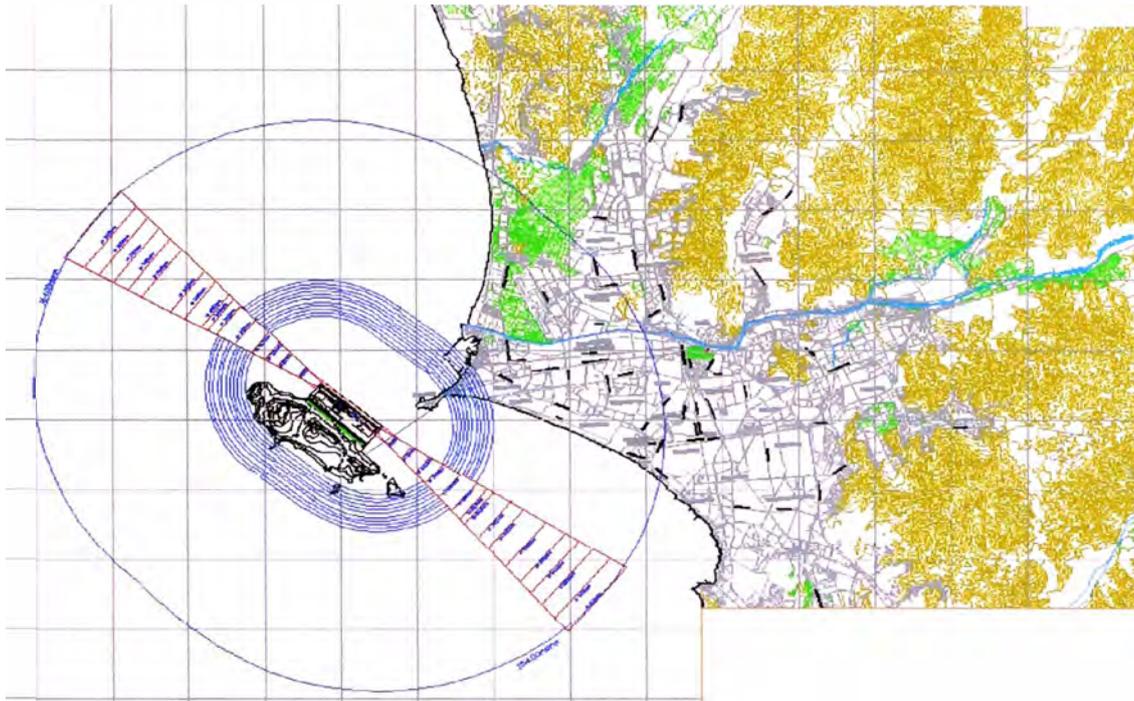


Figura 5.1 Plano de las superficie limitadora de obstáculos considerando la dirección teórica calculada en la dirección 13/31

Es importante aclarar que existe la posibilidad al realizar el estudio definitivo la dirección de la pista resulte similarmente paralela al AIJCH, en caso se diera este caso se tendría como obstáculo la Isla El Frontón, en cuyo caso se tendría que realizar un procedimiento de corte para disminuir su altura que actualmente es de 148 metros, ver la siguiente figura:

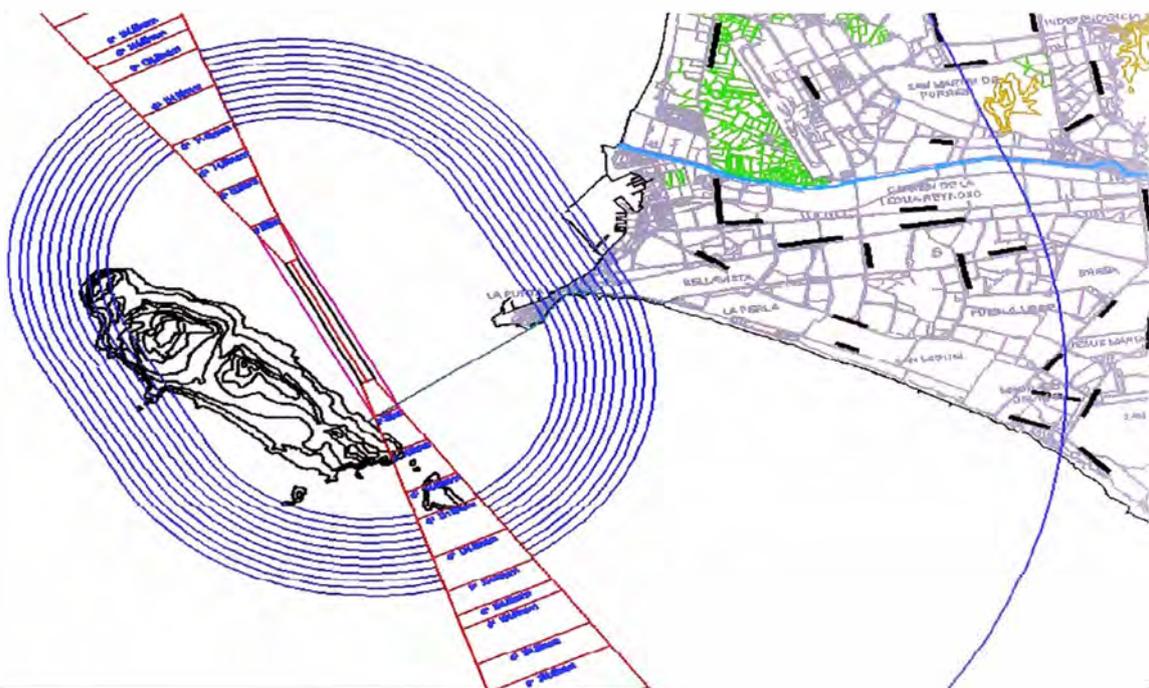


Figura 5.2 Dirección paralela al aeropuerto Jorge Chávez

### 5.30 Criterios de desarrollo-flexibilidad:

El desarrollo y la flexibilidad estará dada por como preveamos el desarrollo por etapas esto se lleva a cabo con la finalidad de optimizar los recursos, en muchos países se construye por etapas como vemos en los ejemplo del aeropuerto de Beijing (China) y Brasilia (Brasil) en los cuales podemos observar que se deja un espacio destinado para la construcción de un futuro de su segunda pista de aterrizaje:



**Foto 5.1 Aeropuerto de Beijing (China) se ha dejado espacio (zona derecha) para la construcción en su siguiente etapa de otra pista de aterrizaje**



**Foto 5.2 Aeropuerto de Brasilia (Brasil) se a dejado espacio (Zona inferior) para la construcción en su siguiente etapa de otra pista de aterrizaje**

En el caso del AIJCH el desarrollo se encuentra sujeto a una problemática la cual hace que no exista una armonía con el entorno. Cuyos principales problemas son del tipo técnico y ambiental.

El plan maestro para la ampliación del AIJCH considera la siguiente configuración de la superficie limitadora de obstáculos para la cual se deben demoler una serie de obstáculos artificiales ya construidos, además de señalizarse y hacer un seguimiento e identificación de las nuevas construcciones (antenas, torres, tanques de agua, etc.) para que no superen a las superficies limitadoras de obstáculos y así garantizar la seguridad a las operaciones aéreas.



Figura 5.3 Superficie limitadora de obstáculos del sistema de dos pistas comprendidas en el plan maestro del AIJCH, se observa el gran porcentaje de área urbana comprendida dentro de estas superficies.

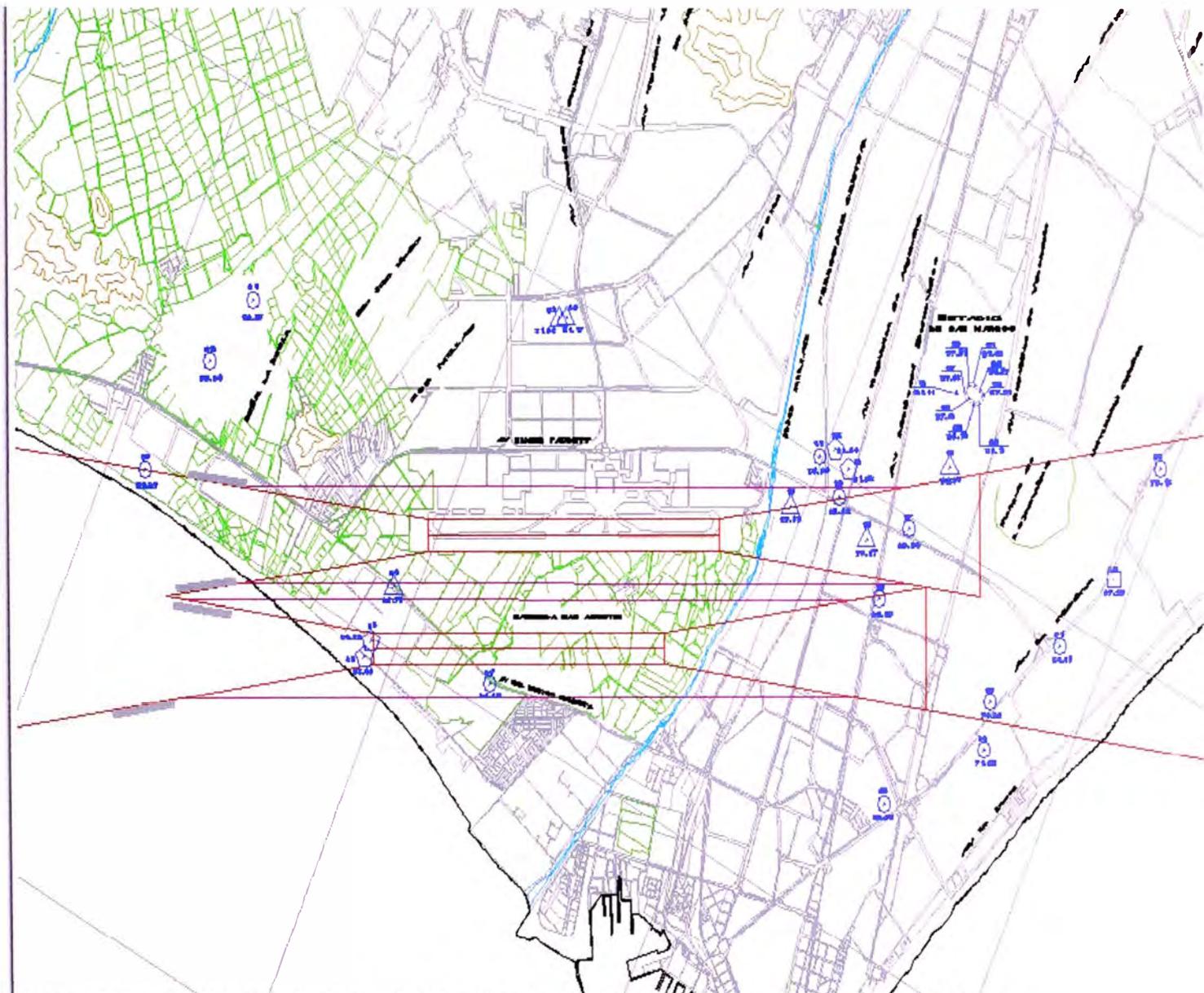


Figura 5.4 Se adjunta el plano de obstáculos artificiales identificados en el plan maestro para el desarrollo del AIJCH, ver señales azules, muchos de ellos según se especifica tienen que demolerse y/o cambiarse generándose una serie de inconvenientes sociales.

### 5.40 Supuesto plan desarrollo por etapas del Aeropuerto internacional Jorge Chávez:

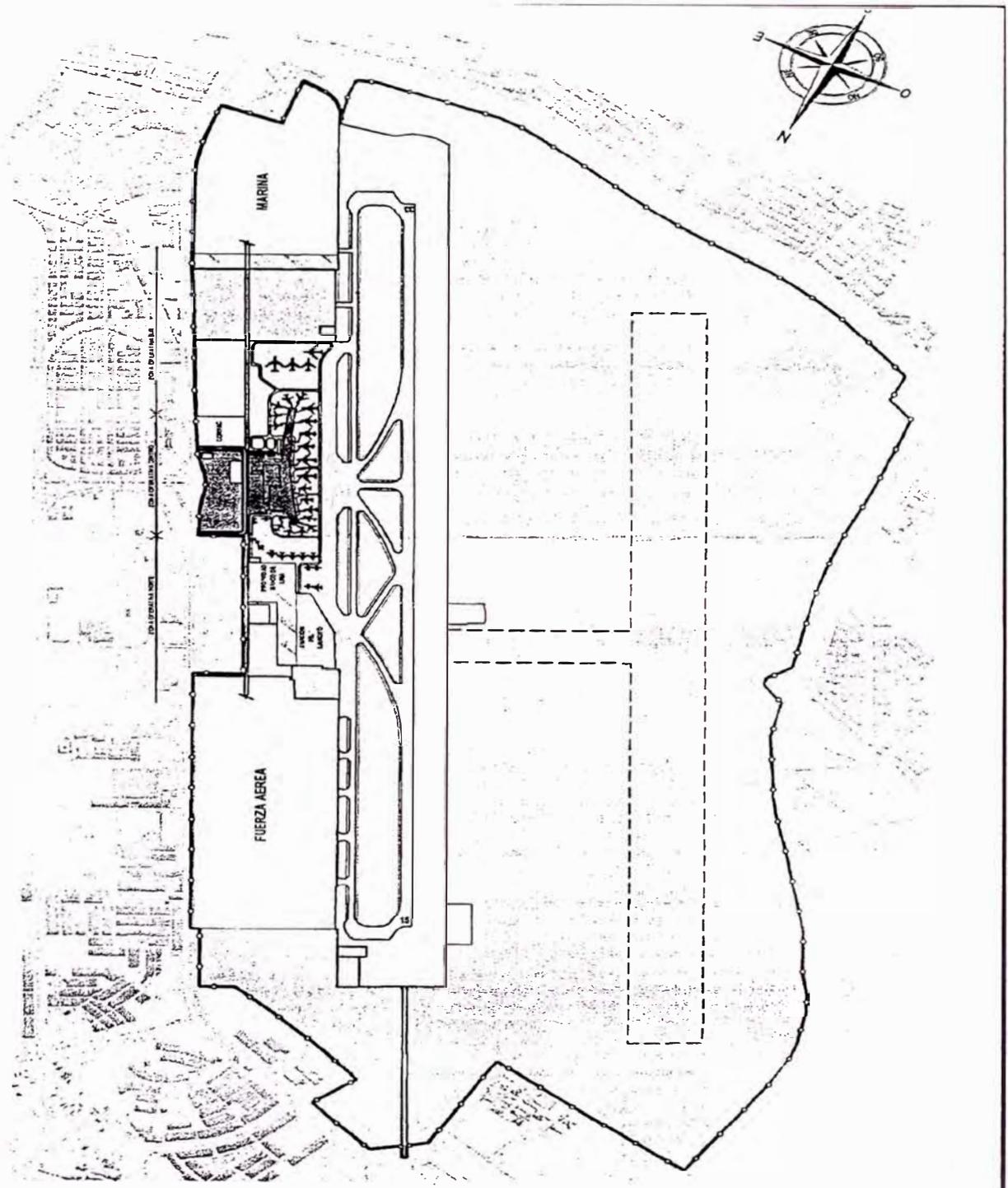
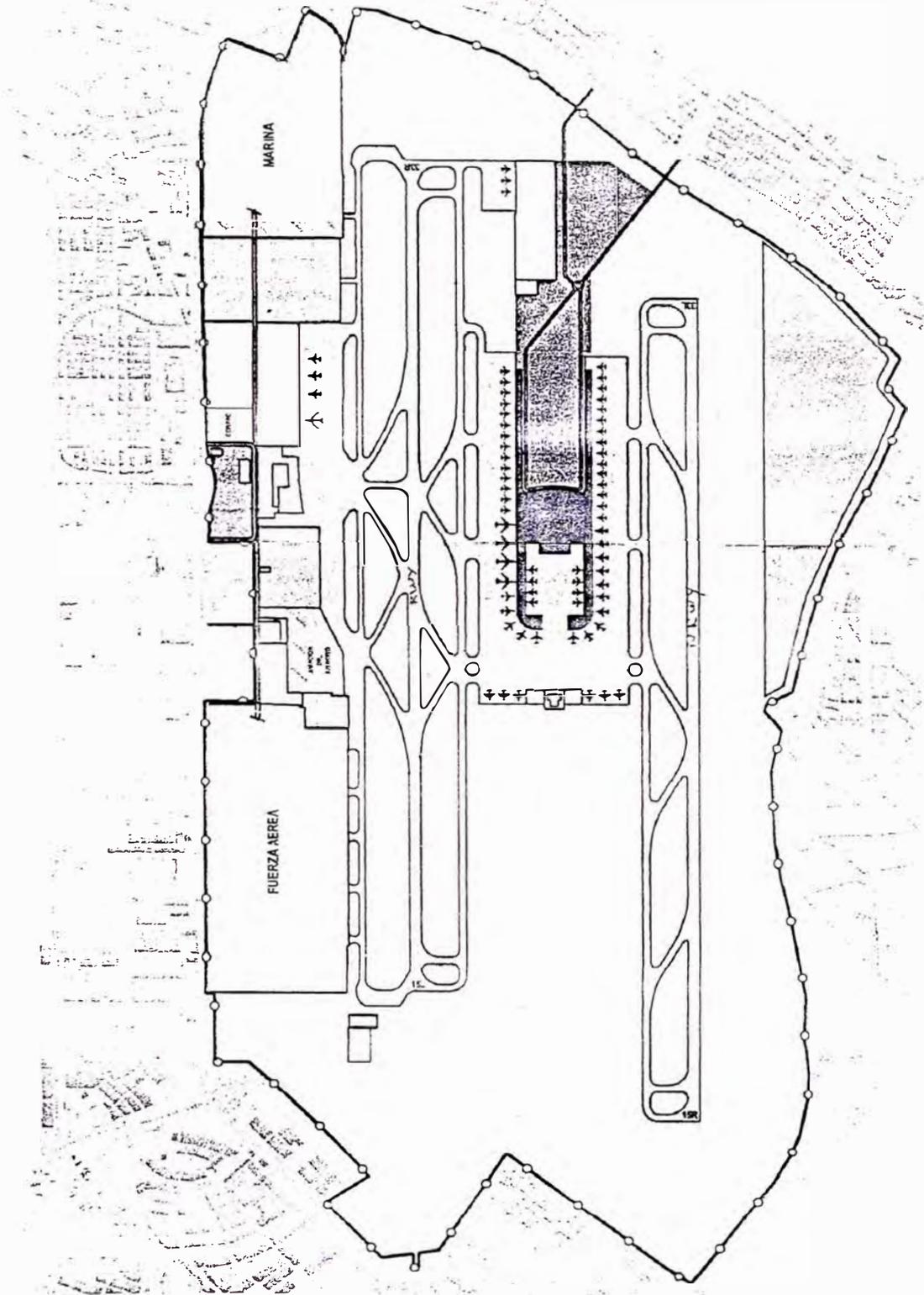


Figura 5.5 Supuesto plan conceptual de desarrollo del Aeropuerto Jorge Chávez al 2008, tomando el área expropiada y los diseños, sin embargo esto sería el comienzo de los problemas anteriormente expuestos



**Figura 5.6** Supuesto plan conceptual de desarrollo del Aeropuerto Jorge Chávez al 2030

### 5.50 Desarrollo del aeropuerto de la Isla San Lorenzo:

De acuerdo al proceso metodológico de planificación aeroportuaria, una vez obtenidos los pronósticos de actividad aérea, es posible plantear la estrategia de desarrollo del aeropuerto, cuyo objetivo primordial es definir el uso racional del espacio, tomando en consideración el medio ambiente, tanto en sus condiciones bióticas como abióticas, conjugando las necesidades de la demanda con las posibilidades de ampliación, buscando el equilibrio del sistema aeroportuario con su entorno y con cada una de las instalaciones que conforman su infraestructura.

Estas consideraciones llevaron a la proponer a la isla San Lorenzo como alternativa de ubicación. Y una vez analizada la demanda – capacidad de los elementos que componen el aeropuerto se determinaron las etapas en las que consistiría su desarrollo hasta su máximo desarrollo, dicha estructura será clasificada para su análisis en tres grandes zonas; aeronáutica, terminal e instalaciones de apoyo a las operaciones.

### 5.51 Primera etapa:

La construcción de la primera etapa del Aeropuerto Internacional de la isla San Lorenzo estará constituida por:

**Zona Aeronáutica:** una pista de 3850m de largo por 60m de ancho cuya designación es 13/31, cuyos márgenes laterales son de 10m a cada lado del eje de la pista. Diseñado para recibir aviones del tipo B 747-800 y Airbus A380, la pista estaría a una altura de 6 m.s.n.m.

La configuración tanto de la pista como de las calles de rodaje se propone en esta tesis de similares características a las de aeropuerto Jorge Chávez.

**Zona Terminal:** Esta zona será la más conocida y de gran importancia ya que es el punto donde se lleva a cabo el transporte aéreo a terrestre y viceversa. Esta zona estará comprendida por la aviación comercial y aviación privada, con capacidad para posiciones simultáneas de aviones del tipo B 747-800 y Airbus A380.

En cuanto al edificio terminal se puede decir que es el elemento más importante para el pasajero en su estancia por el aeropuerto, ya que en él realiza sus trámites de documentación, revisión de seguridad, de espera, reclamo de equipaje y bienvenida. El acceso al edificio estará enmarcado por una gran área verde que comunicará al pasajero con el vestíbulo de documentación y mostradores.

El edificio para los fines teóricos de esta tesis tendrá similares características del edificio terminal del AIJCH, será pues en los estudios definitivos donde se pueda variar la arquitectura más acorde a un proyecto de esta envergadura.

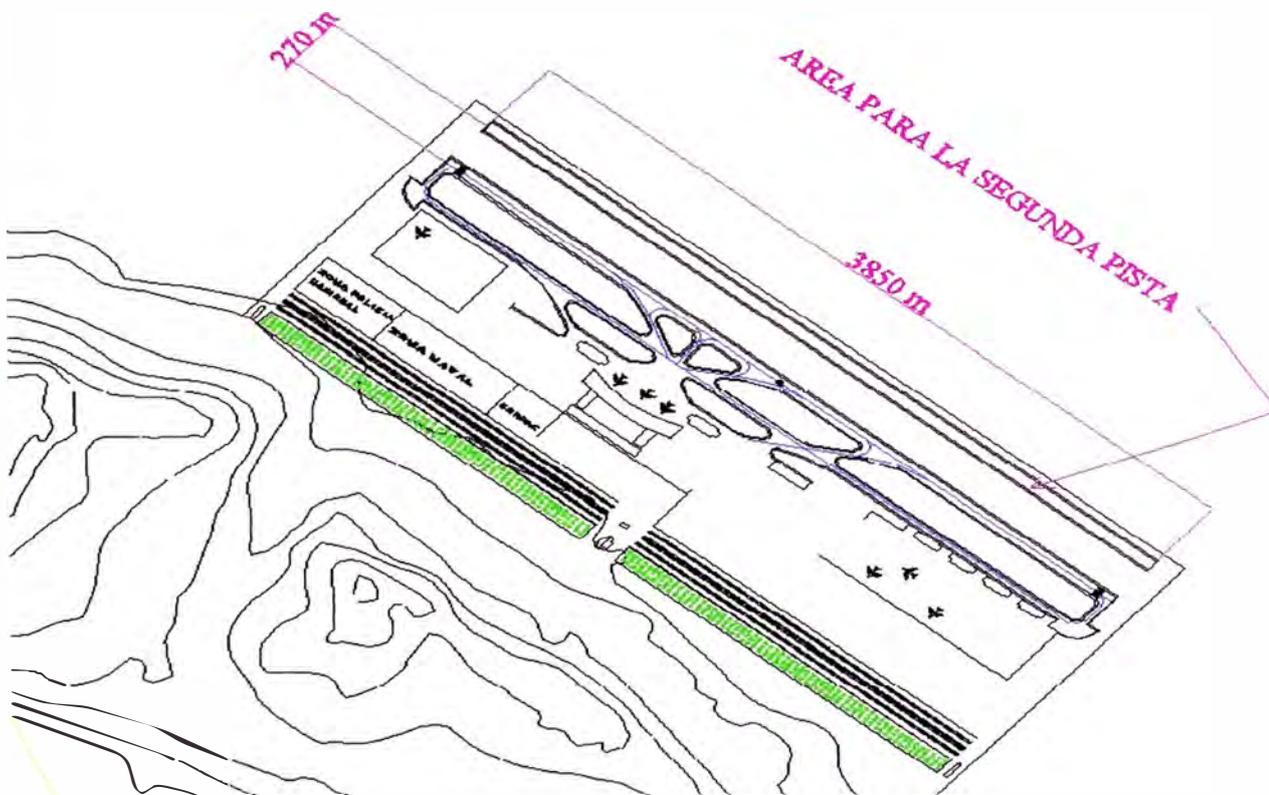
En cuanto a las instalaciones de apoyo tendremos básicamente: se dispondría de una torre de control y edificios anexos, para el auxilio en caso de siniestros se dispondría de cuerpo de rescate y extinción de incendios.

Además se dispondrá de ayudas a la navegación aérea.

Se dejará un espacio disponible para la construcción de una segunda pista de aterrizaje en cuanto la demanda aumente.

**5.52 Segunda etapa:** cuando las operaciones sean mayores a 45 o a 60 por hora, o en su defecto de más de 150,000 movimientos de aeronaves por año por se podrá considerar la construcción de una segunda pista de aterrizaje en el espacio que fue previsto y los acondicionamientos a la zona aeronáutica y terminal si así los estudios lo consideren necesario. A su vez se podrá pensar en ampliar el complejo turístico.

**5.53 Máximo desarrollo:** además de las etapas que se han planteado derivadas del análisis de la demanda es necesario considerar que la vida útil del aeropuerto no termina ahí, por esta razón y con el fin de optimizar la utilización de las instalaciones se propone un máximo desarrollo del complejo aeroportuario, para lo cual se ha prevee que este aeropuerto puede desarrollar su infraestructura y contar con la mas alta tecnología, la adecuación según la modernización de la industria aeronáutica y las innovaciones que ella pueda traer, trabajando juntamente con el moderno megapuerto contribuyendo al desarrollo económico del país y puede entonces considerarse la posibilidad de trasladar las operaciones del aeropuerto Jorge Chávez a San Lorenzo para llegar a cubrir tanto la demanda nacional, como la internacional, dejando el espacio actual del aeropuerto Jorge Chávez para cubrir otros fines de acuerdo con el desarrollo urbano de Lima y Callao.



**Figura 5.7** Se debe dejar un espacio destinado para una segunda pista en su máximo desarrollo

### **5.60 Futuro en la industria aeronáutica:**

El desarrollo máximo para el aeropuerto de Lima al largo plazo estará en función a la evolución de la industria aeronáutica, Las siguientes décadas por venir se esperan cambios radicales en el futuro de la aviación el cual nos permitirá viajar en aviones ecológicos y silenciosos de mayor capacidad para el transporte de pasajeros veamos algunos ejemplos:

**b) SAX-40 (Silent Aircraft eXperimental):**

Se estima que estará operativo para el año 2030.

Posee una estructura que aúna cuerpo central y alas, no hace ruido en el aterrizaje ni en el despegue y consigue un ahorro de combustible considerable.

Aunque su diseño fue concebido originalmente para que el avión no se oyera, se ha conseguido además que sea eficiente en cuanto al ahorro de combustible. Así, la intención es que se alcancen los 149 pasajeros-milla por galón de combustible (en comparación con las medidas tradicionales en los aviones corrientes de esta talla, que son de 120 pasajeros-milla por galón de combustible).

En cuanto al ruido, la nave originaría unos 63 decibelios más allá del perímetro del aeropuerto, lo que supone 25 decibelios menos que un avión normal. Para conseguir esta reducción, el diseño se ha centrado en el motor y el armazón del avión, éste último responsable de la mitad del ruido que producen las aeronaves al aterrizar. Otras características del avión silencioso son su forma, que integra las alas y el resto del avión en un solo conjunto, lo que permite que el aparato despegue y aterrice más despacio, reduciendo el ruido; y la supresión de los alerones de las alas, parte de los aviones que produce más ruido en el momento de despegar y de aterrizar.

Por otro lado, la maquinaria situada en el avión para la entrada del aire se colocaría encima de su estructura, en lugar de debajo de cada ala, lo que también reduce el ruido. Por último, se han incorporado inyectores de avión a reacción y de tamaño variable que permiten propulsar la nave más lentamente en el despegue y el aterrizaje, pero que son completamente eficientes a gran velocidad.

Otro importante desafío técnico es la forma del fuselaje. Este avión tiene un diseño en el que el impulso de despegue se produce en toda la estructura a la vez, tanto en el centro como en las alas. Logra el equilibrio de las fuerzas aerodinámicas sin necesidad de cola, y tiene un diseño óptimo en las alas con distribución elíptica que no frena el desplazamiento por el aire.

Por último, SAX-40 contará con tres innovadores motores con su núcleo individual, esto es, un sistema de propulsión distribuido diseñado para reducir el consumo de combustible.



Foto 5.3 Tendencia del Avión del futuro SAX-40

**c) Boeing 797:**

Boeing diseña un jet para 1000 pasajeros que podría marcar la nueva tendencia de la industria del transporte aéreo para los próximos 100 años. Un diseño mixto con mezcla de ala volante ha sido desarrollado por Boeing en cooperación con el Centro de Investigación de NASA en Langley.

El gigantesco avión tendrá una envergadura de 265 pies (el 747 tiene 211 pies), y su diseño está pensado además para que quepa en las terminales creadas recientemente para el A380 que tienen 262 pies de ancho. Por tanto los nuevos 797 serían la respuesta directa de Boeing al A380.

Existen grandes ventajas en un diseño tan radical, la más significativa es el cociente de elevación, que con el peso total reducido un 25%, se espera aumente a un 50%, haciéndolo estimativamente un 33% más eficiente que el A380. La gran rigidez del cuerpo es otro factor dominante en la nave de diseño mixto, reduciendo la turbulencia y creando menos tensión en el aire lo que agrega eficacia, ya que permitiría a los enormes 797 con sus 1000 pasajeros, una autonomía de 8800 millas náuticas, a una velocidad crucero de .88 mach, unas 654 mph/1046 kph (otra ventaja sobre el Airbus A380 que con su diseño alcanza las 570 mph/912 kph).

Su fecha exacta de lanzamiento es confusa, pero se dibuja claramente en el horizonte una gran guerra por la supremacía civil del aire.



Foto 5.4 Prototipo Boeing 797

## Capítulo VI

### VI) DISEÑOS

#### 6.00 Sistema aeroportuario

La configuración de un sistema aeroportuario se definirá por el número y orientación de las pistas y por la situación del área terminal con respecto de las mismas.

Todo aeropuerto consta de una o más pistas las cuales están orientadas en la dirección de los vientos predominantes y su número dependerá básicamente del volumen de tráfico, para ello la magnitud del área disponible para el desarrollo debe ser la adecuada, los edificios terminales que sirven a los pasajeros se dispondrán de tal manera que el acceso a las pistas sea fácil y corto.

El diseño geométrico de las pistas, calles de rodaje y plataforma de estacionamiento de aeronaves se basará en las normas y recomendaciones de la OACI.

Teniendo como base los diferentes estudios presentados en el capítulo 4.

#### 6.10 Dirección y número de pistas

##### 6.101 Dirección:

Para el cálculo de la dirección la pista de diseño es necesario el procesamiento de datos de los estudios de meteorología presentados en la sección 4.40, elaborándose "la Rosa de Vientos", la cual nos brinda la información de la dirección del viento predominante, además la pista debe estar orientada de manera que las aeronaves no tengan que pasar sobre zonas pobladas y eviten obstáculos. Las aeronaves pueden maniobrar en una pista siempre que la componente del viento en ángulos rectos a la dirección del movimiento de la aeronave no sea excesiva.

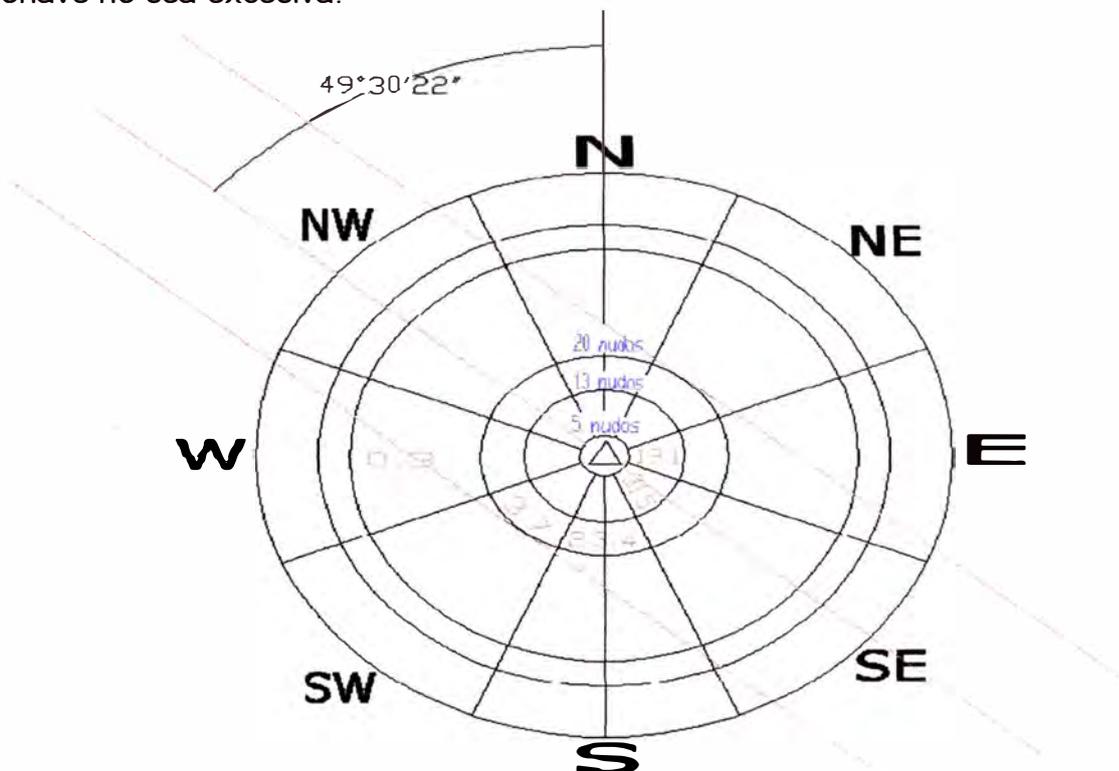


Figura 6.1 Diagrama de utilización para los datos meteorológicos

De este diagrama podemos concluir lo siguiente:

- Tenemos una cobertura de vientos reinantes del 99.7%, cumple la especificación establecida en el anexo 14 por tener un coeficiente de utilización mayor a 95%, en lo que se refiere al viento transversal.
- El 0.3% valor que corresponde a aproximadamente un día por año corresponden a los vientos dominantes que pueden representar problemas para los vuelos, sin embargo al tratarse de un día al año, no hay necesidad de construir una pista adicional para condiciones de viento transversal fuerte.
- La orientación según la Rosa de vientos obtenida es de 130°/310°, por lo tanto nuestra pista de diseño tendrá dicha orientación y sus números designados serán **13/31**

### 6.102 Numero de pistas:

Un sistema de una sola pista de aterrizaje como el de Aeropuerto internacional Jorge Chávez es capaz de operar al menos 150,000 movimientos anuales de aeronaves, pero en vista que de acuerdo al estudio de tráfico de la sección 3.20, la demanda de tráfico en Lima, se incrementara en el 2011 a alrededor de solamente 100,000 movimientos de aeronaves por año correspondientes a un volumen en hora pico de casi 30 movimientos de aeronaves por hora. Se considera que una pista nueva será necesaria para atender la demanda para la siguiente década.

A su vez se ha visto en el diagrama de utilización que no hay necesidad de construir una pista adicional para condiciones de viento transversal fuerte.

Por lo tanto el diseño para la primera etapa del aeropuerto propuesto constara de una sola pista de aterrizaje con similares características al actual aeropuerto Jorge Chávez., dejando un área libre para cuando el tráfico aumente superando las 45 operaciones por hora o 150,000 movimientos anuales, entonces se considerara en sus posteriores etapas de desarrollo la posibilidad de construir una segunda pista.

### 6.20 Configuración de la pista:

La configuración de la pista tendría similares características a las del aeropuerto Internacional Jorge Chávez, ya que el bajo tránsito y el clima benigno de Lima hace que no tengamos que recurrir a configuraciones especiales como si lo presentan otros países donde se presentan problemas serios de vientos transversales.

Existen muchas configuraciones de pistas; la mayor parte de ellas son combinaciones de configuraciones básicas y estas son:

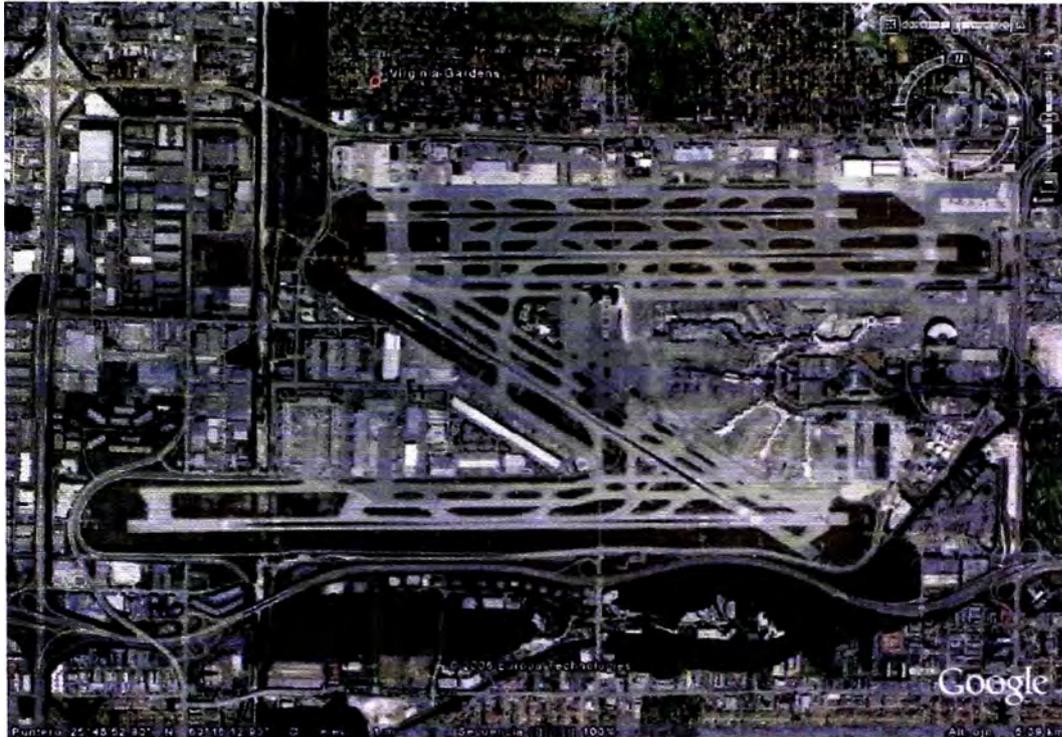
- a) Pista única, un ejemplo de esta configuración es el aeropuerto Jorge Chávez en Lima, Perú.
- b) Pistas paralelas, un ejemplo podemos citar el aeropuerto de Madrid, España en la figura podemos apreciar 2 pares de pistas paralelas. Ver foto 6.1
- c) Pistas que se cortan, un ejemplo de esta configuración podemos citar el aeropuerto de París, Francia obsérvese la foto 6.2, podemos apreciar tres pistas de las cuales dos se cortan.
- d) Pistas en V abierta, un ejemplo podemos citar el aeropuerto de Miami, EEUU, ver foto 6.3



**Foto 6.1 Aeropuerto de Madrid 4 pistas**



**Foto 6.2 Aeropuerto de Paris (3 pistas)**



**Foto 6.3 Aeropuerto de Miami (4 pistas)**

Para planificar las instalaciones y servicios del próximo aeropuerto resulta esencial conocer las características técnicas generales de los aviones que lo van a servir, con el fin de satisfacer los requisitos técnicos mínimos es que la configuración tanto de la pista y calles de rodaje, así como el área de estacionamiento de aeronaves estarán destinadas a atender a las aeronaves desde B737//B737 o Airbus A320 , hasta los aviones mas grandes de la categoría E como por ejemplo el B747-400 o Airbus A340, inclusive con capacidad para los mas grandes aviones proyectados como el B747-800, el Airbus A380 y el futuro Boeing 797 que actualmente esta en proyecto.

#### **Aviones comerciales:**

Actualmente la tecnología aeronáutica esta desarrollando aviones que pueden transportar hasta 1000 pasajeros que serán el estándar de transporte por aire en el futuro así como también se están desarrollando “aviones silenciosos”.

Las dos principales compañías que desarrollan modelos de aeronaves comerciales son Boeing y Airbus las cuales compiten por el mejoramiento continuo y el desarrollo de nuevas tecnologías aeronáuticas. Algunos detalles de las principales aeronaves se podrán ver en los anexos de la presente tesis.

#### **Consideraciones para el diseño de pistas:**

Consideramos 3 casos probables para el diseño:

a) Despegue con un posible fallo de motor, de lo que se deduce que se necesita suficiente pista que permita al avión continuar el despegue a pesar de perdida de potencia o incluso frenar llegando a parar sin salirse de la pista.

- b) Pista suficiente que permita las variaciones normales en la técnica de aterrizaje, aterrizajes largos, arribadas defectuosas, etc.
- c) Despegue con todos los motores, ya que la pista debe tener suficiente longitud que permita las posibles variaciones en las técnicas de despegue que admite la familia de aviones.

#### Efecto del medio ambiente del aeropuerto:

- a) Temperatura:** Cuando mas alta es la temperatura, mayor ha de ser la longitud de la pista, el promedio de las medias mensuales de los datos de temperatura es 26.8 °C.
- b) Los vientos en superficie:** Cuanto mayor es el viento en contra, menor resulta la longitud de la pista, un viento en cola incrementa la longitud de la pista. La velocidad promedio del viento es de alrededor de 15km/h, constante desde el sur, incluso la velocidad máxima del viento es de alrededor de 75km/h. considerando estas condiciones especificas, la condición de la pista de aterrizaje se optimiza y la operación de la pista 13 (hacia el sur) seria la dominante.
- c) Las pendientes de la pista:** Una pendiente ascendente requiere más longitud de pista que una pendiente normal o descendente, en nuestro caso la pendiente seria prácticamente nula.
- d) La elevación del aeropuerto:** Considerando constantes todos los demás factores, cuanto mayor es la elevación del aeropuerto, mayor resulta ser la longitud de pista necesaria, la longitud básica debería aumentarse por cada 300 m de elevación, para nuestro caso el aeropuerto esta prácticamente al nivel del mar (6 o 7msnm) y esta consideración no se aplica

#### Calculo de la longitud de pista:

Por el método de la performance de vuelo:

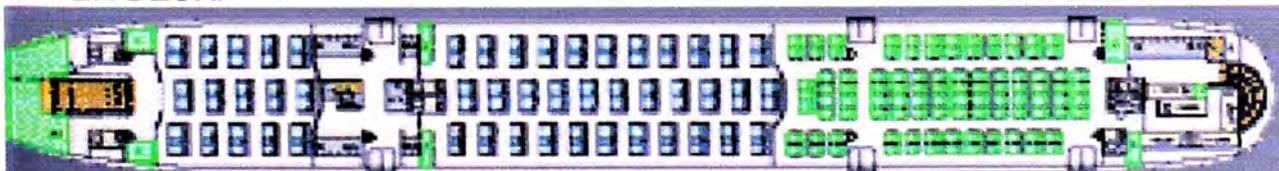
a) Para operaciones aéreas comerciales:

Por el método de la performance de vuelo de la aeronave es necesario considerar todos los requisitos de despegue como de aterrizaje, así como la necesidad de efectuar operaciones en ambos sentidos de la pista, para el efecto se ha considerado que la aeronave de diseño sera la AIRBUS A380, la cual cuenta con las siguientes características:

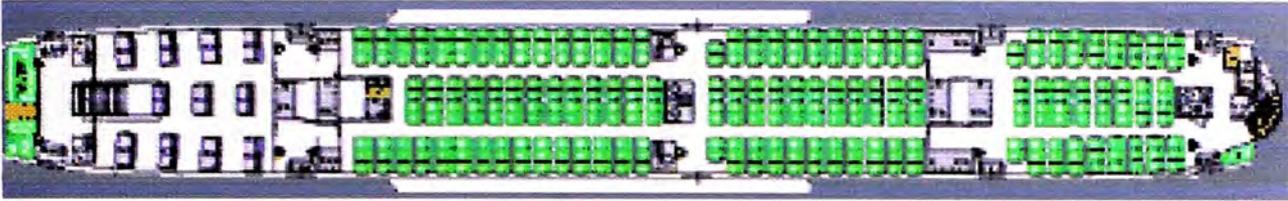
#### Configuración de la aeronave Airbus A380:

El nuevo Airbus tendrá inicialmente 2 versiones: el **A380-800**, una configuración completa de dos pisos, con la posibilidad de llevar 555 pasajeros, en una configuración de 3 clases, o sobre los 800 pasajeros en una configuración simple económica, por 8,000 millas náuticas (14,800 km); y el **A380-800F** llevara 150 tons por 5,600 millas (10,400 km).

#### UPPER DECK:



## MAIN DECK:



TOTAL: 555 seats in three classes

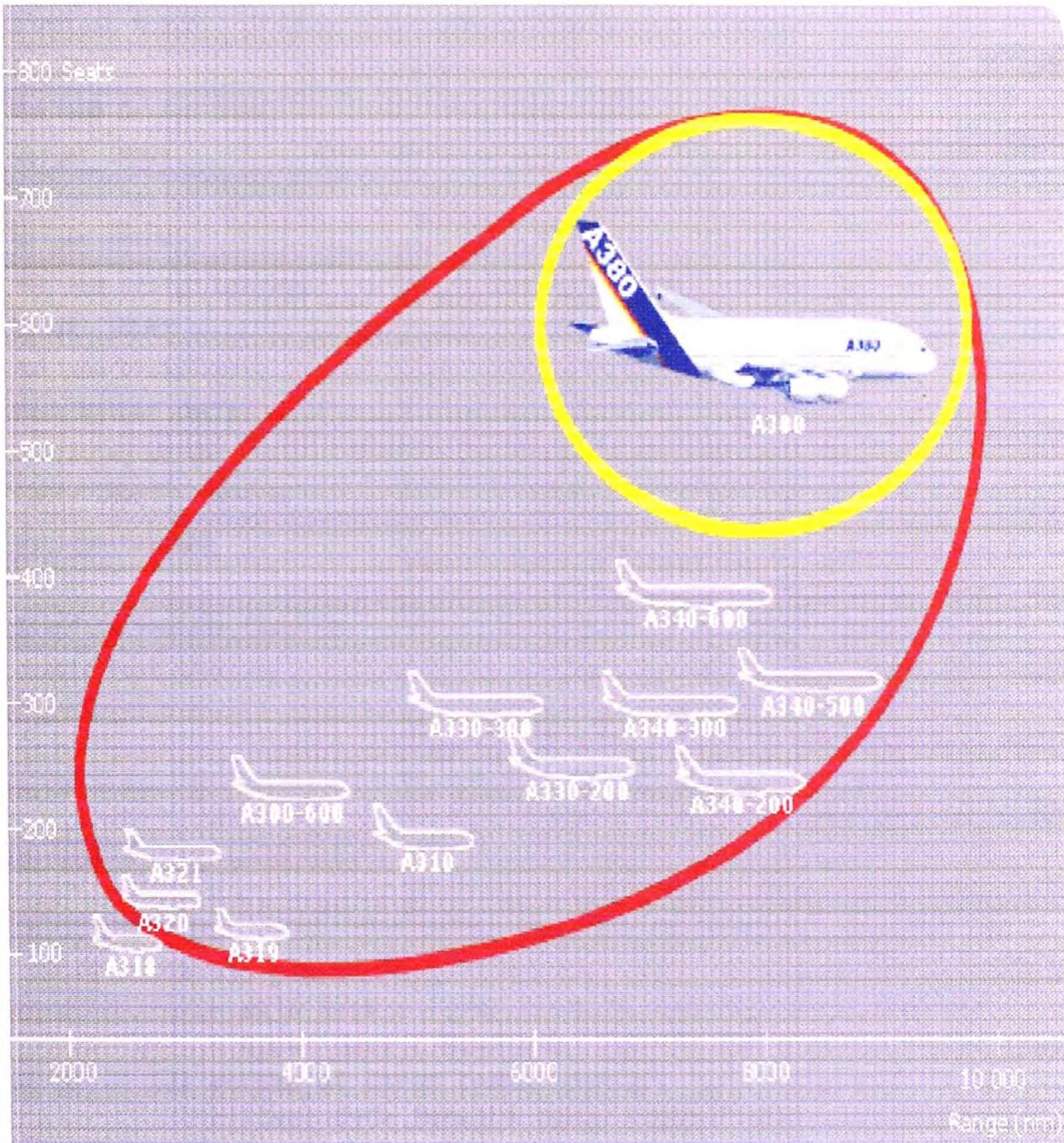
## CARACTERISTICAS

Aircraft dimensions		
	ft	m
Overall length	239 ft 3 in	73 m
Cabin length	166 ft 3 in	50,68 m
Fuselage diameter	23 ft 5 in	7,14 m
Max. cabin width main deck	21 ft 7 in	6,58 m
Max. cabin width upper deck	19 ft 5 in	5,92 m
Height	79 ft 7 in	24,1 m
Wheelbase	99 ft 8 in	30,4 m
Track	46 ft 11 in	14,3 m

Wing dimensions		
	ft	m
Wing span (geometric)	261 ft 8 in	79,8 m
Wing area (reference)	9,100 ft <sup>2</sup>	845 m <sup>2</sup>
Sweep (25% chord)	33,5 degrees	

Design weights		
	lb X 1,000	tonnes
Max. ramp weight	1,239	562
Max. take-off weight	1,235	560
Max. landing weight	851	386
Max. zero fuel weight	796	361
Max. fuel capacity		81,890 USg 310,000 Litres
Typical operating weight empty	608,4	276,8
Typical volumetric payload	145,5	66,4

Basic operating data	
Powerplants	Trent 900/GP7000
Thrust Range	70,000 lb slst
Typical seating (three class)	555
Range (with max. passengers)	8,000 nm 15,000 km
Max. operating mach n <sup>o</sup> (Mmo)	0,89 Mo
Containers capacity underfloor	38 LD3
Max. pallet number underfloor	13
Bulk hold volume	650 ft <sup>3</sup> 18,4 m <sup>3</sup>
Total volume (containers + bulk)	6,045 ft <sup>3</sup> 171 m <sup>3</sup>



**Grafico 6.1 Cantidad de pasajeros vs Rango de vuelo del A 380**

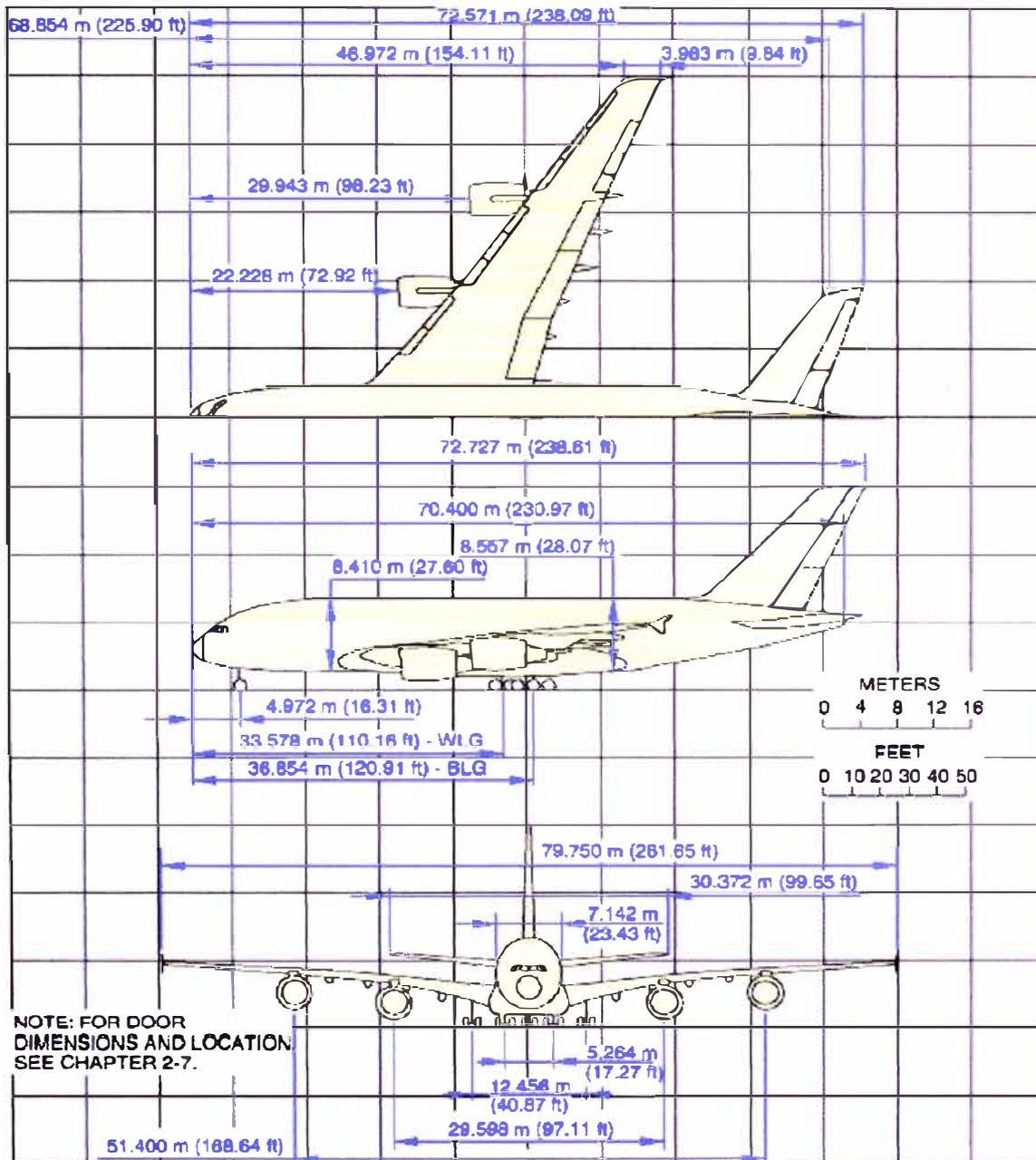
Airplane Model		A380-841	A380-861
Engines		TRENT 970	GP 7270
Maximum Design Ramp Weight (MRW)	kilograms	562 000	562 000
	pounds	1 238 998	1 238 998
Maximum Design TakeOff Weight (MTOW)	kilograms	560 000	560 000
	pounds	1 234 588	1 234 588
Maximum Design Landing Weight (MLW)	kilograms	386 000	386 000
	pounds	850 984	850 984
Maximum Design Zero Fuel Weight (MZFW)	kilograms	361 000	361 000
	pounds	795 869	795 869
Operating Weight Empty (OWE) - typical	kilograms	270 015	270 281
	pounds	595 281	595 868
Maximum Payload	kilograms	90 985	90 718
	pounds	200 587	199 999
Standard Seating Capacity	Three-Class	555 (1)	555 (1)
Usable Fuel Capacity	liters	310 000	310 000
	US gallons	81 893	81 893
	kilograms (density = 0.785 kg/l)	247 502	247 502
	pounds	545 648	545 648
Volume of cargo compartments (2)	cubic meters	176.3	176.3
	cubic feet	6226	6226

NOTE : (1) 555 pax :

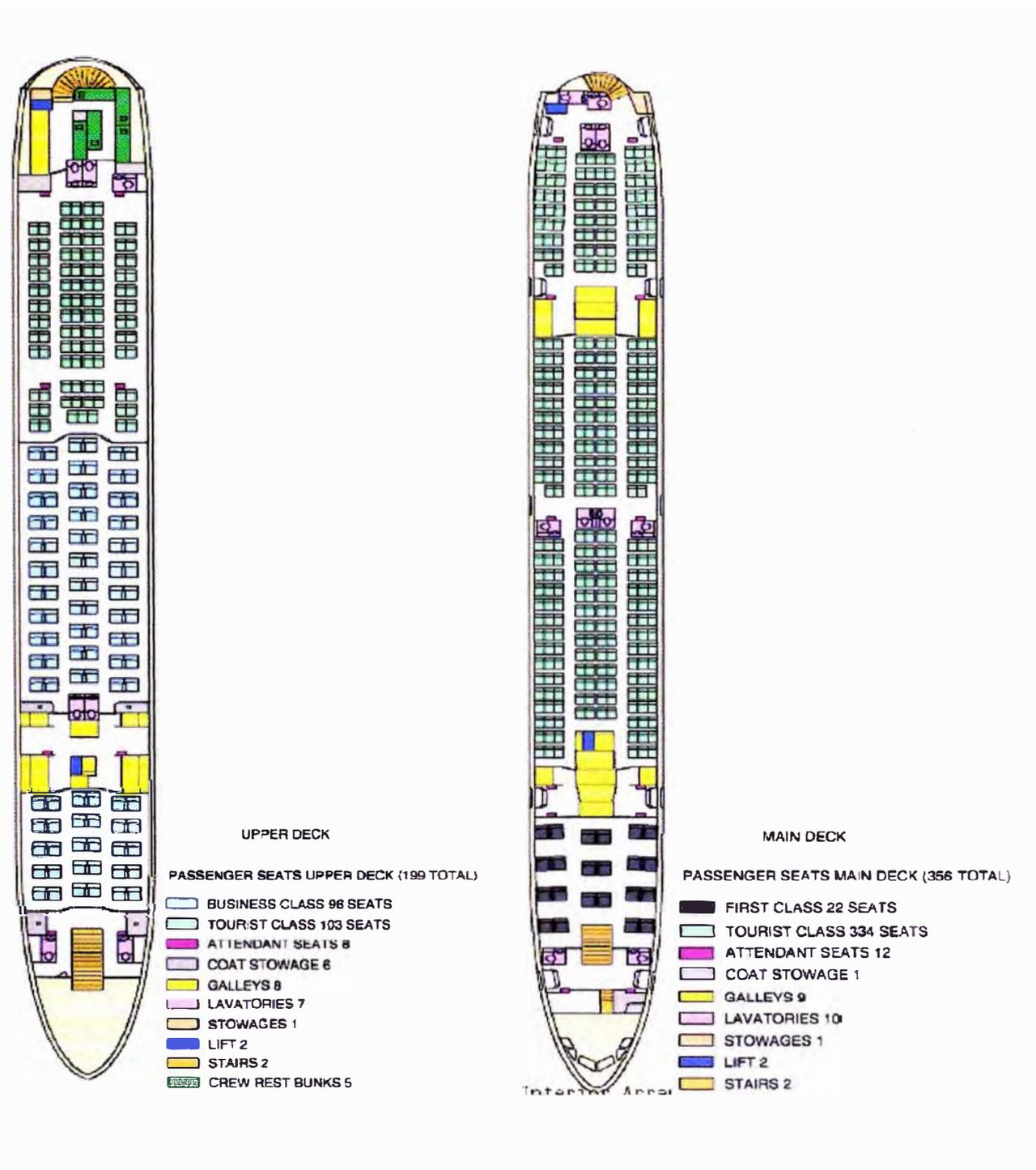
- main deck : First Class 22 and Tourist Class 334
- upper deck : Business Class 96 and Tourist Class 103

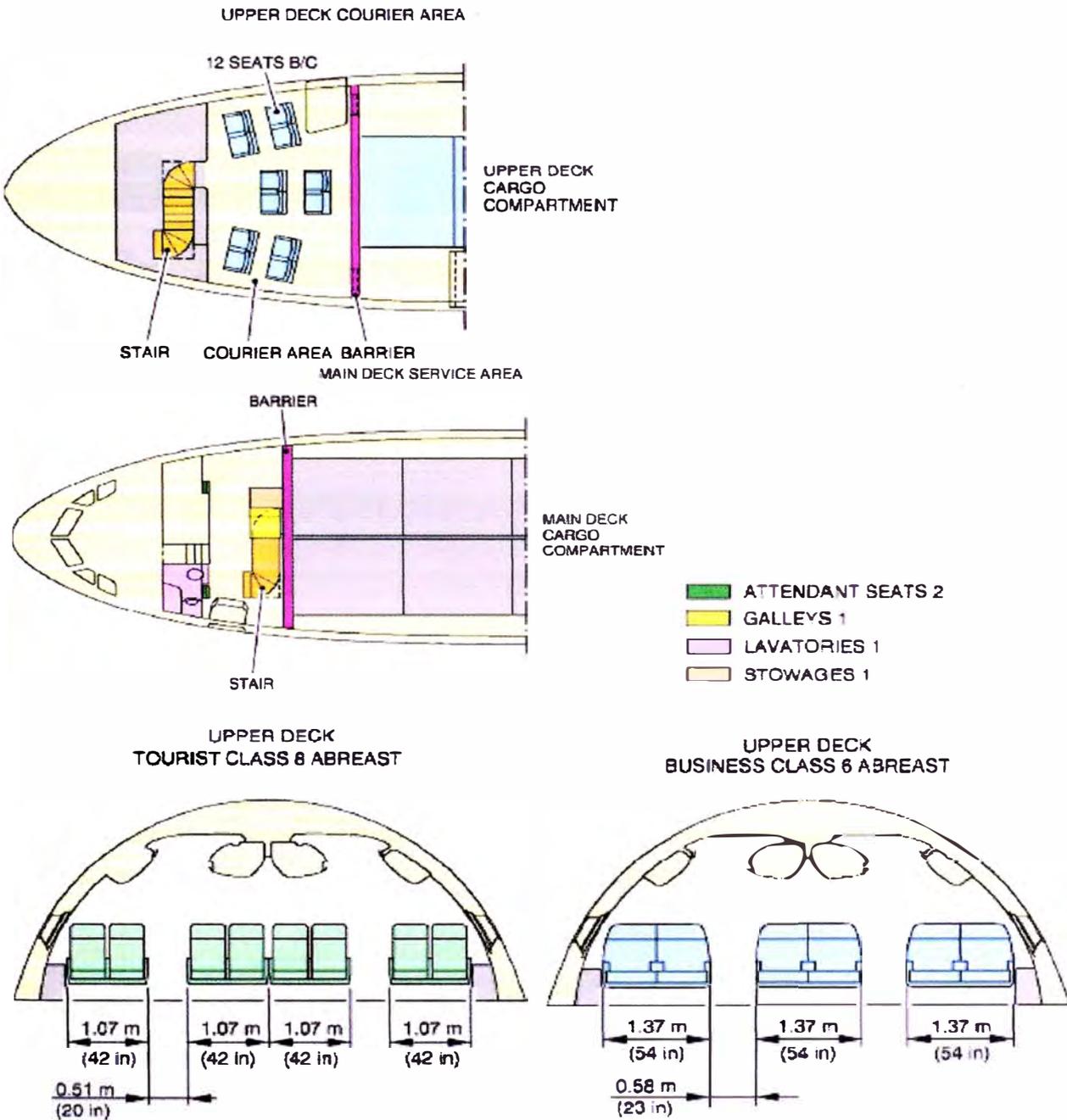
(2) Volume of cargo compartments :

- lower deck forward cargo compartment  
(usable containerised volume) : 90 m<sup>3</sup> (3 157 ft<sup>3</sup>)
- lower deck aft cargo compartment  
(usable containerised volume) : 72 m<sup>3</sup> (2 525 ft<sup>3</sup>)
- lower bulk cargo compartment  
(usable volume) : 14.3 m<sup>3</sup> (505 ft<sup>3</sup>)

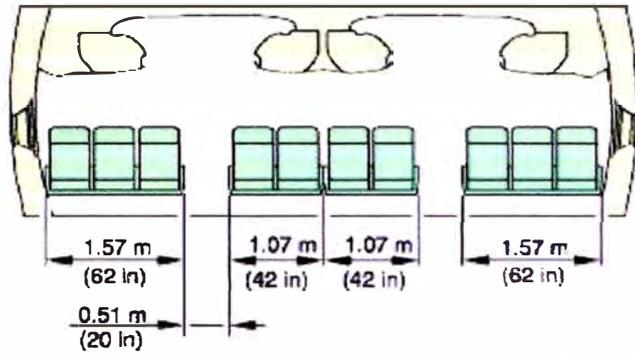


**Figura 6.2 Dimensiones del Airbus A 380**

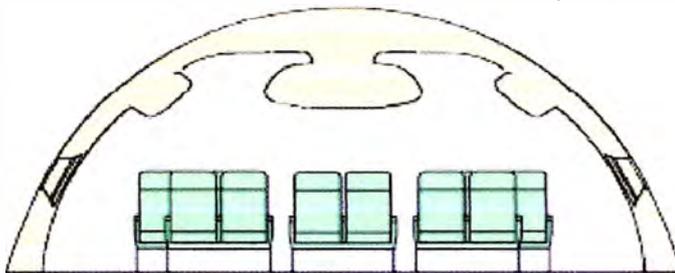
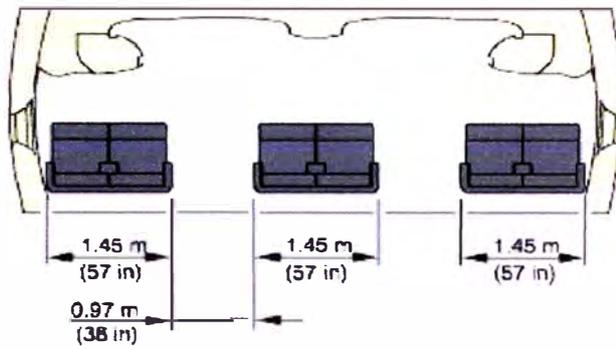




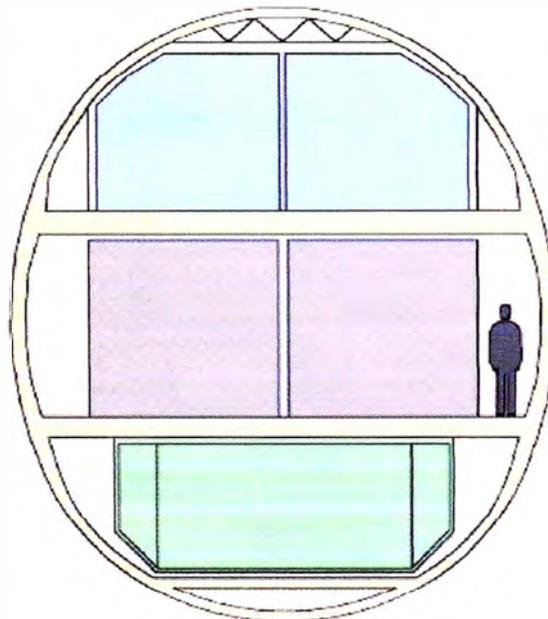
**MAIN DECK  
TOURIST CLASS 10 ABREAST**



**MAIN DECK  
FIRST CLASS 6 ABREAST**



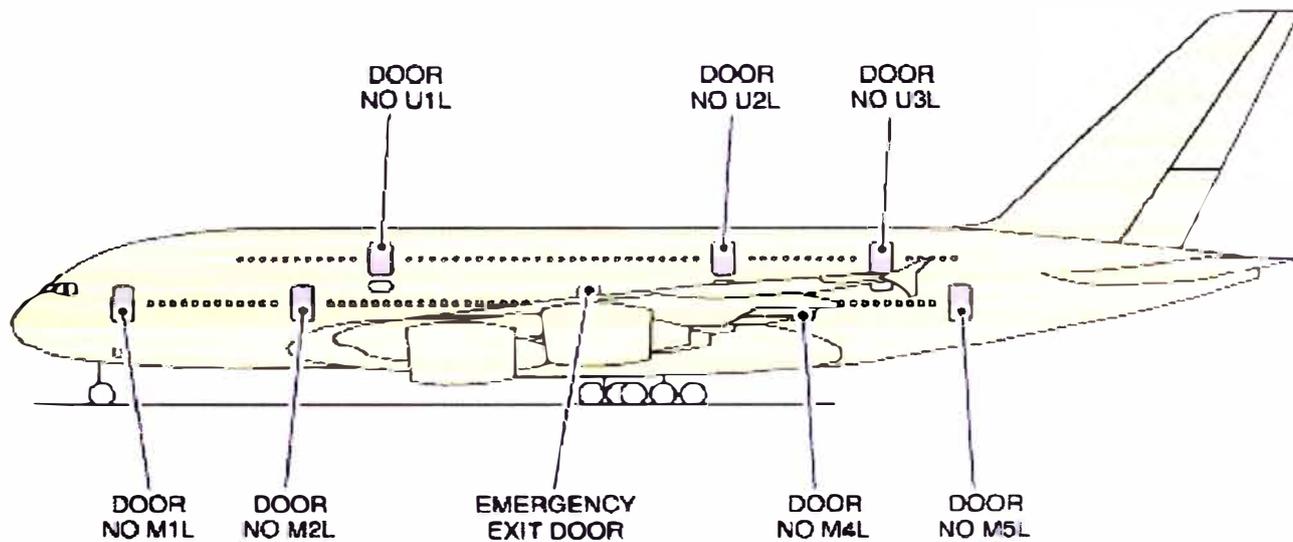
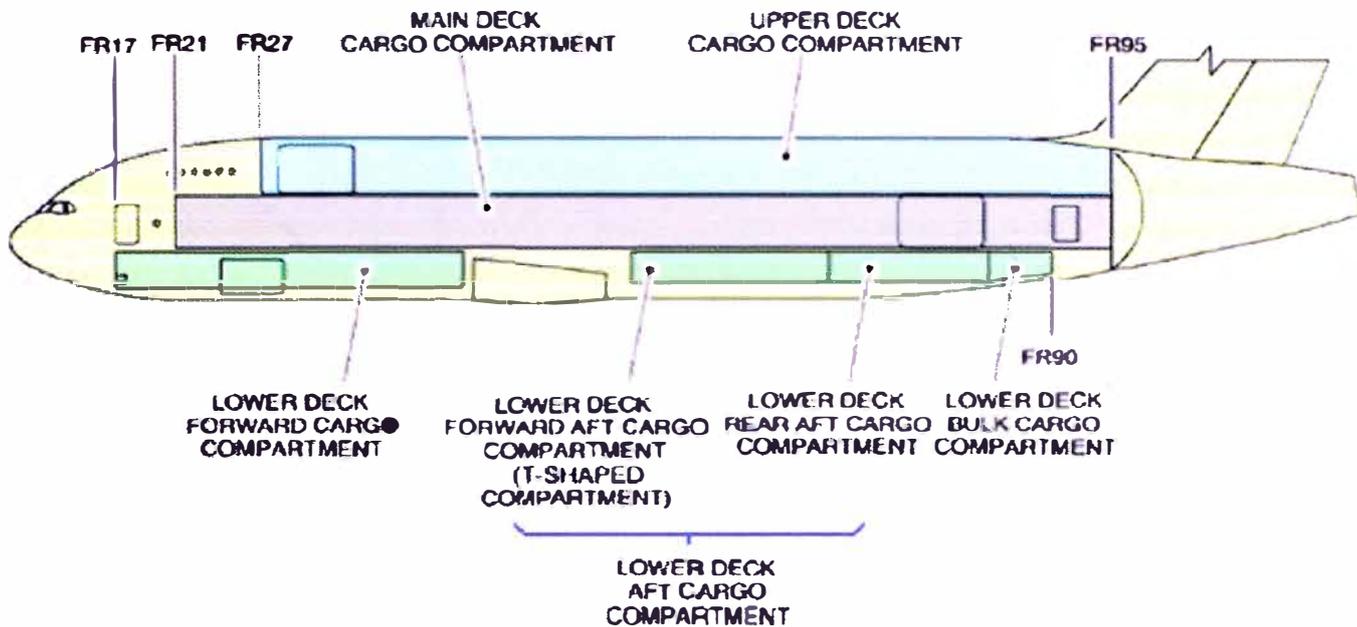
**UPPER DECK  
COURIER AREA**

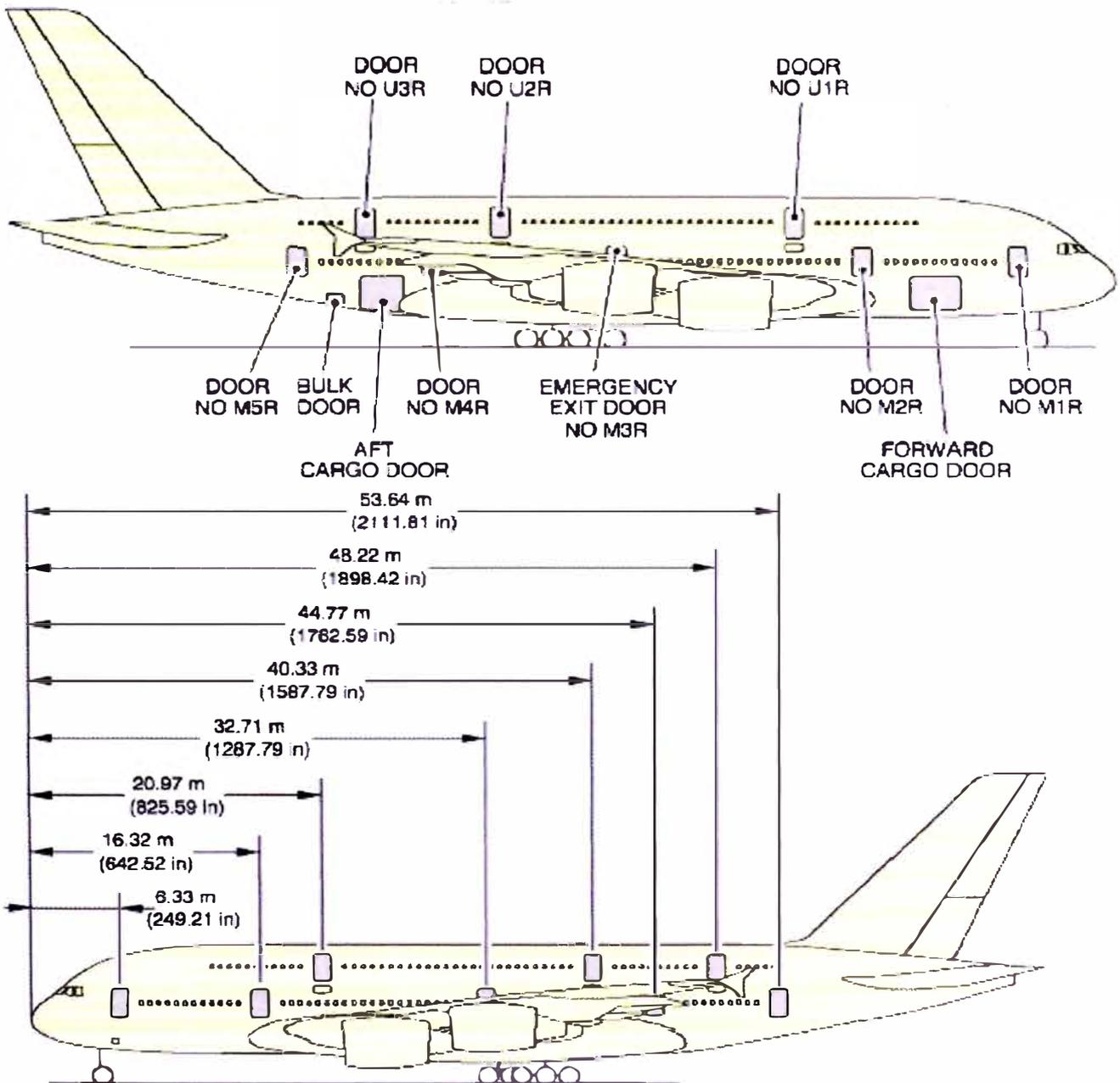


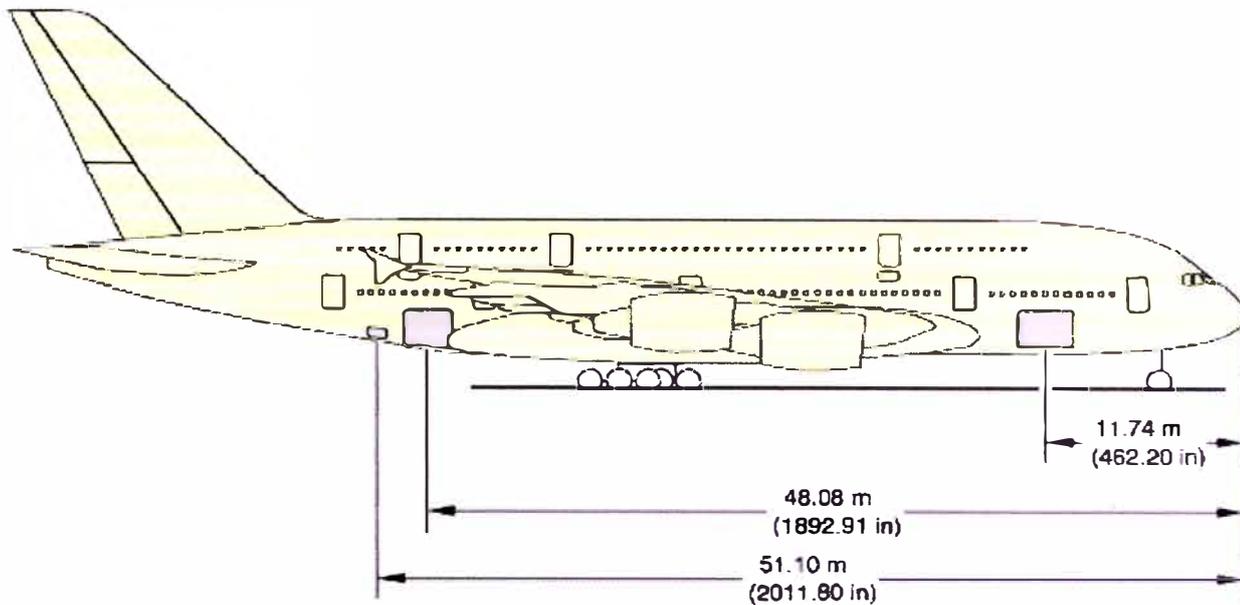
**UPPER DECK  
CARGO COMPARTMENT**

**MAIN DECK  
CARGO COMPARTMENT**

**LOWER DECK  
CARGO COMPARTMENT**







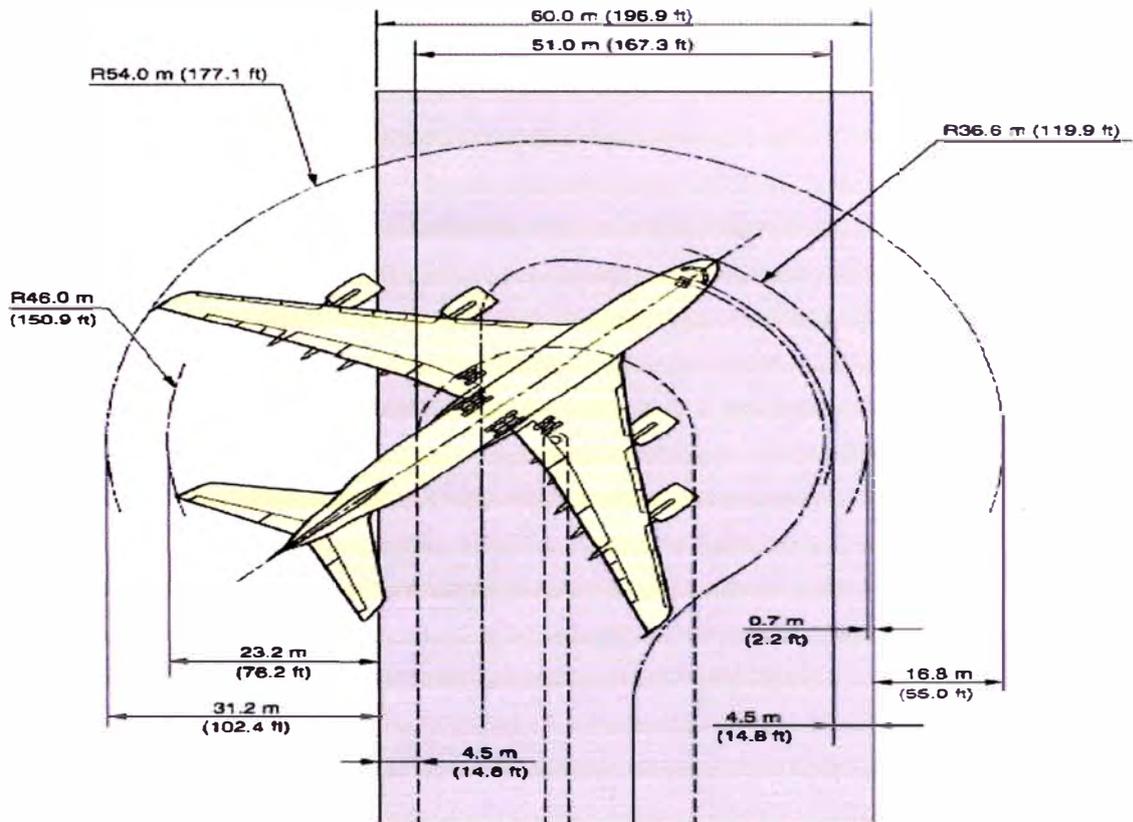
Se ha realizado el análisis del cálculo de la longitud de pista para el despegue, ya que por lo general esta determina la longitud de pista y la razón es que al despegar la aeronave tiene mayor peso que al aterrizar.

$$\text{Peso de aterrizaje} = \text{peso de despegue} - \text{combustible}$$

De acuerdo a estas características por lo tanto se propone una pista de **3.85 kilómetros y de 60 metros de ancho** de acuerdo a las características del avión de diseño Airbus A380. Para nuestro caso de acuerdo al anexo 14 de la OACI, la clave de referencia para nuestro aeropuerto en proyecto será 4F

Num. De Clave	Longitud de campo de referencia del avion	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800	A	Hasta 15m (exclusive)	Hasta 4.5m (exclusive)
2	Desde 800m hasta 1200m (exclusive)	B	Desde 15 hasta 24m (exclusive)	Desde 4.5 hasta 6m (exclusive)
3	Desde 1200m hasta 1800m (exclusive)	C	Desde 24 hasta 36m (exclusive)	Desde 6 hasta 9m (exclusive)
4	Desde 1800m en adelante	D	Desde 36 hasta 52m (exclusive)	Desde 9 hasta 14m (exclusive)
		E	Desde 52 hasta 60m (exclusive)	Desde 9 hasta 14m (exclusive)
		F	Desde 65 hasta 80m (exclusive)	Desde 14 hasta 16m (exclusive)

**Tabla 6.1 Clave de Referencia de aeródromo Anexo 14**



NOTE: 70° NOSE GEAR STEERING ASYMMETRIC THRUST AND BRAKING  
ON A 60.0 m (196.9 ft) WIDE RUNWAY.

**Figura 6.3 Maniobrabilidad del A 380 en la pista de 60m de ancho**

### 6.30 Área de aterrizaje:

Tendría similares características que el aeropuerto internacional Jorge Chávez, por las razones explicadas en 6.1 y 6.2

#### Pista

* Orientación:	310° 29' 38" / 130° 29' 38"
* Designación:	13 y 31
* Aterrizaje:	Pistas 13 y 31
* Decolaje:	Pistas 13 y 31
* Longitud:	3850m.
* Ancho:	60m.
* Elevación:	6 msnm.
* Temperatura de referencia:	26.8 °C (Media mensual de las temperaturas maximas diarias del mes mas caluroso del año)
* Márgenes laterales:	10m.

Las calles de rodaje se diseñaran mediante los criterios que a continuación se presentan:

#### 6.40 Área de movimiento

Aunque las velocidades de los aviones en las calles de rodaje se consideran menores que en las pistas de vuelo, los criterios que rigen las pendientes longitudinales, las curvas verticales y la distancia visible no son tan exigentes como las de las pistas.

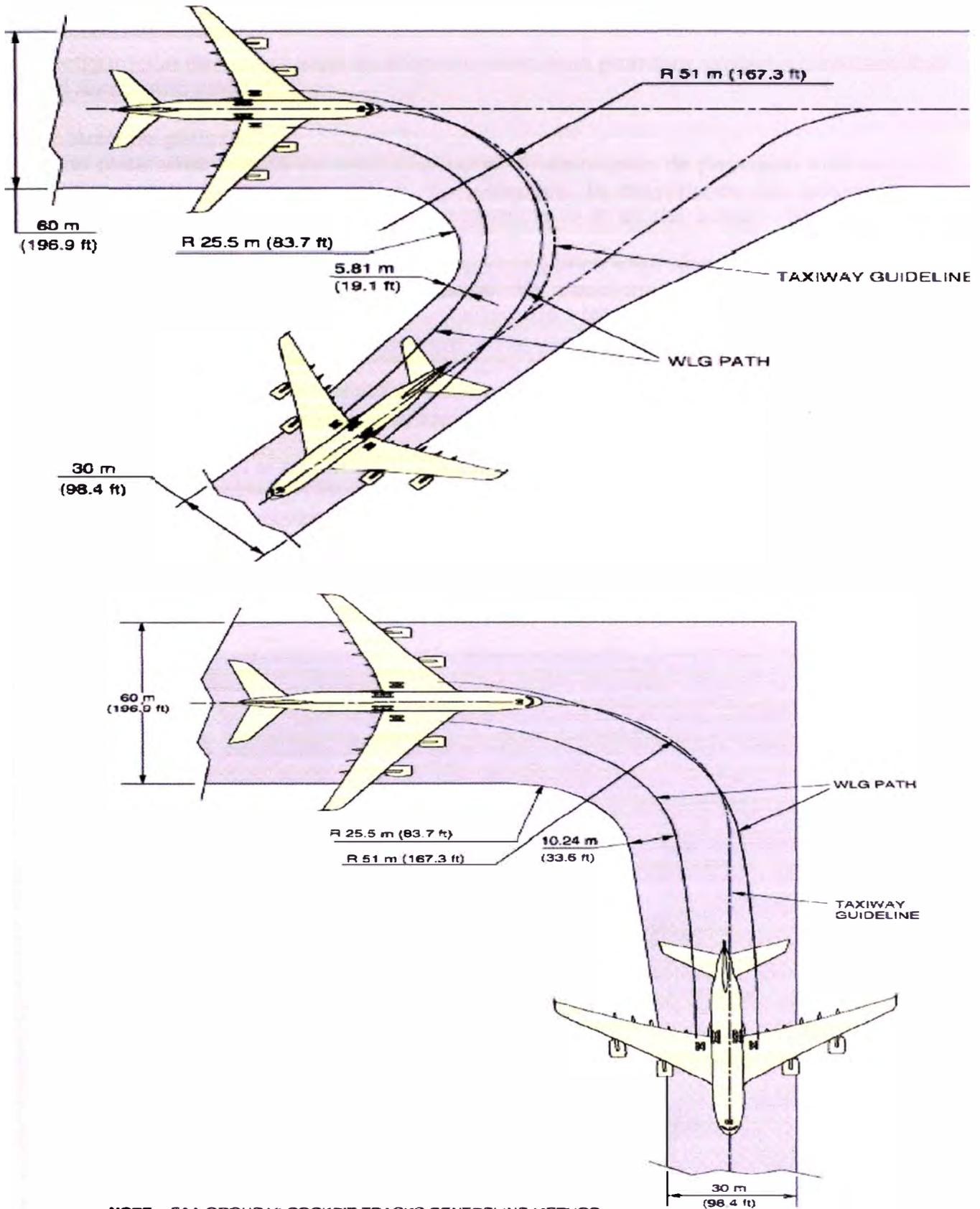
En el mundo existen diferentes configuraciones de calles de rodaje Ejemplos:



Foto 6.4 Calles de rodaje (Aeropuerto de Roma, Italia)

Deben seleccionarse los recorridos que posibiliten las distancias mas cortas desde el área terminal hasta las cabeceras de pista para el despegue, además deben situarse en diferentes puntos a lo largo de la pista, de tal manera que los aviones que aterrizan puedan abandonarlas tan rápidamente como sea posible, para dejar la pista libre al resto de los aviones que vayan a utilizarlas.

De acuerdo a la aeronave de diseño, para una buena maniobrabilidad de acceso desde las pistas hasta el área terminal o viceversa, se propone un ancho de 30 m para las calles de rodaje, como se observa en las siguientes figuras:



**Figura 6.4** Maniobrabilidad del A 380 en la pista de 60m de ancho

La configuración de toda el área de aterrizaje propuesta guardara similares características que el aeropuerto Jorge Chávez

### 6.50 Área de plataforma:

Área de plataforma o zona de estacionamiento de aeronaves de pasajeros y de carga se encuentra cerca del edificio terminal de pasajeros, la mayoría de las posiciones de estacionamiento de las aeronaves se ubicaran a lo largo del edificio del terminal con puentes de abordaje para pasajeros.

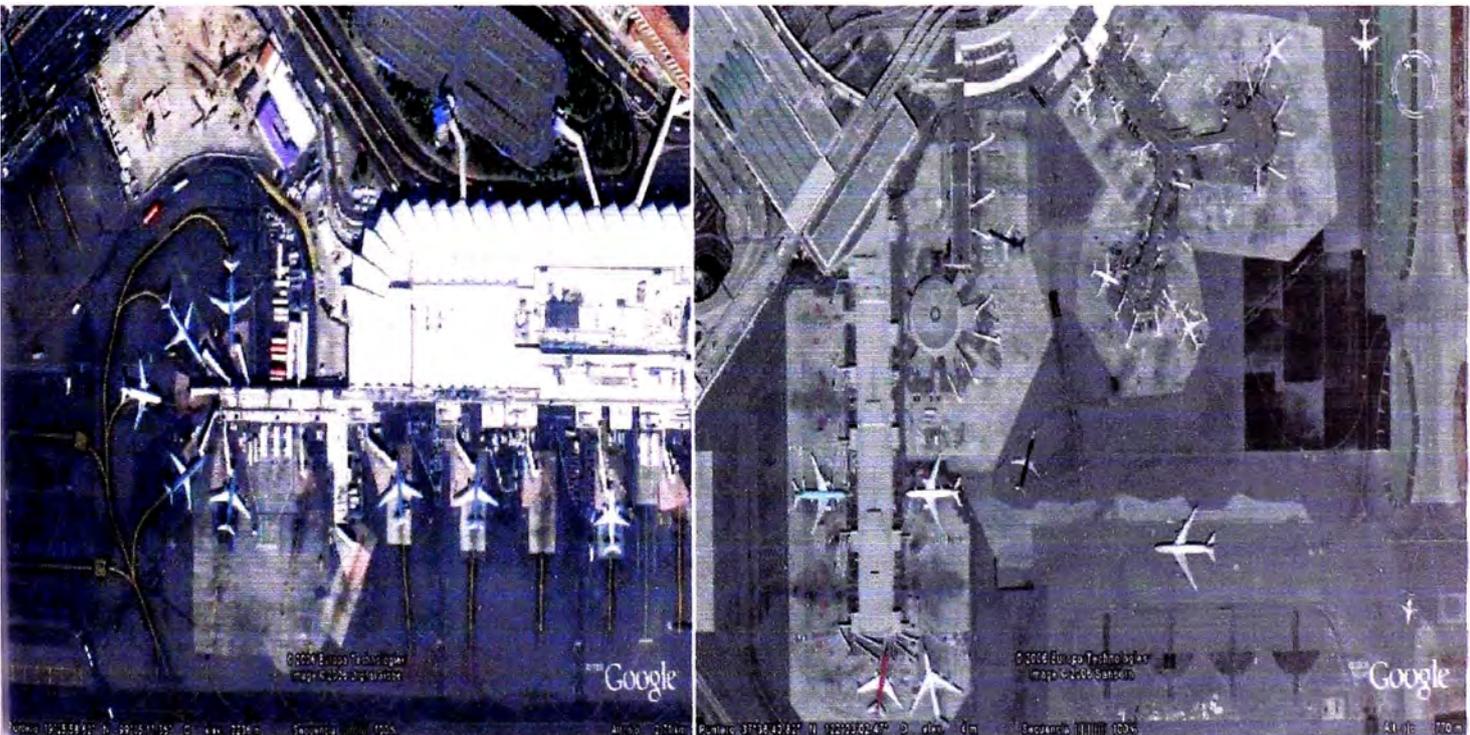
En vista que el aeropuerto seria solamente para el tráfico internacional toda el área al lado del edificio terminal servirá para disponer de posiciones de estacionamiento que calculamos un promedio de aproximadamente 50 posiciones, para aeronaves internacionales de código D, E, F. y aeronaves de tipo B757-200.

Se dispondrá además de una posición diseñada para cubrir las horas punta, así como se dispondrá de posiciones de aviación general y de "commuter", además de tomar en cuenta áreas de almacenamiento descentralizadas para albergar el equipo de servicio de tierra en las cercanías de las aeronaves.

Las operaciones en el área de plataforma deben satisfacer los requisitos internacionales en lo que se refiere a las distancias de taxeo y retiros.

Al mismo tiempo del desarrollo de las posiciones de contacto, se desarrollaran las posiciones remotas de acuerdo con los RTM. En cada fase de desarrollo el numero de posiciones remotas aumentara, finalmente todas las posiciones remotas se localizaran en ambos lados de la torre de control de trafico aéreo.

Algunos ejemplos en el mundo de áreas de plataforma:



**Foto 6.5 Ejemplos de Plataformas en los aeropuertos del mundo**

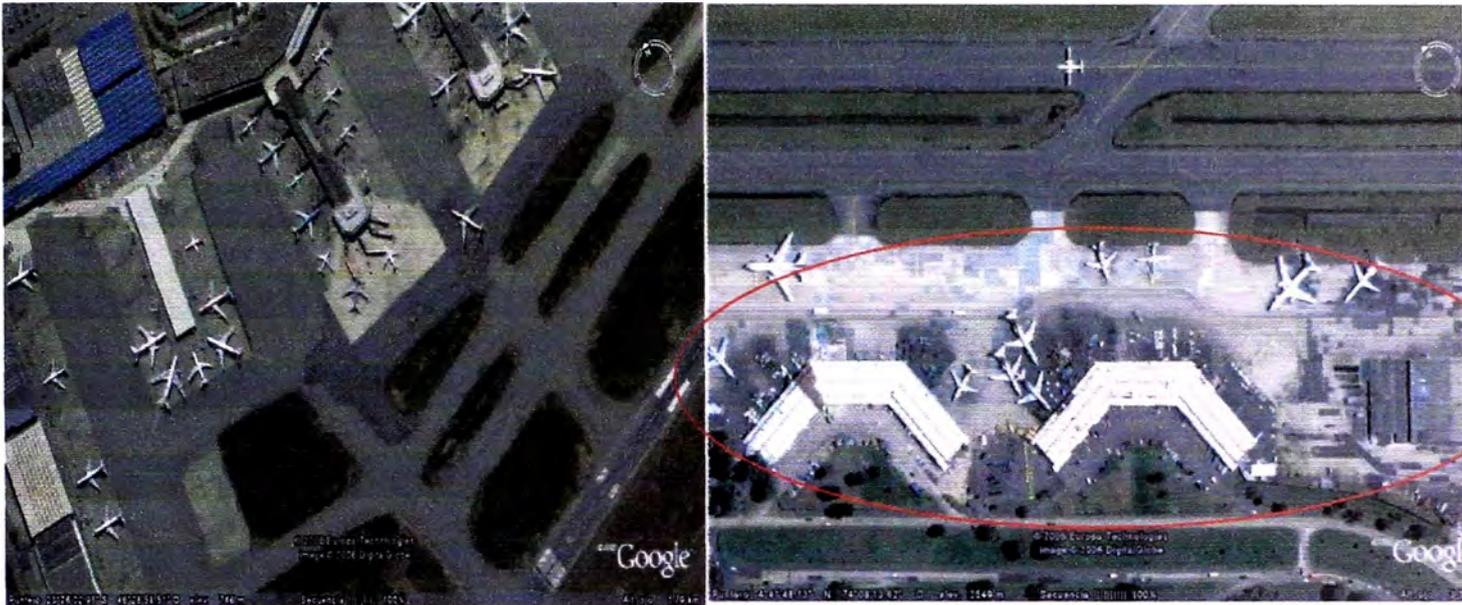


Foto 6.6 Ejemplos de Plataformas en los aeropuertos del mundo

Las posiciones para las aeronaves del código F, como la Airbus A380 tendrán las siguientes características:

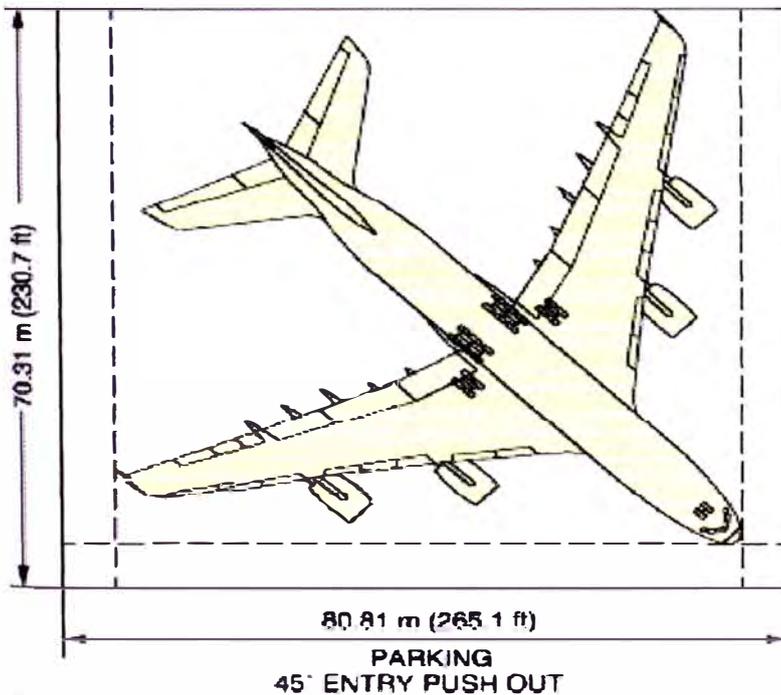


Figura 6.5 Dimensiones para la zona de parqueo del avión de diseño A380

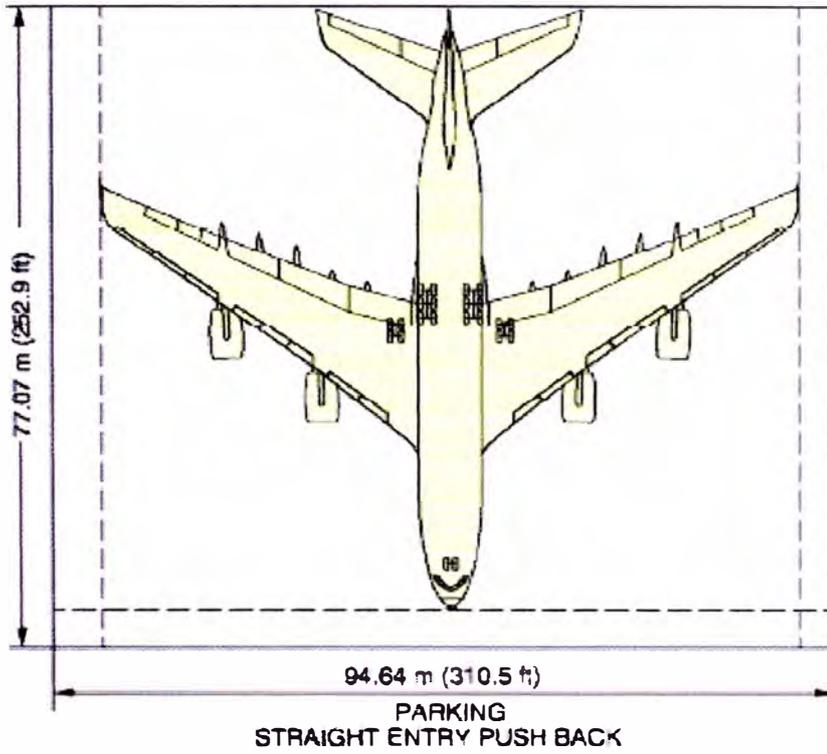


Figura 6.6 Dimensiones para la zona de parqueo del avión de diseño A380

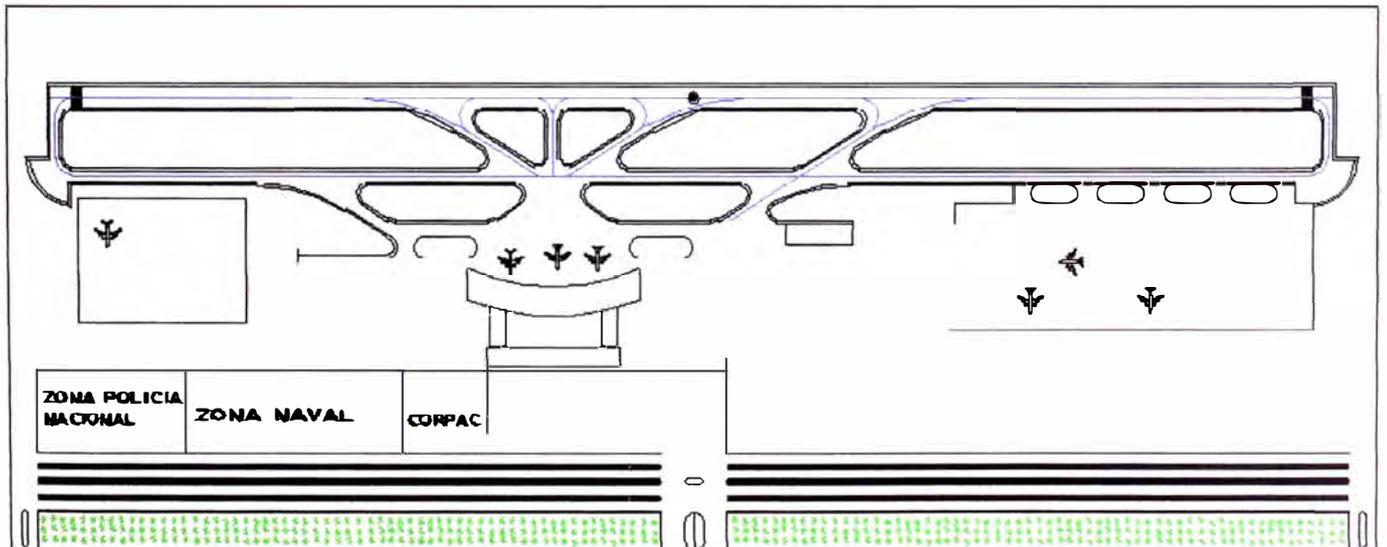
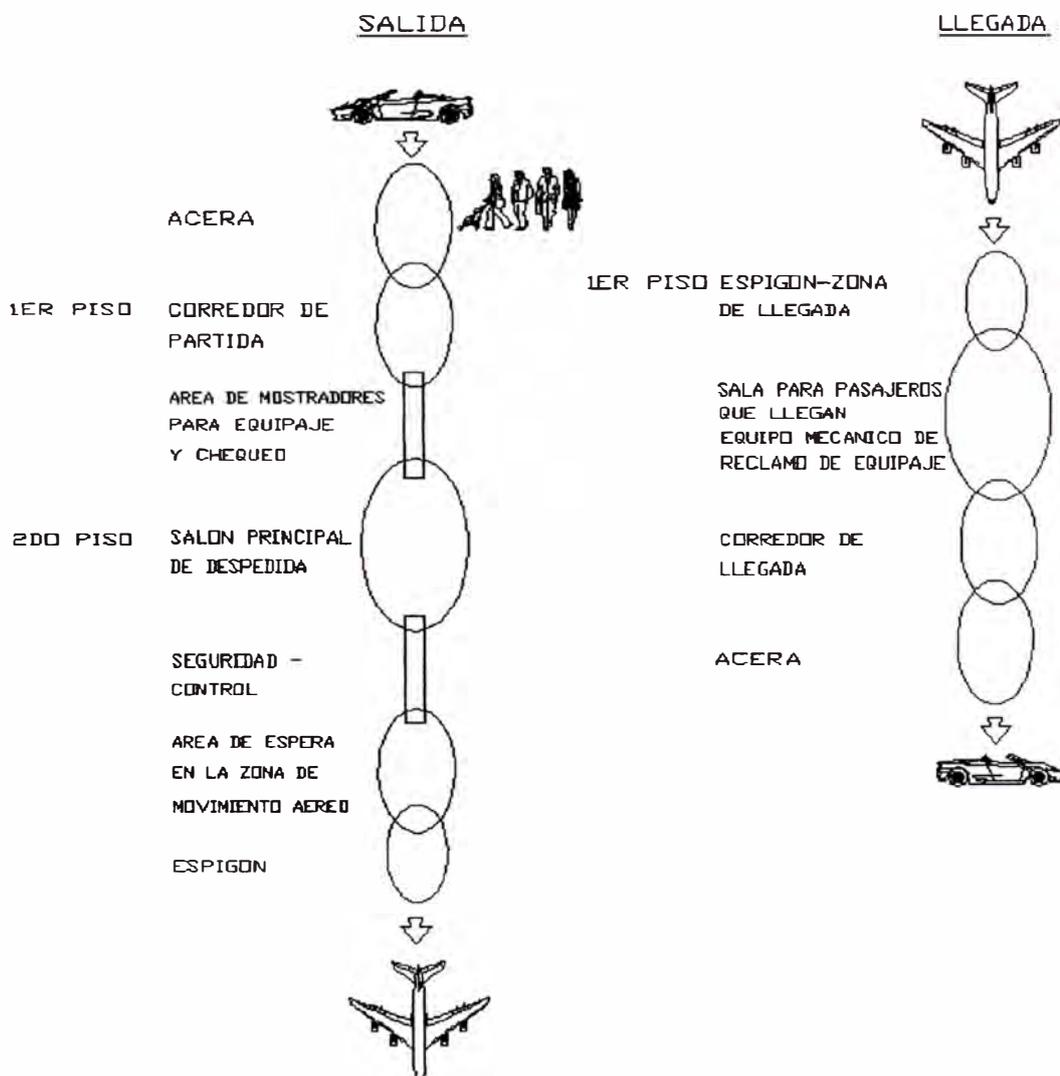


Figura 6.7 Configuración de pista y calles de rodaje del aeropuerto propuesto.

**Área Terminal:** El método para el estimado de dimensionamiento del área Terminal se basa en el análisis del volumen de pasajeros relacionado con el tiempo de fluidez a través de cada función específica de los ciclos componentes del proceso de tráfico, los espacios calculados estarán adecuados para aceptar el máximo porcentaje de pronóstico en la hora pico, tomando los datos del cuadro 3.6 para el 2020 pax nacionales +pax internacionales tenemos un valor estimado de 4800 pasajeros en la hora punta pronosticada, ahora si a cada persona se le asigna un área de 2m<sup>2</sup>, y estimando que cada pasajero se encuentra acompañado de 5 visitantes entre familiares y amigos obtenemos que cada pasajero ocuparía un área de 12m<sup>2</sup> entonces para un diseño al 2020 de 4800 pasajeros obtenemos : 12m<sup>2</sup> x 4800 = **57600m<sup>2</sup>**, los cuales tendrán que ser tomados en cuenta en los distintos espacios del Flujo del tráfico Domestico: Áreas publicas, Ciclos de partida, ciclo de arribo, como se observa en el siguiente grafico

Nota: se consultara la normatividad de la FAA para los criterios de las diversas areas.



**Grafico 6.2 Esquema de flujo del Trafico Domestico**

## 6.60 Diseño estructural del pavimento

### PAVIMENT DATA

Todas las curvas en las cartas representan datos en una presión de neumáticos especificada con:

- la aeronave cargada al peso máximo
- el CG en una posición máxima permisible

Los requisitos de los pavimentos para aeronaves comerciales son resultado de un análisis estático de cargas impuestas sobre el tren de aterrizaje.

### Carga del tren de aterrizaje en el pavimento

El Grupo del tren de aterrizaje Principal consiste en dos llevados en el ala (4 Ruedas de Bogies) más dos del Cuerpo de engranaje (6 Rueda Bogies).

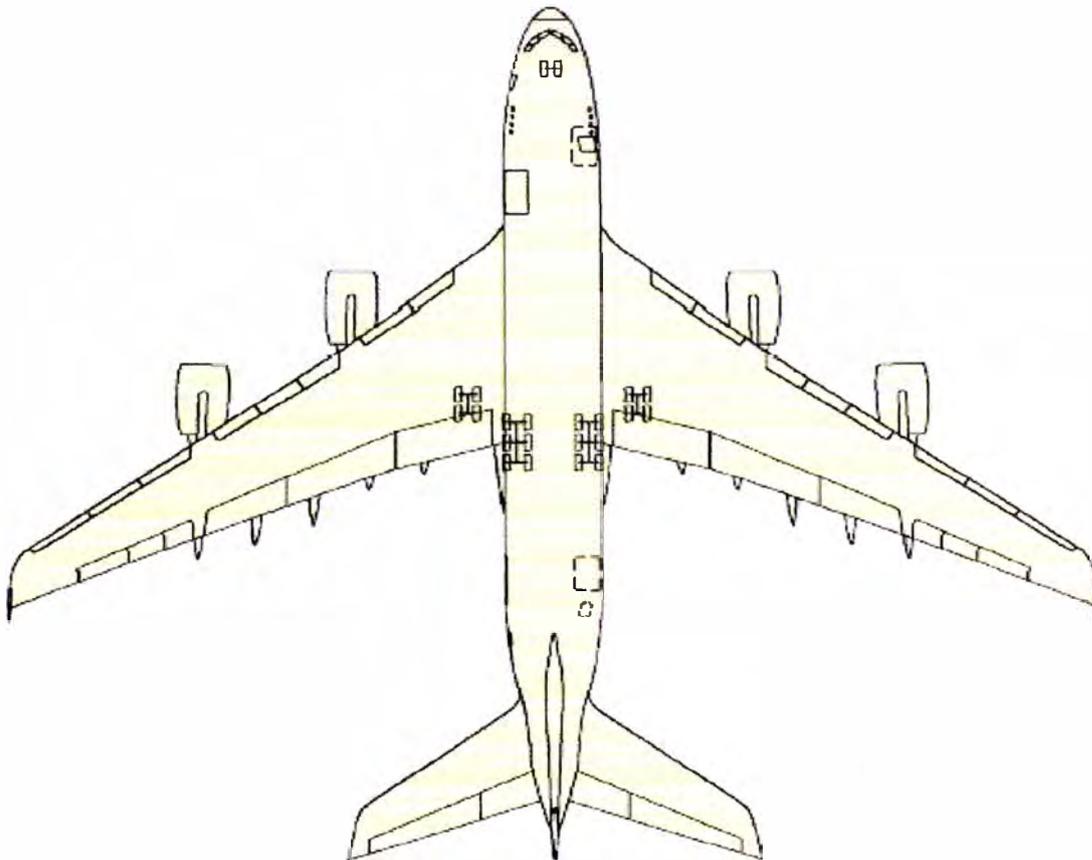
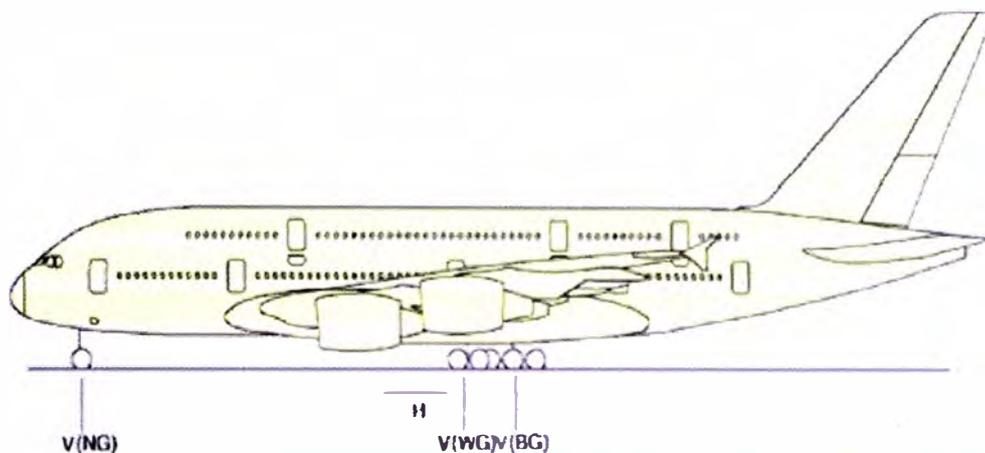


Figura 6.8 Tren de aterrizaje Modelos de A380-800:



Maximum Pavement Loads  
A380-800 Model 1.5



1	2		3				4		5		6		7			
			VNG				VWG (PER STRUT)		VBG (PER STRUT)		H (PER STRUT)					
	MAXIMUM RAMP WEIGHT		STATIC LOAD AT MOST FWD CG (1)		STATIC BRAKING @ 10 m/s <sup>2</sup> DECELERATION		STATIC LOAD AT MAX AFT CG (2)		STATIC LOAD AT MAX AFT CG (2)		STATIC BRAKING @ 10 m/s <sup>2</sup> DECELERATION		AT INSTANTANEOUS BRAKING COEFFICIENT = 0.8			
MODEL	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg	lb	kg		
-800	1 239 000	562 000	88 275	40 040	153 850	69 790	235 850	106 890	353 475	160 340	77 025(3)	34 830(3)	188 525(3)	85 510(3)		
											115 525(4)	52 400(4)	282 800(4)	128 270(4)		

V(NG) MAXIMUM VERTICAL NOSE GEAR GROUND LOAD AT MOST FORWARD CG

V(WG) MAXIMUM VERTICAL WING GEAR GROUND LOAD AT MOST AFT CG

V(BG) MAXIMUM VERTICAL BODY GEAR GROUND LOAD AT MOST AFT CG

H MAXIMUM HORIZONTAL GROUND LOAD FROM BRAKING

(1) FWD CG = 37.5 % MAC

(2) AFT CG = 43.0 % MAC

(3) BRAKED WING GEAR

(4) BRAKED BODY GEAR

NOTE: ALL LOADS CALCULATED USING AIRPLANE MAXIMUM RAMP WEIGHT

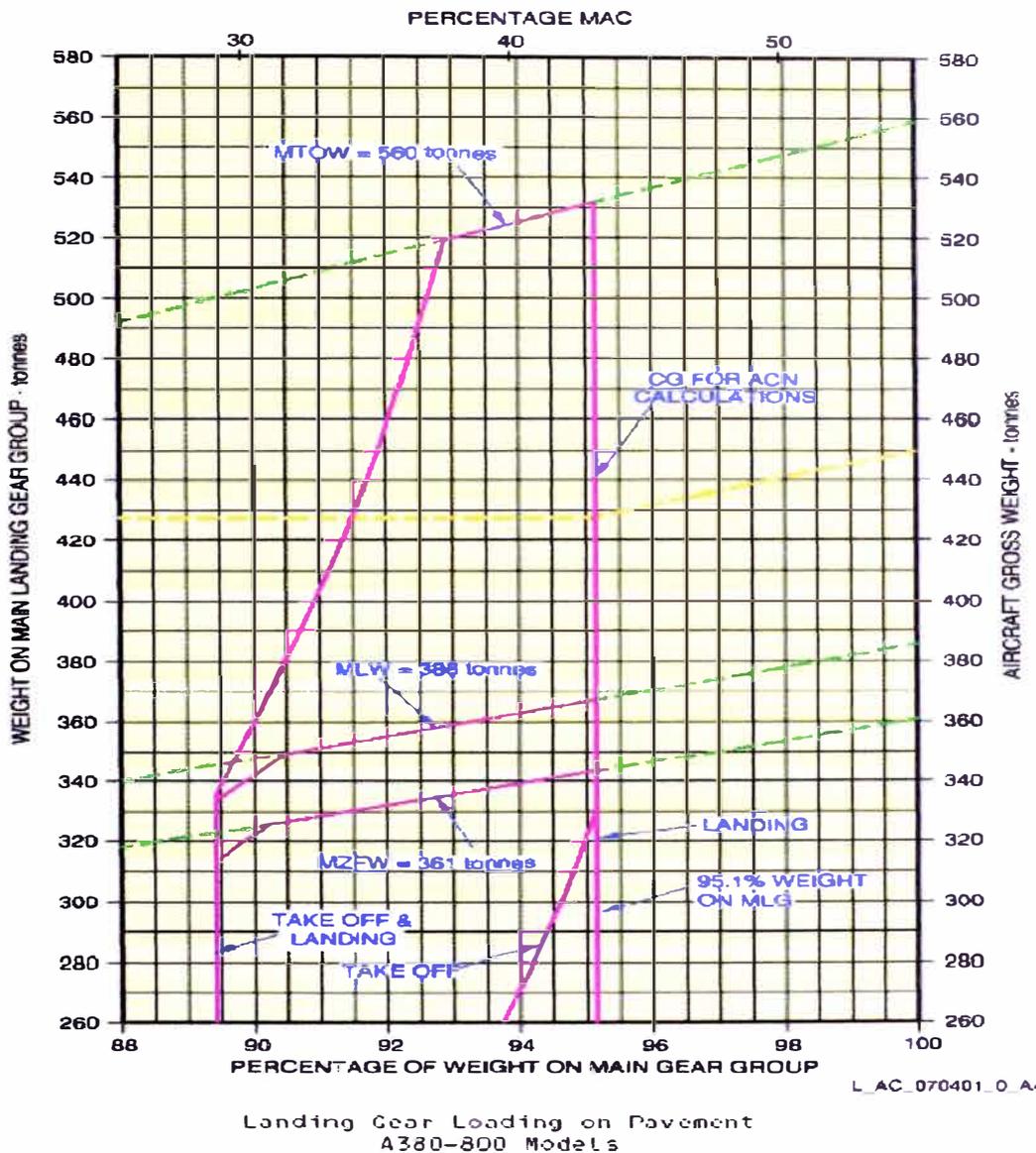
L AC 070300 0 AAMG 01 02

7-2

Figura 6.9 Cargas Máximas sobre el pavimento Modelos A 380-800

El Peso del Avión 450 toneladas (992 080 lb) y el porcentaje de peso en el tren de aterrizaje Principal es 95.1%.

Para estas condiciones el peso total en el Grupo del tren de aterrizaje Principal es 428 toneladas (943 580 lb).



**Grafico 6.3 Carga de rueda en el pavimento durante el aterrizaje A380**

Otro ejemplo mostrado, el Peso del Avión Grueso es 450 toneladas (992 080 lb) a CG A popa para los Cálculos de ACN (ejemplo anterior).

Para estas condiciones la carga en el tren de cada ala es 171.2 toneladas (377 430 lb) y la carga en los dos Vestidos del Cuerpo es 256.8 toneladas (566 150 lb). El peso total en el Grupo del tren de aterrizaje Principal es 428 toneladas (943 580 lb).

CG FOR ACN CALCULATIONS: 43 % MAC  
SEE SECTION 7-4-1 PAGE 1

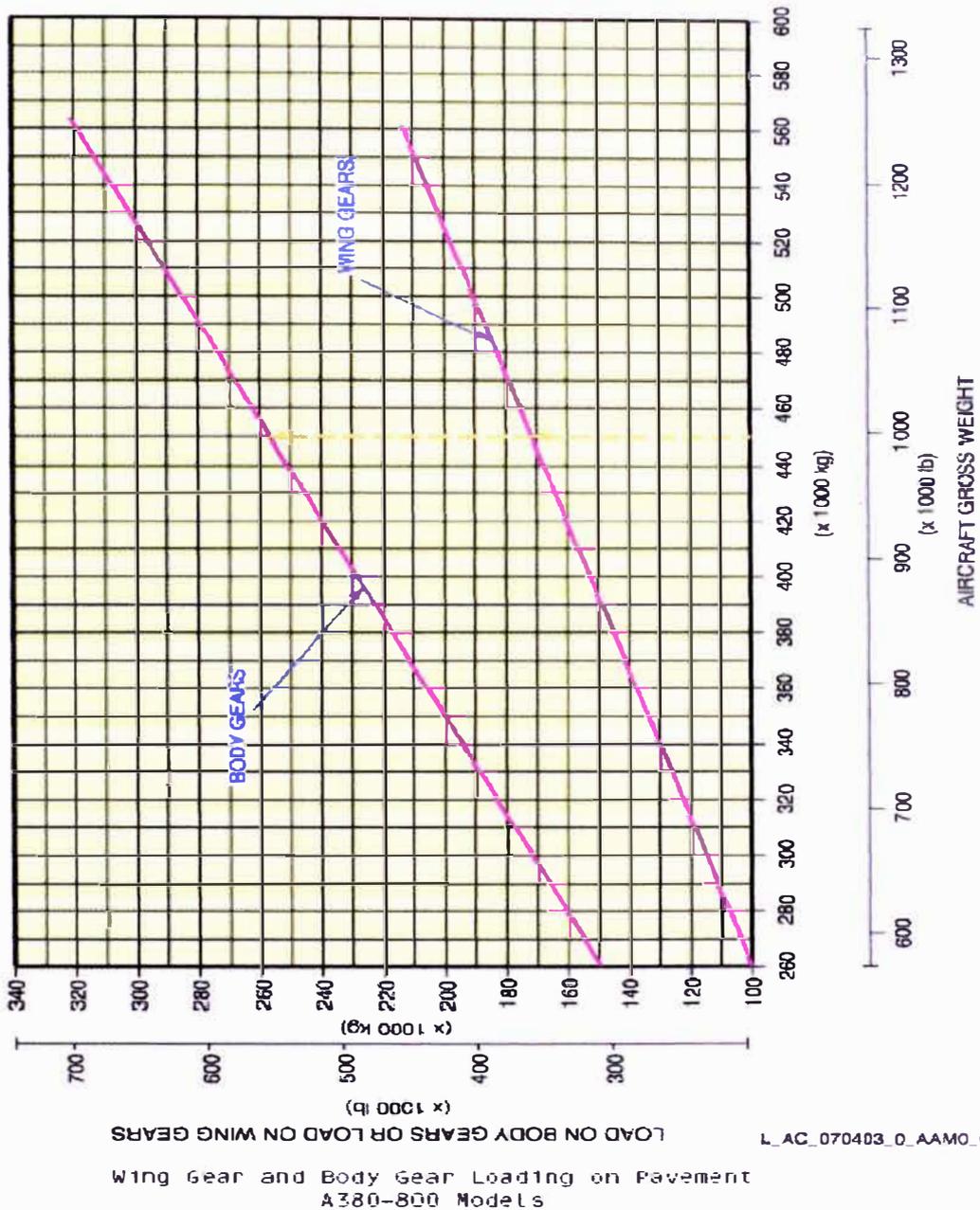


Grafico 6.4 Carga de Cuerpo y alas del A380 en el pavimento

\*Los requisitos del pavimento flexibles

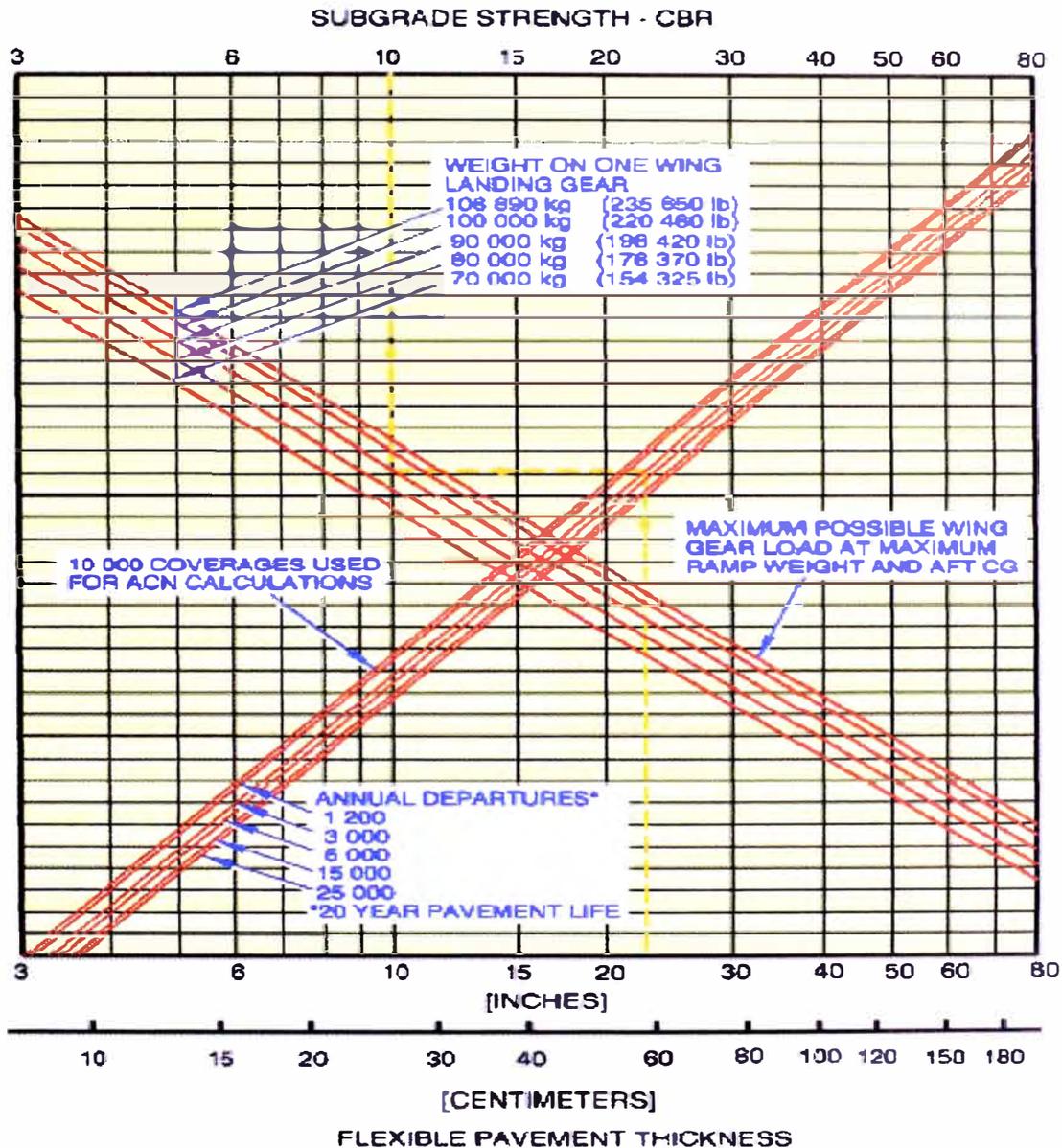
Método de plan de ingenieros del cuerpo del ejército americano:

Para encontrar un Espesor del Pavimento Flexible, el esfuerzo de CBR, el Nivel de la Salida anual y el peso en uno el tren de aterrizaje Principal debe ser conocido.

Para:

- un valor de CBR de 10

–un nivel de la Salida Anual de 3 000  
 –y la carga en un tren de aterrizaje del Ala de 90 000 kg (198 420 lb)  
 El Espesor del Pavimento Flexible requerido es 58 centímetro (22.5 pulgadas).  
 La línea que muestra 10 000 Fondos se usa para calcular el Avión  
 El Número de la clasificación (ACN).

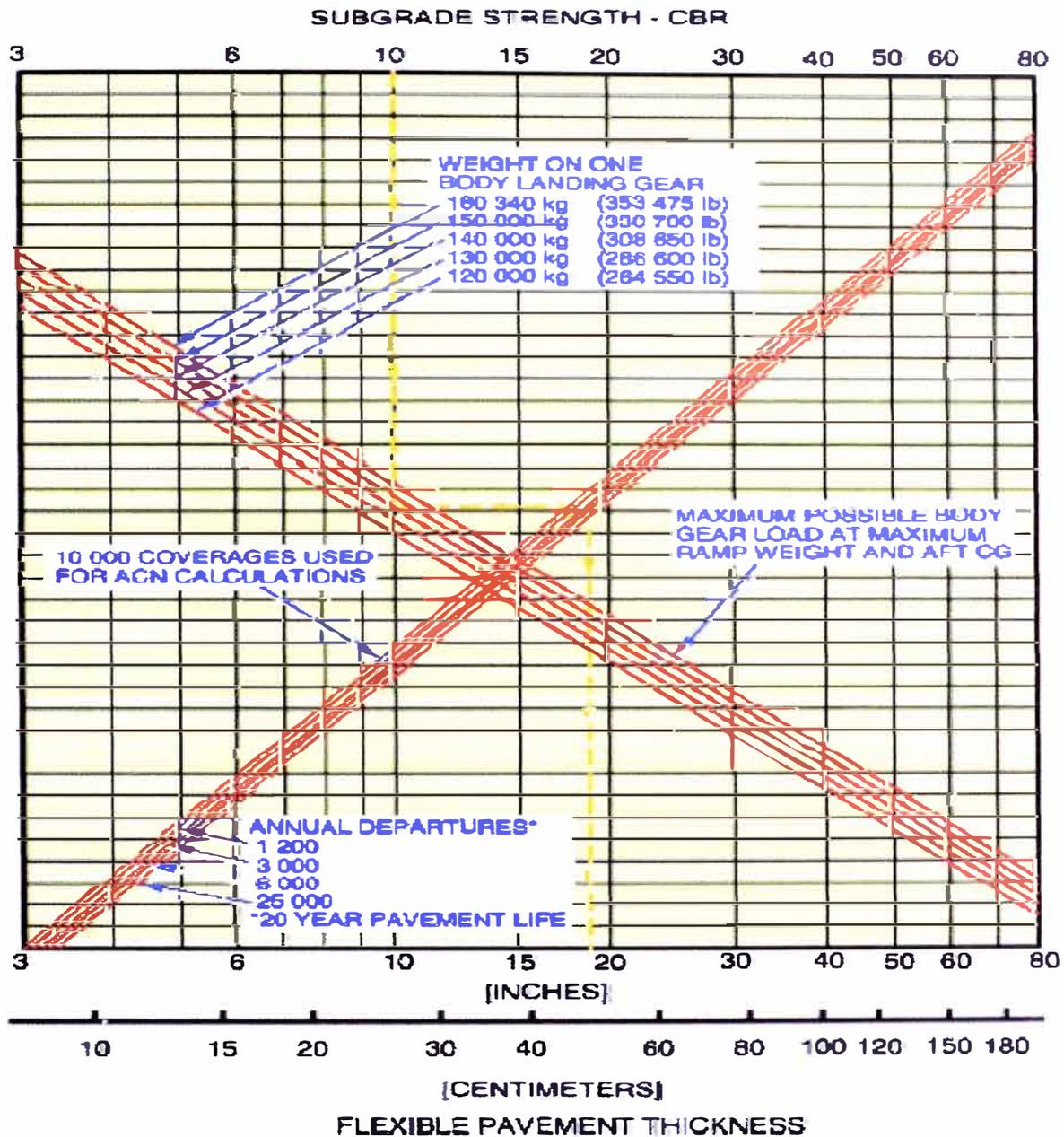


1400 x 530R23 40PR TIRES  
 TIRE PRESSURE CONSTANT AT 15.0 BAR (218 PSI)

LAC\_07051

Flexible Pavement Requirements - 4 Wheel Bogie  
 A380-800 Models

**Grafico 6.5 Requerimientos de pavimento Flexible**



1400 x 530R23 40PR TIRES  
TIRE PRESSURE CONSTANT AT 15.0 BAR (218 PSI)

L\_AC\_070501

**Flexible Pavement Requirements - 6 Wheel Bogie  
A380-800 Models**

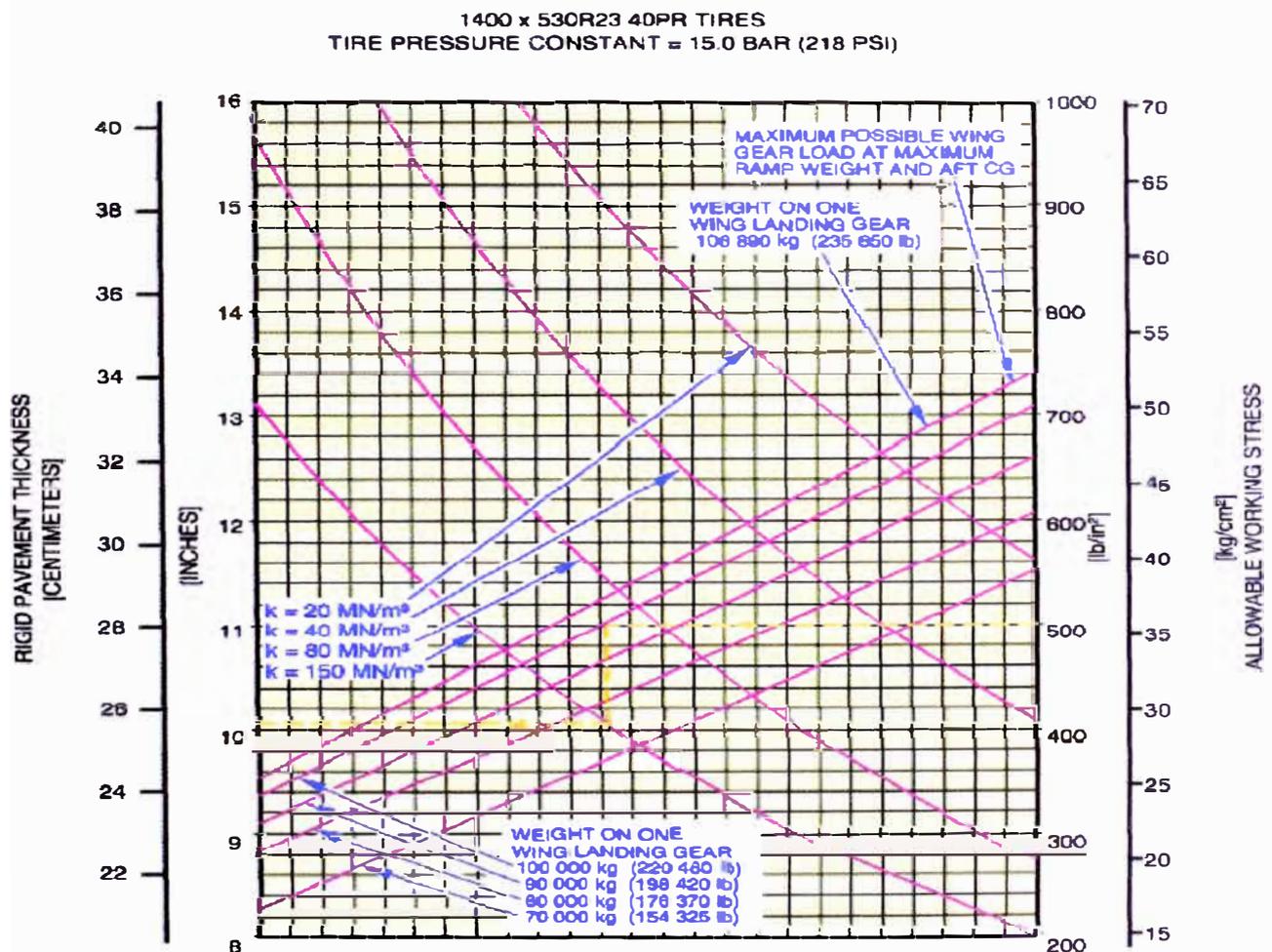
**Los requisitos del pavimento flexible - la conversión de LCN**

Para determinar el peso del avión en que puede acomodarse un Pavimento Flexible particular, ambos los LCN del pavimento y el espesor (h) debe conocerse.

**Los requisitos del pavimento rígidos – método de la asociación cemento Pórtland**  
 Para determinar un Espesor del Pavimento Rígido, el Módulo de reaccion (k), la tensión del funcionamiento aceptable y el peso en uno el tren de aterrizaje principal debe ser conocido.

Para:

- un valor de k de 550 lb/in<sup>3</sup> (150 MN/m<sup>3</sup>)
- una tensión activa aceptable de 500 lb/in<sup>2</sup> (36 kg/cm<sup>2</sup>)
- la carga en un tren de aterrizaje del Ala de 100 000 kg (220 460 lb), el Espesor del Pavimento Rígido requerido es 25.5 centímetro (10.1 pulgadas).



**NOTES:**  
 THE VALUES OBTAINED BY USING THE MAXIMUM LOAD REFERENCE LINE AND ANY VALUES FOR K ARE EXACT. FOR LOADS LESS THAN MAXIMUM, THE CURVES ARE EXACT FOR K = 80 MN/m<sup>3</sup> BUT DEVIATE SLIGHTLY FOR ANY OTHER VALUES OF K

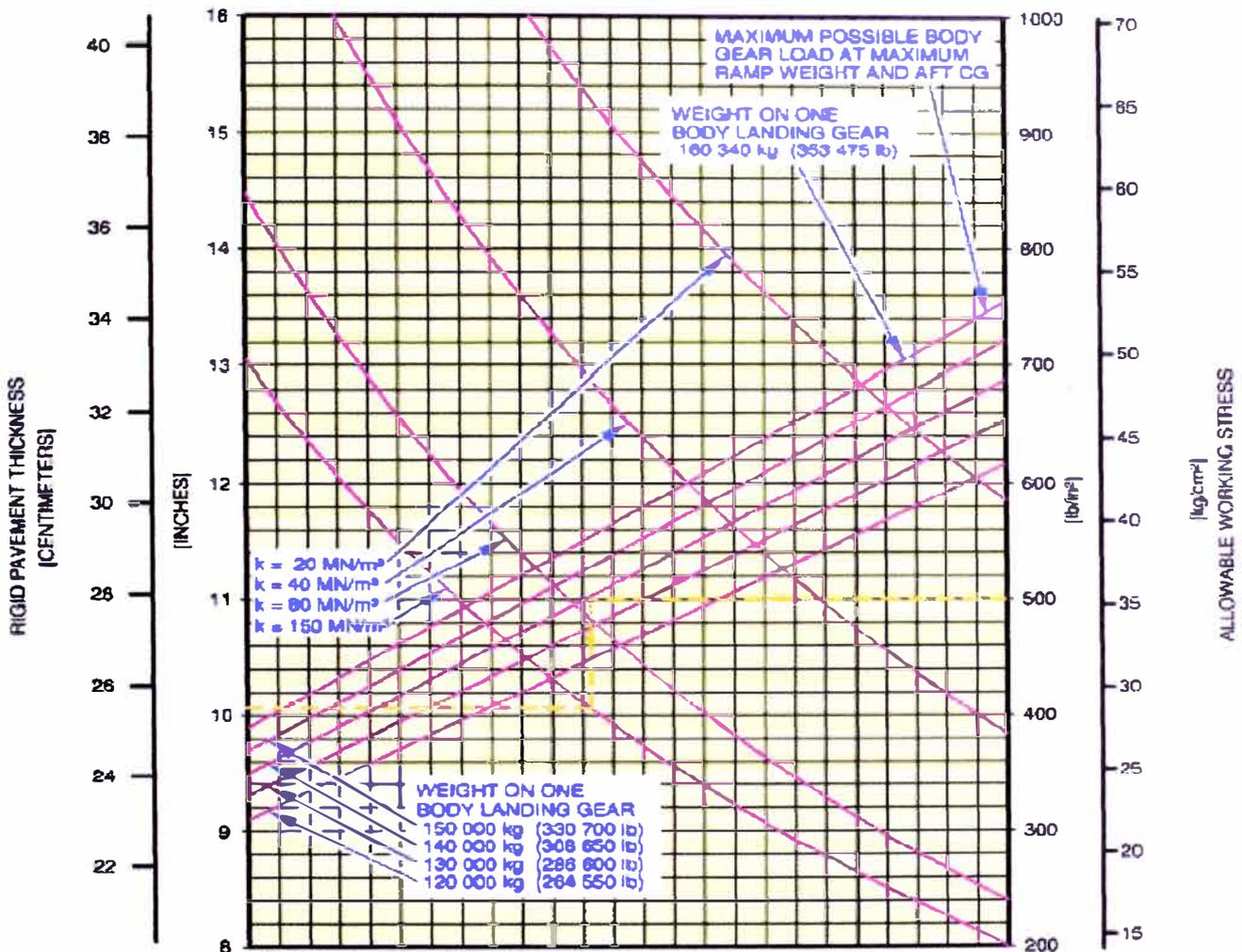
**REFERENCE:**  
 'DESIGN OF CONCRETE AIRPORT PAVEMENTS' AND 'COMPUTER PROGRAM FOR AIRPORT PAVEMENT DESIGN - PROGRAM PD:LB' PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

LAC.070701.0.AAMD.01.01

Rigid Pavement Requirements - 4 Wheel Eogie A380-800 Models

**Grafico 6.6 Requerimientos de pavimento rígido**

1400 x 530R23 40PR TIRES  
TIRE PRESSURE CONSTANT = 15.0 BAR (218 PSI)



**NOTES:**  
THE VALUES OBTAINED BY USING THE MAXIMUM LOAD REFERENCE LINE AND ANY VALUES FOR K ARE EXACT. FOR LOADS LESS THAN MAXIMUM, THE CURVES ARE EXACT FOR  $K = 80 \text{ MN/m}^3$  BUT DEVIATE SLIGHTLY FOR ANY OTHER VALUES OF K

**REFERENCE:**  
"DESIGN OF CONCRETE AIRPORT PAVEMENTS" AND "COMPUTER PROGRAM FOR AIRPORT PAVEMENT DESIGN - PROGRAM PDILB" PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

L\_AC\_070701\_0\_ACMO\_01\_01

Rigid Pavement Requirements - 6 Wheel Bogie  
A380-800 Models

Los requisitos del pavimento rígidos – la conversión de LCN

Para determinar el peso del avión en que puede acomodarse un Pavimento Rígido particular, ambos los LCN del pavimento y el Radio de Tiesura relativa (L) debe conocerse.

**RADIUS OF RELATIVE STIFFNESS (L)  
VALUES IN INCHES**

$$L = \frac{4 \sqrt{\frac{E d^3}{12(1-\mu^2)k}}}{k} = 24.1652 \sqrt{\frac{d^3}{k}}$$

WHERE E = Young's Modulus =  $4 \times 10^6$  psi  
 k = Subgrade Modulus, lb/in<sup>3</sup>  
 d = Rigid Pavement Thickness, inches  
 $\mu$  = Poisson's Ratio = 0.15

d	k=75	k=100	k=150	k=200	k=250	k=300	k=350	k=400	k=550
6.0	31.48	29.30	26.47	24.63	23.30	22.26	21.42	20.72	19.13
6.5	33.43	31.11	28.11	26.16	24.74	23.64	22.74	22.00	20.31
7.0	35.34	32.89	29.72	27.65	26.15	24.99	24.04	23.25	21.47
7.5	37.22	34.63	31.29	29.12	27.54	26.32	25.32	24.49	22.61
8.0	39.06	36.35	32.85	30.57	28.91	27.62	26.58	25.70	23.74
8.5	40.88	38.04	34.37	31.99	30.25	28.91	27.81	26.90	24.84
9.0	42.67	39.71	35.86	33.39	31.58	30.17	29.03	28.08	25.93
9.5	44.43	41.35	37.36	34.77	32.89	31.42	30.23	29.24	27.00
10.0	46.18	42.97	38.83	36.14	34.17	32.65	31.42	30.39	28.06
10.5	47.90	44.57	40.26	37.48	35.45	33.87	32.59	31.52	29.11
11.0	49.60	46.16	41.71	38.81	36.71	35.07	33.75	32.64	30.14
11.5	51.28	47.72	43.12	40.13	37.95	36.26	34.89	33.74	31.16
12.0	52.94	49.27	44.52	41.43	39.18	37.44	36.02	34.84	32.17
12.5	54.59	50.80	45.90	42.72	40.40	38.60	37.14	35.92	33.17
13.0	56.22	52.32	47.27	43.99	41.61	39.75	38.25	36.99	34.16
13.5	57.83	53.82	48.63	45.26	42.80	40.89	39.35	38.06	35.14
14.0	59.43	55.31	49.96	46.51	43.98	42.02	40.44	39.11	36.12
14.5	61.02	56.78	51.31	47.75	45.16	43.15	41.51	40.15	37.08
15.0	62.59	58.25	52.63	48.98	46.32	44.26	42.58	41.19	38.03
15.5	64.15	59.70	53.94	50.20	47.47	45.36	43.64	42.21	38.98
16.0	65.69	61.13	55.24	51.41	48.62	46.45	44.70	43.23	39.92
16.5	67.23	62.58	56.53	52.61	49.75	47.54	45.74	44.24	40.85
17.0	68.75	63.98	57.81	53.80	50.88	48.61	46.77	45.24	41.78
17.5	70.26	65.38	59.08	54.98	52.00	49.68	47.80	46.23	42.70
18.0	71.76	66.78	60.34	56.15	53.11	50.74	48.82	47.22	43.61
19.0	74.73	69.54	62.84	58.48	55.31	52.84	50.84	49.17	45.41
20.0	77.68	72.27	65.30	60.77	57.47	54.91	52.84	51.10	47.19
21.0	80.55	74.96	67.74	63.04	59.62	56.96	54.81	53.01	48.95
22.0	83.41	77.63	70.14	65.28	61.73	58.98	56.75	54.89	50.69
23.0	86.24	80.26	72.52	67.49	63.83	60.98	58.68	56.75	52.41
24.0	89.04	82.88	74.87	69.68	65.90	62.98	60.58	58.59	54.11
25.0	91.81	85.44	77.20	71.84	67.95	64.92	62.46	60.41	55.79

REFERENCE: PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

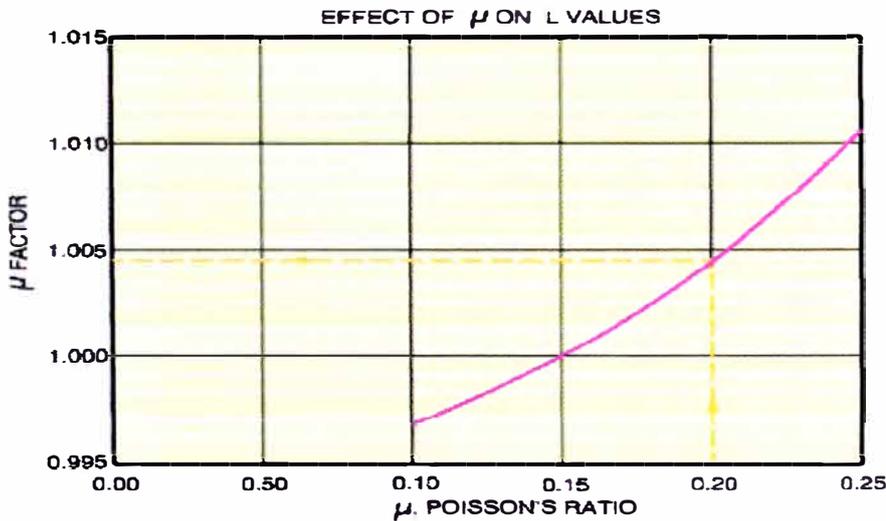
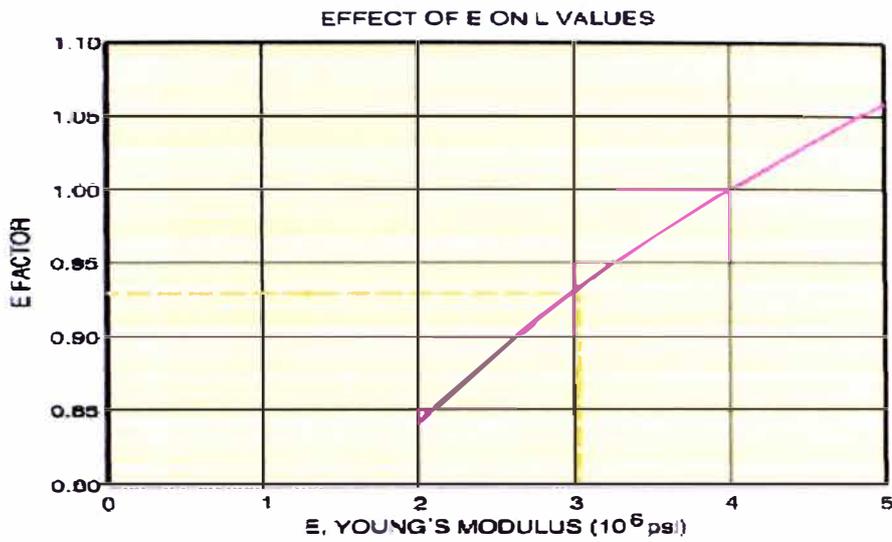
Radius of relative stiffness (other values of E and L)

La tabla presenta "L" valores basados en el modulo de Young

Modulus (E) of 4 000 000 psi and Poisson's Ratio ( $\mu$ ) of 0.15, es conveniente encontrar valores de L basados en otros valores de E y  $\mu$ , las curvas presentadas a continuación lo demuestran.

Por ejemplo para encontrar un valor de L basado en un E = 3 000 000 psi, el factor de E de 0.931 es multiplicado por el valor de L encontrado en la tabla anterior

Los efectos en las variaciones de  $\mu$  sobre L es tratado de forma similar.



ACN/PCN reporting system

Para encontrar el ACN de una aeronave sobre un pavimento rígido el peso completo y el esfuerzo de corte debe ser conocido.

A380-800:

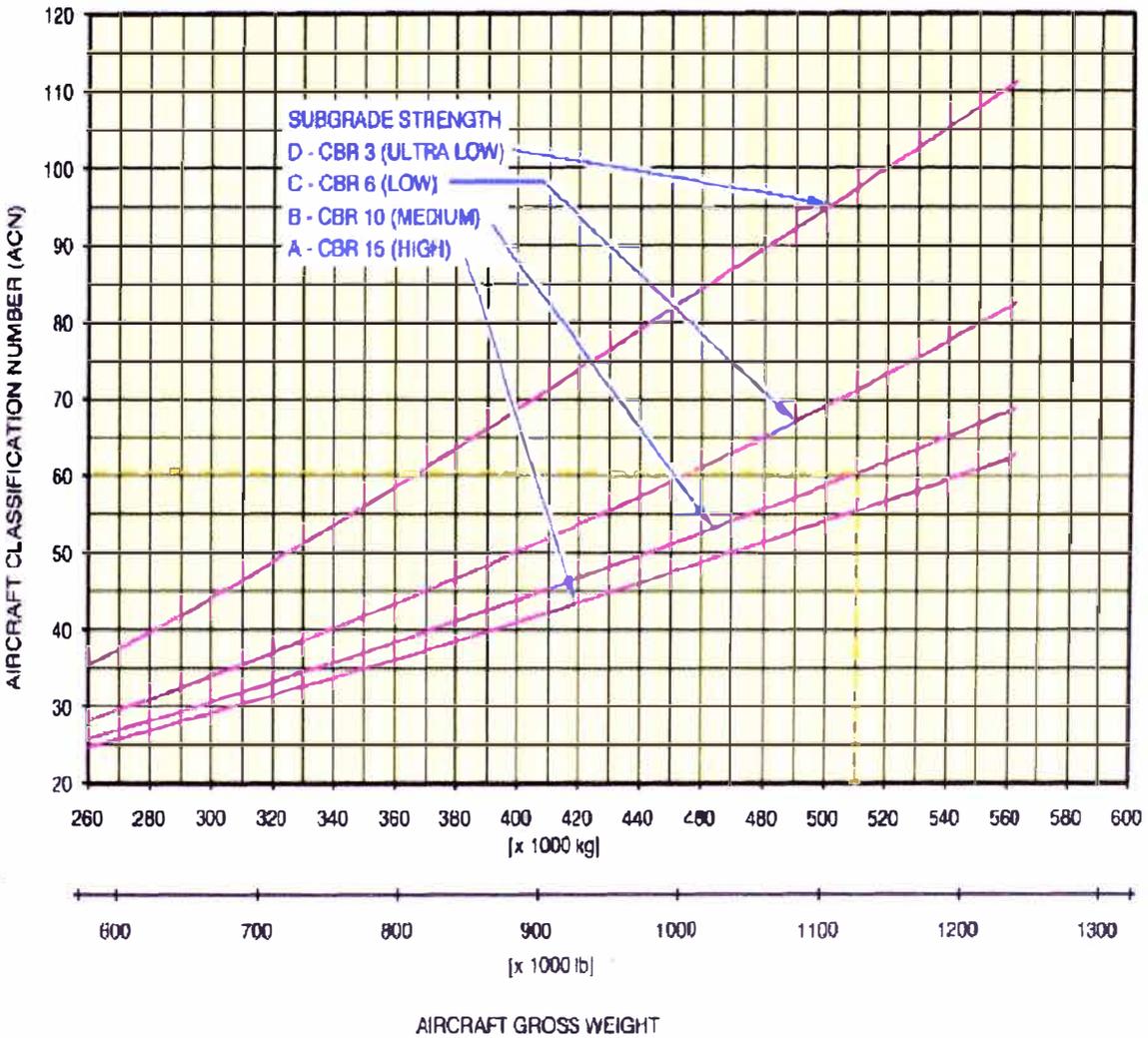
Para:

- Peso de 510 ton (1 124 360 lb)
- Esfuerzo medio (clase B),

El ACN para un pavimento flexible es 61.

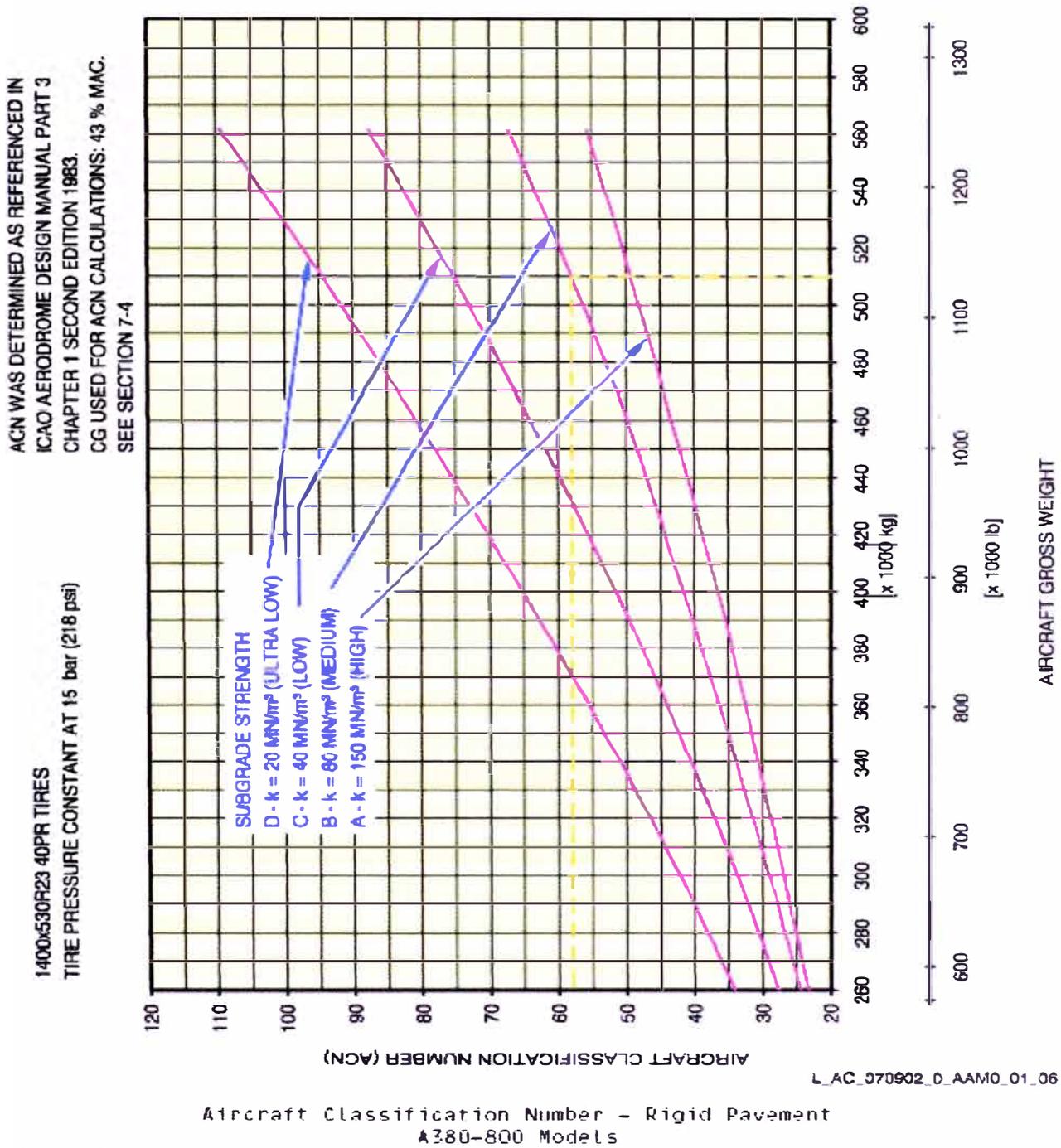
ACN WAS DETERMINED AS REFERENCED IN  
 ICAO AERODROME DESIGN MANUAL PART 3  
 CHAPTER 1 SECOND EDITION 1983.  
 CG USED FOR ACN CALCULATIONS: 43 % MAC.  
 SEE SECTION 7-4-1

1400x530R23 40PR TIRES  
 TIRE PRESSURE CONSTANT AT 15 bar (218 psi)



**Figura 6.10** Numero de Clasificación de Aeronave –Pavimento flexible (modelos A 380-800)

Para el mismo peso y mismo esfuerzo el ACN para el pavimento rígido es 58.5



**Figura 6.11 Numero de Clasificación de Aeronave –Pavimento rígido (modelos A 380-800)**

NOTA: un avión con un ACN igual o menor que el reportado PCN puede operar sobre un pavimento pero sujeto a una limitación en la presión.

(Ref: ICAO Aerodrome Design Manual Part 3 Chapter 1 Second Edition 1983)

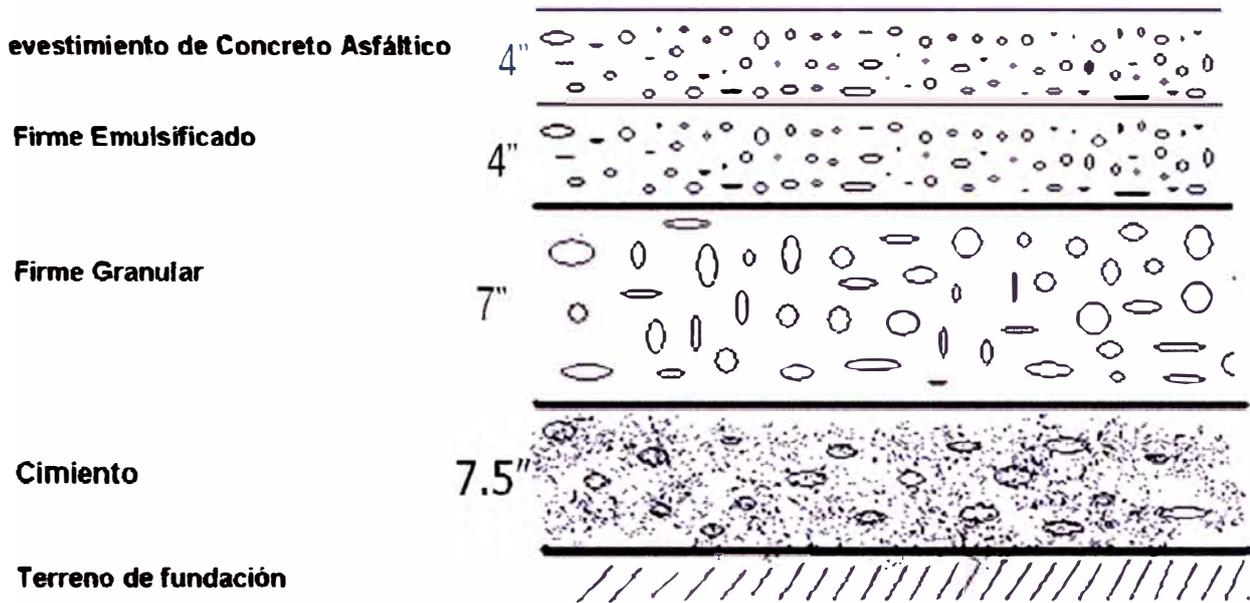


Figura 6.12 Espesores pavimento flexible

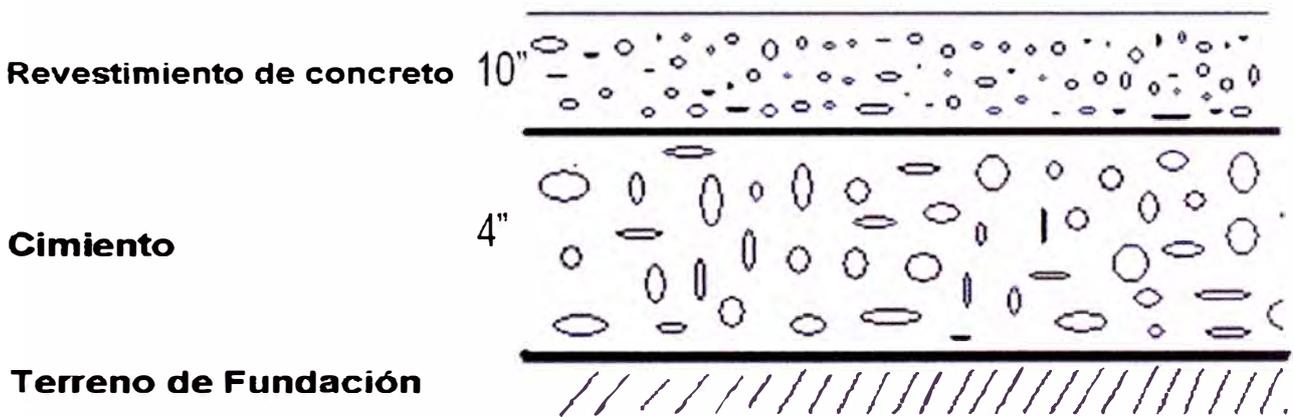


Figura 6.13 Espesores pavimento rígido

## Consideraciones

La compatibilidad en cuanto al diseño para los estándares actuales se ha ido analizando desde 1998, ahora el impacto de la llegada de este mastodonte, por ejemplo en los aeropuertos va a ser mínimo gracias a los estudios realizados, con las 22 ruedas que cuenta el A380 se ha conseguido que la carga sobre el pavimento sea la misma que los aviones actualmente en servicio, a pesar de sus 560 ton. El ancho de vía se a mantenido dentro de las medidas convencionales lo que hará innecesario aumentar el ancho de las pistas de aterrizaje, todo ello a pesar de que la envergadura será de 80 m, es decir ligeramente mas ancho que un campo de fútbol. Todos los estudios de compatibilidad que se realizan por primera vez en el mundo antes que una aeronave entre en servicio, ha permitido introducir unos ahorros considerables a las empresas y organismos propietarios de los principales aeropuertos internacionales. La llegada del A380 supone un impacto mínimo en los aeropuertos nada comparables con la revolución que supuso la llegada de los primeros aviones a reacción que obligo el pavimentado de las pistas y su alargamiento.

### 6.70 Diseño de drenaje :

La existencia de un sistema adecuado de drenaje para la evacuación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, resulta vital para la seguridad del avión y duración de los pavimentos. Un drenaje inadecuado implica la formación de charcos en la superficie del pavimento que pueden resultar peligrosos para el despegue y el aterrizaje de los aviones, un mal drenaje puede implicar el un deterioro rápido de los pavimentos.

Fines del drenaje en aeropuertos:

- 1.-Interceptación y desviación de las corrientes de agua superficial y subterránea que se originan en los terrenos adyacentes al aeropuerto.
- 2.-Evacuación del agua superficial en los aeropuertos.
- 3.-Evacuación de las aguas subterráneas en los mismos.

En vista del análisis de hidrología, se observo muy poca precipitación por lo tanto la determinación del agua a evacuar es mínima, no se requiere de la aplicación de criterio especial de drenaje.

El drenaje del firme y del terreno de fundación ha sido separado del drenaje superficial, para este proyecto.

#### Drenaje Superficial.

Tal como se indicó anteriormente, el drenaje superficial no es un factor importante en esta ubicación debido a la poca precipitación en la zona de Lima y Callao. Sin embargo se debe contar con un sistema dentro de la ubicación propuesta para la construcción.

En el nuevo pavimento propuesto, se asume, que para un fácil mantenimiento, y para satisfacer las necesidades de irrigación de áreas verdes, aquellas áreas no consideradas deberán ser mantenidas mediante un sistema de irrigación.

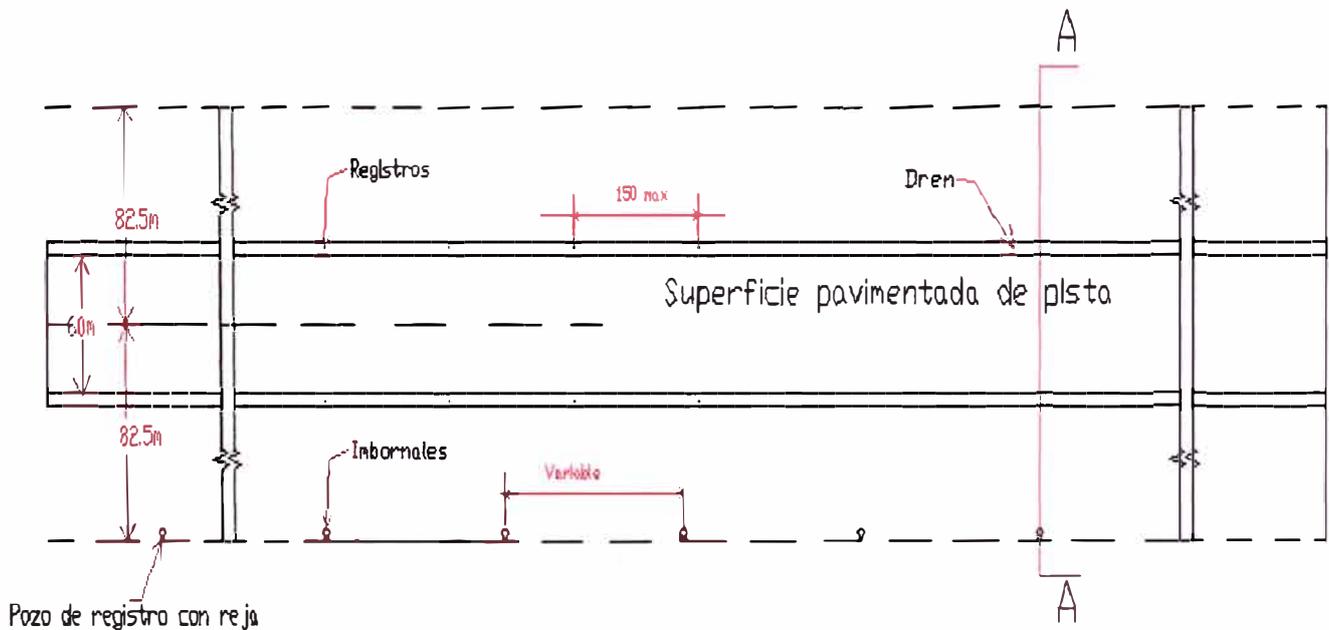
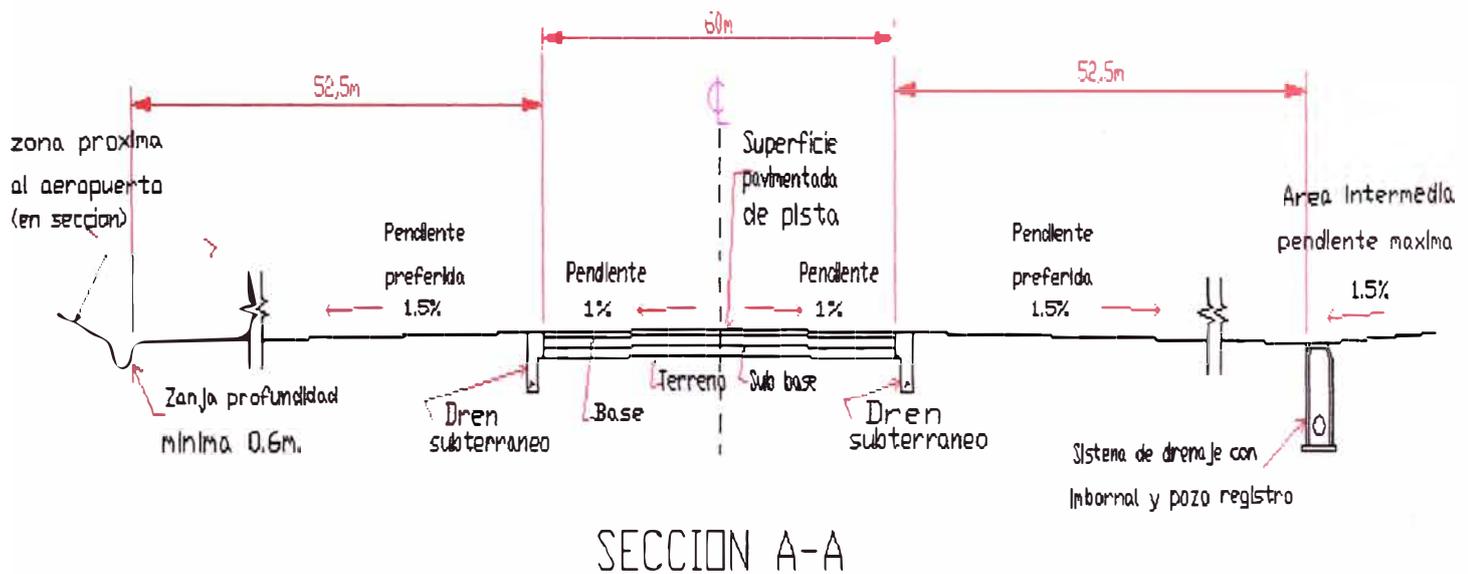
La disposición del drenaje superficial podría ser de la siguiente manera:

Drenaje Subterráneo (Firme y Cimiento).

Nuevamente, el drenaje de la base no es aquí tan significante, como en las áreas donde se observa moderada precipitación pluvial.

Debido a la naturaleza del terreno que ha sido creado producto del relleno y formación de una isla artificial y como consecuencia se obtendrá un área seca.

No existe agua subterránea, por lo tanto no hay necesidad de realizar trabajos de secado, ni disminución de napa freática, etc.



**Figura 6.14 Drenaje recomendado**

### 6.80 Señalización:

Es importante indicar que en caso los estudio definitivos consideren que la neblina constituye un problema, se puede proponer una "Pista de vuelo por instrumentos Categoría III" servida por ILS o MLS hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma.

Y de orden 1º de importancia por tratarse de una pista para aproximaciones de precisión.

En el plano de Señales y marcas Visuales se detalla cada Iluminación y señalización.

#### 1. Pista de Aterrizaje.

Se ha propuesto un sistema de luces de aproximación, para categoría III, con un equipo de transferencia de energía. Todos los componentes de este sistema inicial, (Categoría III), pueden ser utilizados en el futuro.

#### 2. Calle de Rodaje.

Se propone un sistema completo de luces de intensidad media para la calle de rodaje, de tal forma de tener en mínimo número de circuitos con energía para un determinado taxeo.

#### 3. Sistema para la aproximación visual de Indicadores de pendiente (VASIS).

Se han propuesto cuatro sistemas completos de "T" VASI con el objeto de proporcionar ayudas visuales de aproximación a la nueva pista de aterrizaje. Se propuso "T" - VASI porque dan información visual positiva a los pilotos de todo tipo de aeronaves en forma sencilla y cuando son usados apropiadamente, proveen a cada tipo de avión, una senda de planeo que asegura la altura libre necesaria sobre el umbral.

#### 4. Señalización de las calles de rodaje - Guías.

Se propone usar en todas las intersecciones importantes, adecuada señalización con pintura reflectiva que proporcione instrucciones precisas a las aeronaves que aterrizan y faciliten las operaciones de taxeo, así como para prevenir posible confusión y demora.

#### Señalización de la Pista y Calle de Rodaje.

Se realizará la señalización de la pista y calle de rodaje de acuerdo con las recomendaciones del Anexo 14 de la OACI.

#### Iluminación y Señalización de la plataforma.

Los postes de iluminación de sodio de alta presión, deberán colocarse para suministrar luz suficiente a las operaciones de carga y pasajeros. Se pueden usar luces empotradas en el pavimento para suplementar la iluminación de los postes y proveer iluminación de los postes bajo la aeronave, donde sea necesario.

Debe señalarse con color amarillo, la guía para las ruedas delanteras de la aeronave Crítica, facilitando las operaciones de parqueo. Sistemas especiales de guía visual para el equipo usado en rampa, deberán ser instalados por las Compañías Aéreas, de acuerdo a sus necesidades.

### Radioayudas:

Los diferentes componentes del propuesto sistema ILS que servirán a la pista principal en San Lorenzo, Los componentes del sistema propuesto son los siguientes:

- a. Localizador: Sus características son las recomendadas por el Anexo 10 de la OACI.
- b. Senda de Planeo.
- c. Marcador Medio: El marcador medio estará ubicado en la zona que corresponde a la altura de decisión.
- d. DME: Este equipo estaría ubicado junto con la senda de planeo y proporcionara información de distancia a la zona de contacto, eliminando la necesidad de colocar un marcador exterior.
- e. Control telefónico para ILS/DME: El control de los equipos ILS y DME, se hará desde la torre de control a través de un sistema telefónico.

### **6.90 Sistema vial:**

En horas punta toda la red vial se encuentra congestionada, de modo que ir del aeropuerto Jorge Chávez a las partes más importantes de Lima (Lima, San Isidro, Miraflores o Barranco) toma entre 30 y 60 minutos,

Para un proyecto de esta magnitud es sumamente importante el diseño de un adecuado sistema vial que una todo el Sistema Hub ubicado en la isla San Lorenzo con el Callao, este sistema debe reunir las siguientes características:

- Hacer eficiente el transporte del Callao a la Isla San Lorenzo, atendiendo a un volumen determinado de autos, camiones de carga, y demás medios de transporte que deseen ir tanto al aeropuerto, Puerto o complejo turístico, etc.
- Minimizar los tiempos de traslado de la ciudad a la isla.
- Brindar confort y seguridad a las personas y carga que deseen ir a la isla.
- Estar en armonía con el entorno y el paisajismo de la zona.

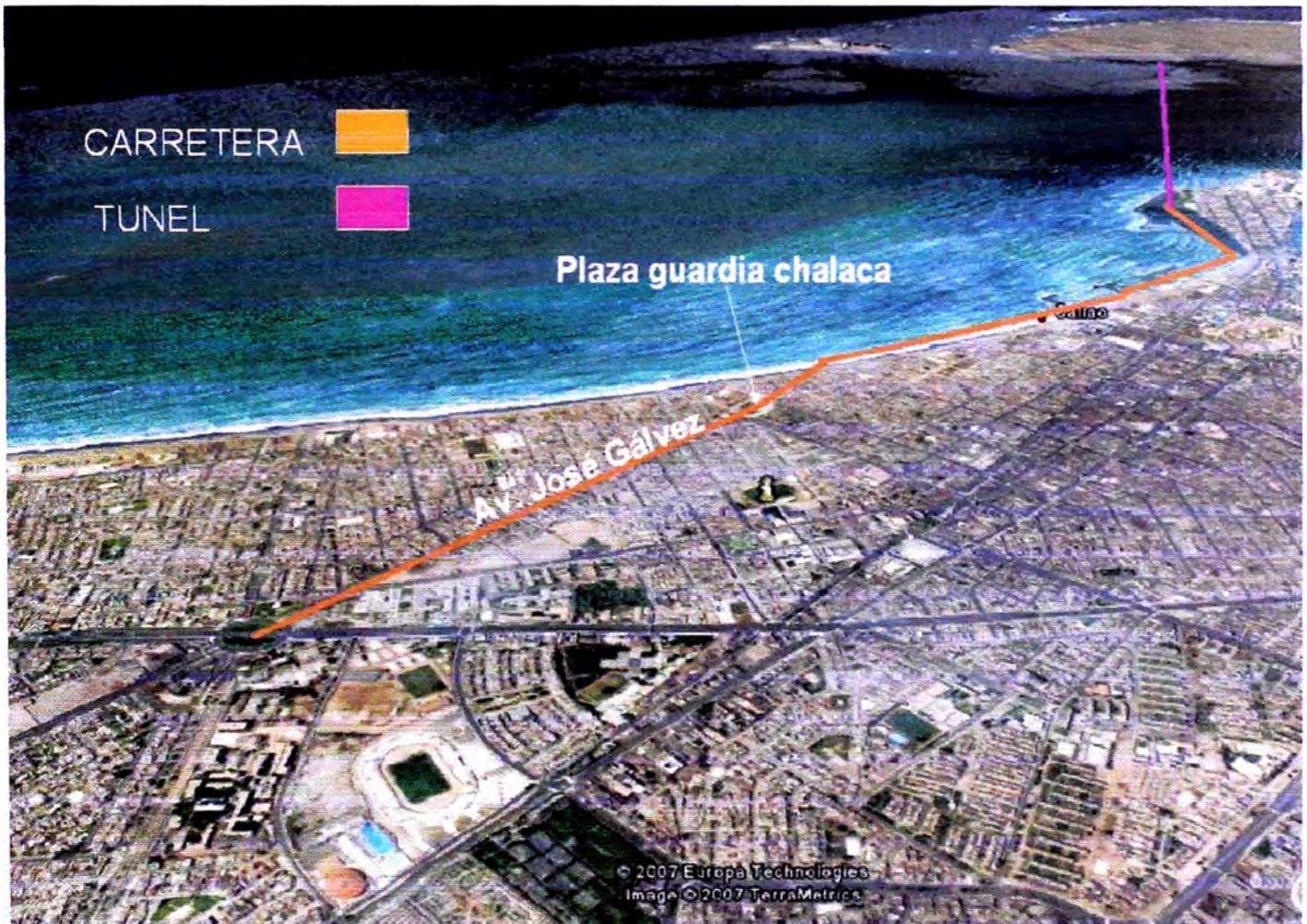
Se pensó hace unos años como ya se comento en antecedentes el unir a la Isla San Lorenzo con el Callao con un puente, sin embargo esto a criterio de esta investigación no sería recomendable ya que según especialistas las corrientes fuertes de la zona entre el Callao y la isla terminarían destruyendo los pilares del puente a la larga, además el puente alteraría el paisaje del lugar radicalmente teniendo en cuenta que se trata de 4 kilómetros de separación que tiene que unirse.

La tecnología últimamente a desarrollado nuevas alternativas de unir dos lugares separados por el mar sin necesidad de puente, mediante las grandes maquinas excavadoras de túneles tal como se ha visto en Europa que hace casi 20 años empezó la construcción de un túnel que unió Francia con Inglaterra, mediante aproximadamente 50 kilómetros de túnel subterráneo a una profundidad media de 40 metros, en nuestro caso se trataría de solo 4 kilómetros y una profundidad aproximada de 20 metros o menos según lo concluyan los estudios correspondientes, ya que los planos de sondajes muestran que las profundidades de entre La Punta y la Isla San Lorenzo son relativamente pequeñas (Ver Carta Hidronav 2234 anexada en la presente tesis).

Por lo tanto se propone un túnel como medio de unión entre la isla San Lorenzo y el Callao, el punto siguiente sería de que parte del Callao empezaría y en que parte de la Isla terminaría, para lo primero debemos de considerar que la cantidad de tráfico de autos, camiones de carga y demás medios de transporte será considerable por lo cual el

distrito de La Punta no sería el punto de partida ya que este no presenta vías de alto tránsito.

Al revisar las principales vías de alto tránsito cercanas a la zona en cuestión, se puede determinar que la mejor alternativa se encuentra en partir del ovalo la Perla ya que en este empiezan las avenidas Venezuela y La Marina que son de alto tránsito y pueden recibir todo este flujo de tráfico, tal como se muestra en la siguiente figura:



**Foto 6.7 Sistema vial que empezaría en el ovalo La Perla donde empiezan las avenidas La Marina y Venezuela, para luego ir Av. José Gálvez y continuar mediante la construcción de una nueva avenida en el litoral.**

De la avenida José Gálvez la cual puede ser habilitada para el nuevo flujo de tráfico ampliándose hasta llegar a la Plaza Guardia Chalaca y habría la necesidad de expropiar algunas viviendas de el asentamiento humano San Judas Tadeo (Se haría necesario para mejorar el tránsito rápido), y empezar la construcción de una nueva vía Callao la cual recorrería todo el litoral hasta llegar a la zona de contacto con el túnel en La Punta que podría estar por el parque Fernández o el parque Ostolaza. Ver figura 6.15 y Fotos 6.7 y 6.8.

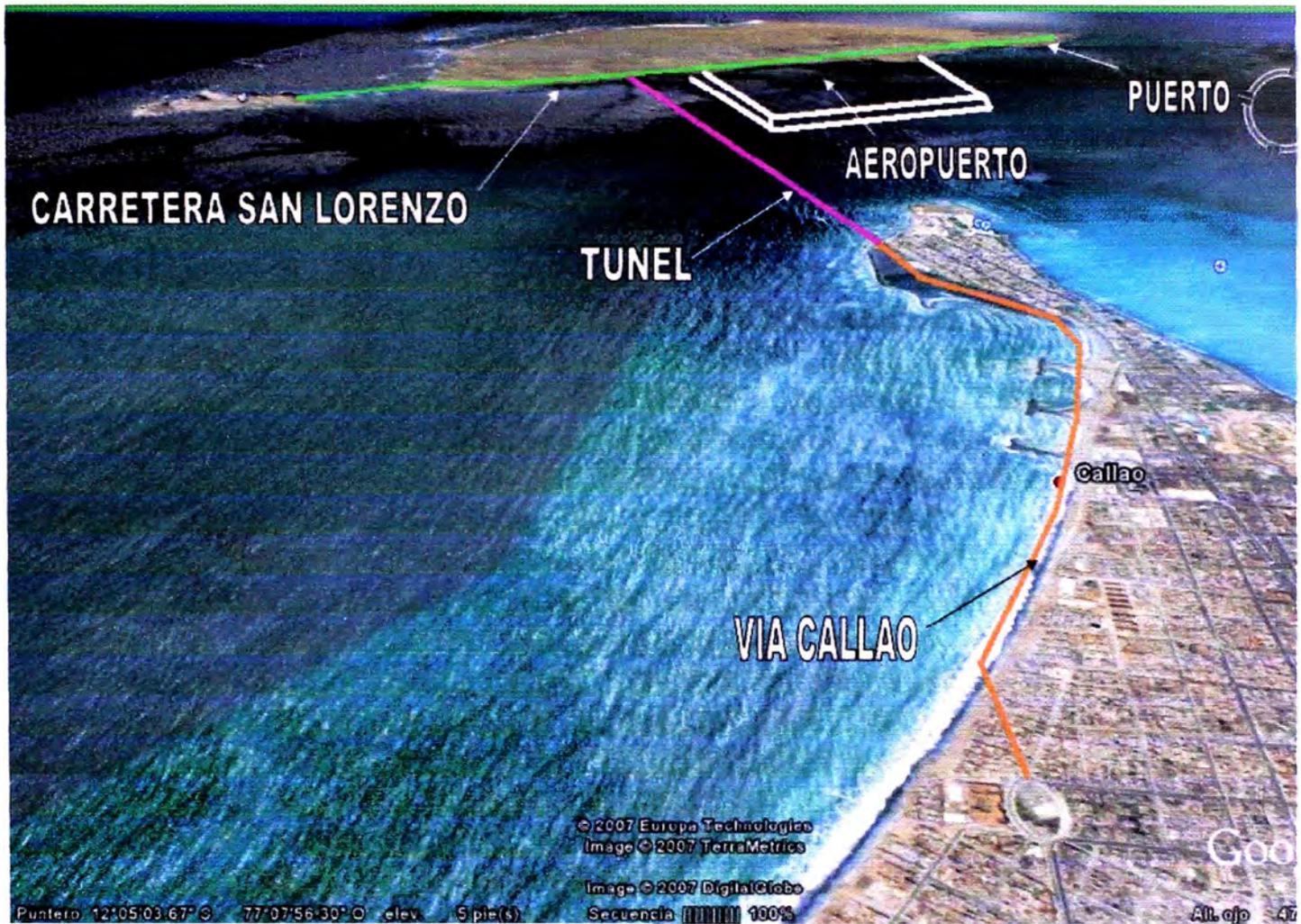
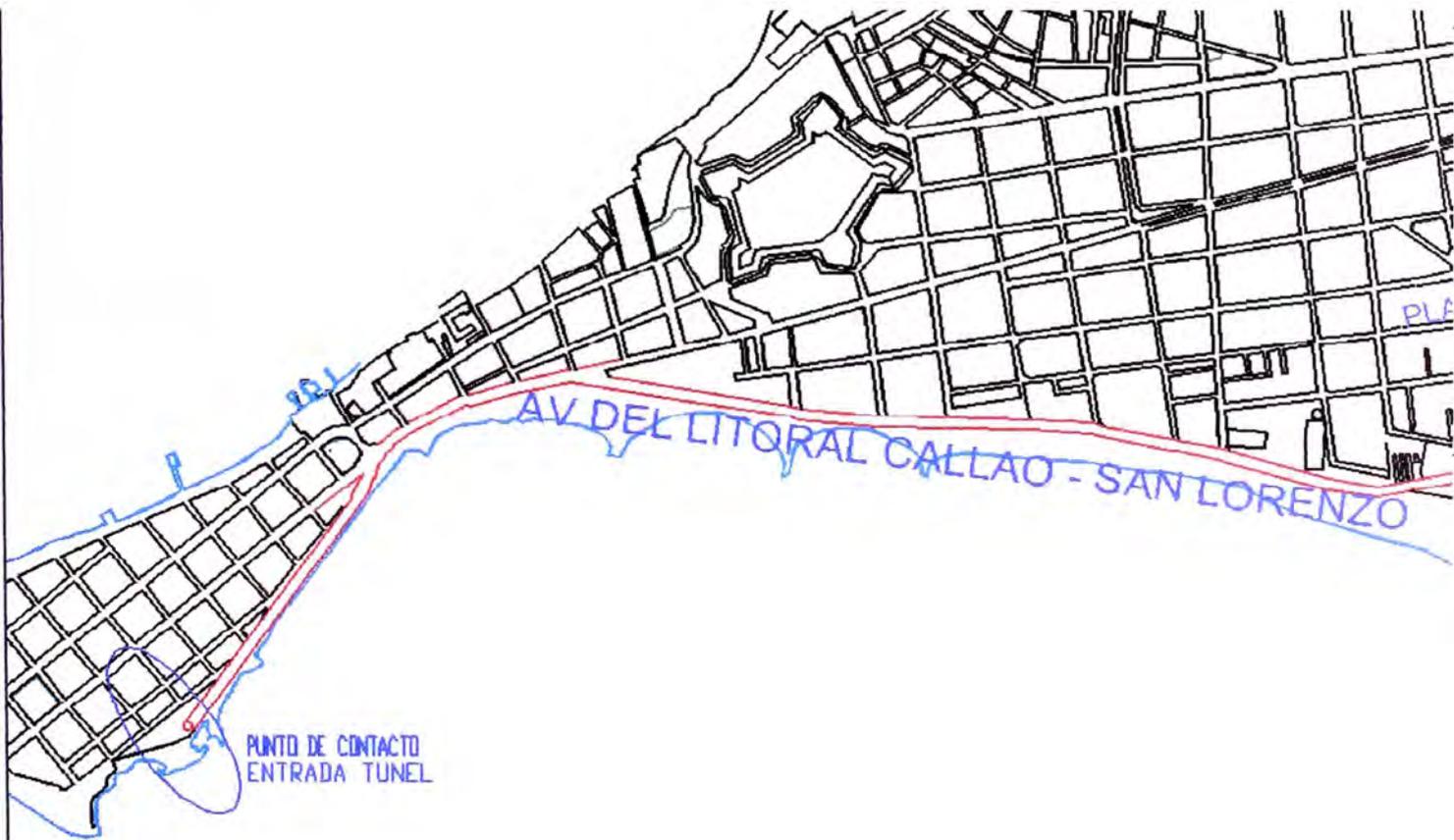


Foto 6.8 Sistema vial Callao - Isla San Lorenzo

El punto de contacto en la isla estaría en la zona sur de la Isla y cercano a la isla artificial donde se ubicaría el Aeropuerto de La Isla San Lorenzo.



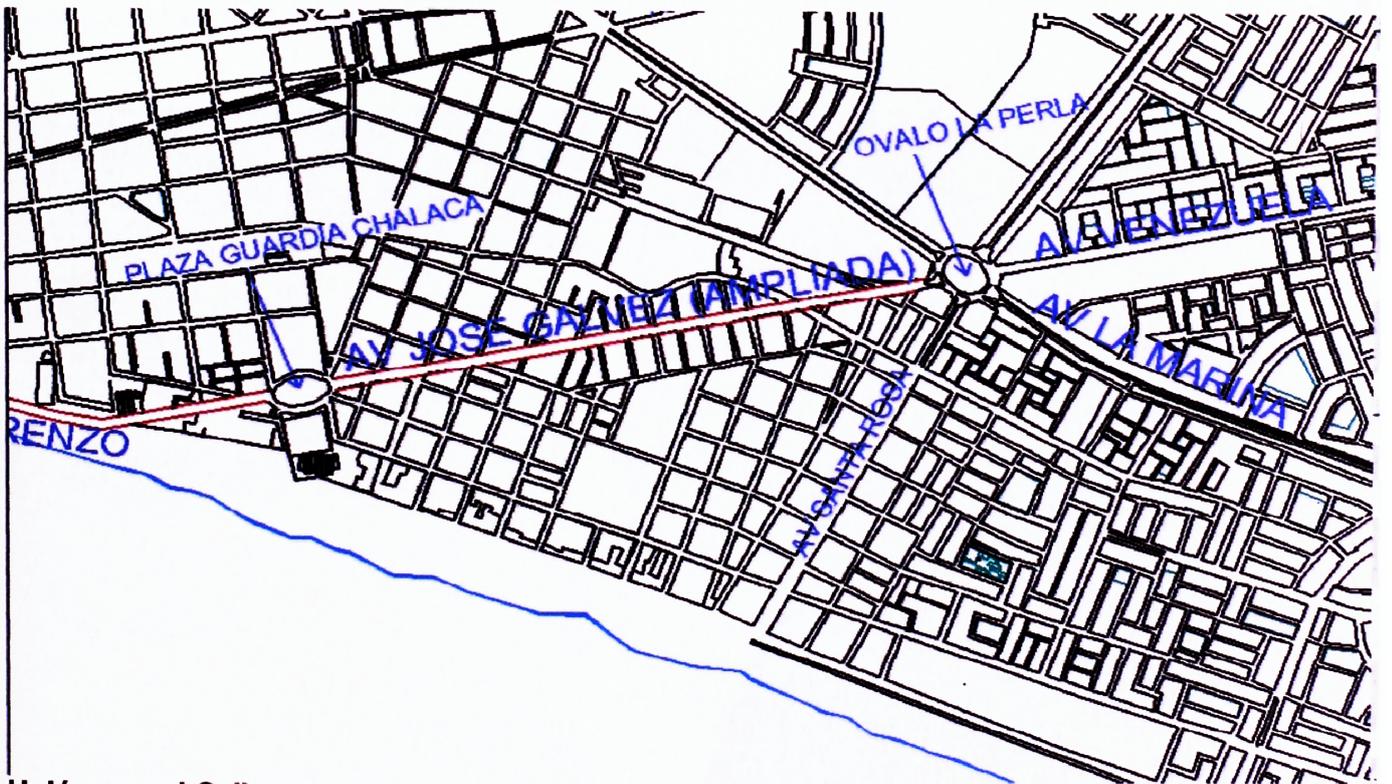
Figura 6.15 Sistema vial de unión del Callao con la Isla San Lorenzo



Inicio



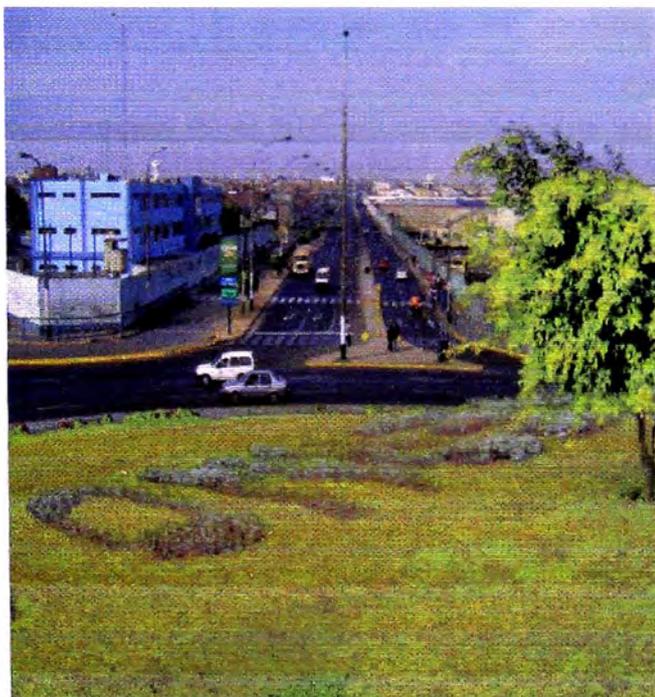
**Recorrido**



**Unión con el Callao**



**Foto 6.9 Ovalo La Perla - Inicio Av. José Gálvez**



**Foto 6.10 Inicio Av. Venezuela**



**Foto 6.11 Inicio Av. La Marina**

## CAPITULO VII

### VII) IMPACTO AMBIENTAL

#### 7.00 Generalidades:

El Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (CMA) otorga el marco general de las obligaciones ambientales relativas a la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

De acuerdo a lo previsto en el CMA y sus normas modificatorias y reglamentarias, toda persona natural o jurídica que vaya a realizar alguna actividad que pudiera causar un impacto negativo en el ambiente debe contar con un Estudio de Impacto Ambiental - EIA. Sobre el particular, es importante destacar la aprobación de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). La norma dispone que el SEIA es un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

La Ley N° 27446 incorpora la obligación de que todo proyecto de inversión público y/o privado que implique actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos deberá contar necesariamente con una certificación ambiental, previamente a su ejecución, de acuerdo a lo dispuesto en la propia Ley y en su respectivo Reglamento. La certificación ambiental es la resolución que emite la autoridad competente aprobando el estudio de impacto ambiental.

En los casos que el EIA considere actividades y/o acciones que modifican el estado natural de los recursos renovables agua, suelo, flora y fauna, previamente a la aprobación de la autoridad sectorial competente, se requerirá la opinión técnica del Ministerio de Agricultura, a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Las actividades y/o acciones que se consideran que modifican el estado natural de los recursos naturales renovables son:

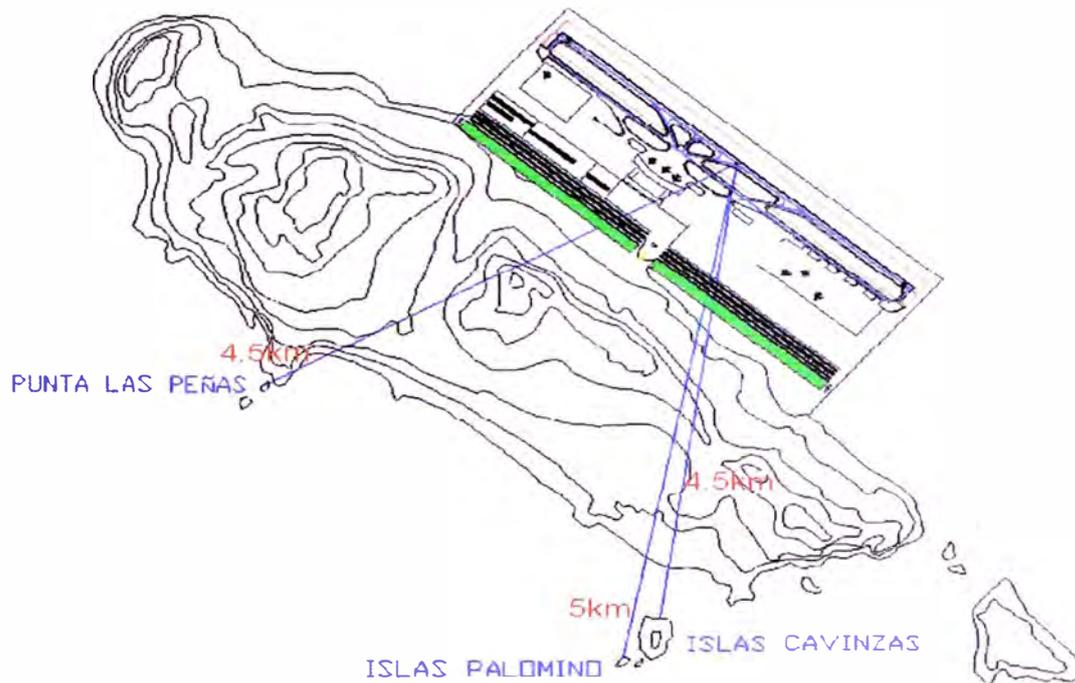
\* Alteración en el flujo y/o calidad de las aguas superficiales y subterráneas: Para nuestro caso, no tenemos seguridad con respecto de encontrar el recurso agua en la isla, como se explico antes esta podría estar a 300 metros de profundidad.

\* Represamientos y canalización de cursos de agua: No existe ninguna obra de este tipo en el proyecto propuesto.

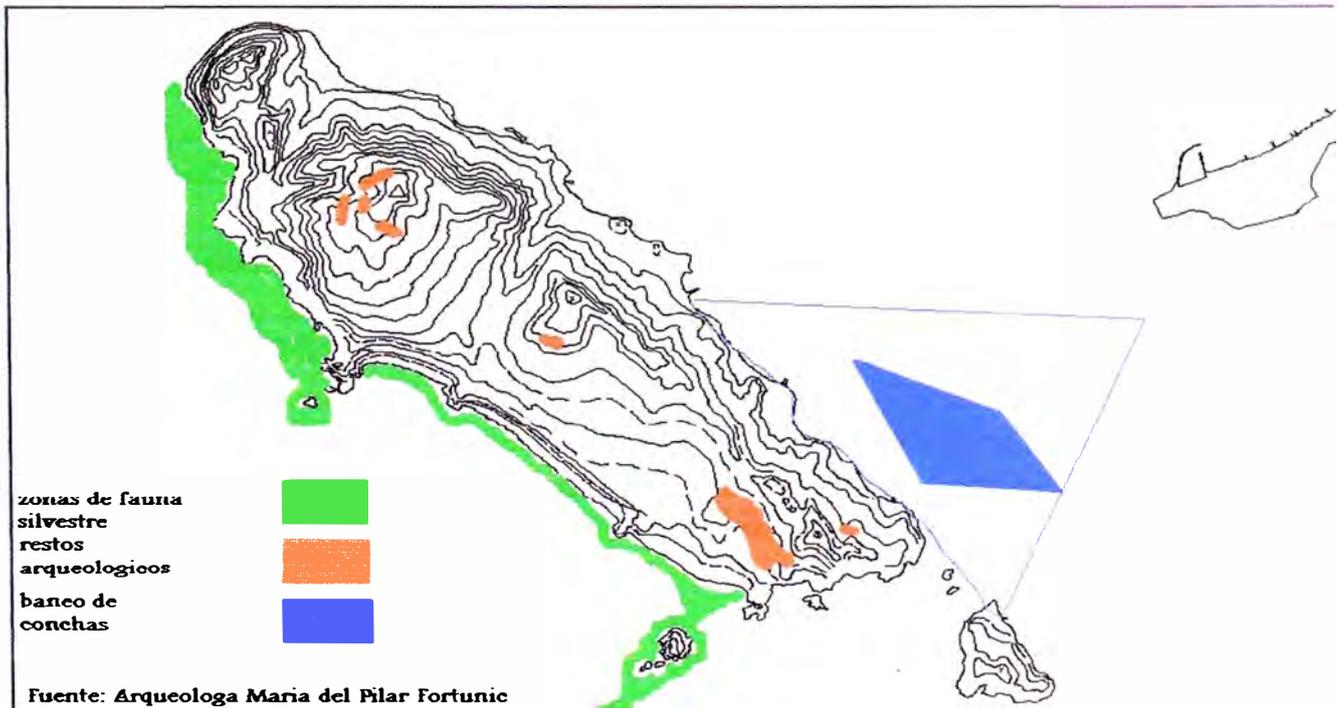
\* Remoción del suelo y de la vegetación: Se debe remover como se calculo aproximadamente 70'000,000 metros cúbicos de tierra para la construcción de la isla artificial que sirva de plataforma al aeropuerto, de acuerdo a la propuesta esta alterara en lo mínimo el paisaje de la isla.

\* Alteración de hábitats de fauna silvestre: Los hábitats de la fauna silvestre se encuentran a aproximadamente 5 kilómetros del aeropuerto en las "Islas Palomino", 4.5 kilómetros en las "Islas Cavinzas" donde se encuentran las aves guaneras y 4.5 kilómetros en "Punta Las Peñas" donde se encuentran las aves guaneras y los Pingüinos de Humboldt, no serian alterados en lo absoluto.

El riesgo que correrían las aves de chocar con los aviones es bajo ya que no se ha observado que estas transiten por el área comprendida del aeropuerto en proyecto.



**Figura 7.1** Distancia del centro de la pista a las principales hábitats de fauna silvestre de la Isla San Lorenzo



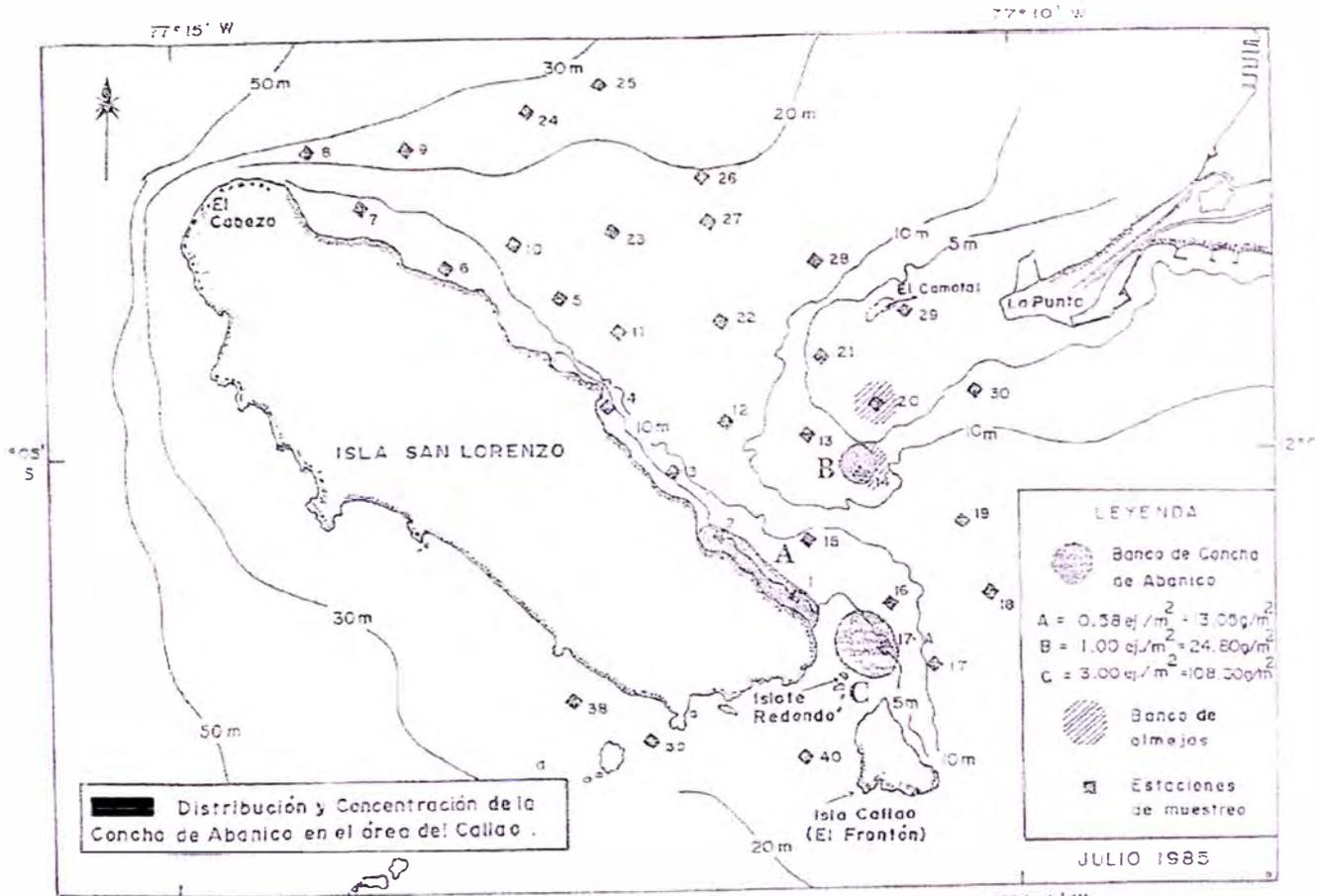
Fuente: Arqueologa Maria del Pilar Fortunic

**Figura 7.2** zonas principales de la isla de acuerdo a investigadores locales.

**Banco de conchas de abanico :**

De acuerdo a los estudios e investigaciones elaboradas por el Instituto del Mar del Perú los tres principales bancos de conchas de abanico se encuentran en Pisco, El Callao y Chimbote, este recurso es muy importante ya que representa una gran fuente de riqueza en nuestro litoral y debe por tanto ser una zona intangible.

La zona donde se encuentra el banco de conchas de abanico del callao se puede observar en la figura 7.3 en la cual un equipo de investigadores de IMARPE tomo 40 estaciones de muestreo y determino la concentración del banco de conchas en la cual se puede observar que no interfiere con el emplazamiento del aeropuerto propuesto.



**Figura 7.3 Distribución y concentración de la concha de abanico en el área del Callao**

- \* Uso del suelo para el depósito de materiales no utilizables: relaves, desechos industriales, desechos peligrosos o tóxicos.
- \* Desestabilización de taludes: En algunas zonas de corte de la isla puede ocurrir, se tomarán las medidas correspondientes.
- \* Alteración de fajas marginales (ribereñas): No existe ninguna actividad de este tipo contemplada en este proyecto.
- \* Disposición de desechos en el ambiente léntico (lagos y lagunas): No existe ninguna actividad de este tipo contemplada en este proyecto.

#### **7.01 Programas y disposiciones para el Estudio de Impacto Ambiental:**

- a) Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA.
- b) Disposiciones Relativas a Saneamiento Ambiental.
- c) Disposiciones Relativas a Residuos Sólidos.
- d) Disposiciones Referidas a Residuos Sólidos Peligrosos.
- e) Disposiciones para compuestos Cloro Fluor Carbonados (CFC).
- f) Disposiciones para efluentes de Instalaciones de Almacenamiento de Hidrocarburos.
- g) Disposiciones para plantas de Abastecimiento de Hidrocarburos.
- h) Disposiciones relacionadas a las plantas de abastecimiento en aeropuertos.
- i) Legislación Internacional.

Para el detalle de estos programas y disposiciones ver anexos de esta tesis.

#### **\* Obtención de Permisos:**

Las diferentes instalaciones del Aeropuerto en San Lorenzo deben contar los permisos necesarios un proceso de regularización y tramitará los permisos necesarios, para el funcionamiento de las principales instalaciones del aeropuerto, puerto, complejo turístico así como también para la perforación de pozos, uso de aguas subterráneas (en caso las hubiera), almacenamiento de combustibles, funcionamiento del incinerador, vertimiento de aguas servidas, etc.

#### **7.02 Protección del medio ambiente marino y lucha contra la contaminación:**

El Proyecto en la Isla San Lorenzo debe ser respaldado por un Plan Sectorial que debe realizar una estrategia para impulsar la protección del ambiente marino, con la revisión de las disposiciones de seguridad ambiental del Mar Peruano. En el ámbito nacional, las actuaciones a contemplar en el Plan Sectorial se refieren a la progresiva mejora de los medios, tales como la dotación de aviones de ala fija para las tareas de control y vigilancia y equipos de lucha contra la contaminación en el medio marino (incluida la mejora de la operatividad de los órganos competentes como IMARPE), el desarrollo e implementación de sistemas tecnológicamente avanzados para la detección y seguimiento de sustancias contaminantes del mar y para el seguimiento y evolución de corrientes y oleaje marinos y la elaboración y desarrollo de un Programa de Contingencias y de Lucha contra la Contaminación Marina. Finalmente, estas actuaciones se coordinarán, en su caso, con las dirigidas a la promulgación de legislación específica sobre el medio ambiente marítimo que pueda plantear los organismos protectores del Medio Ambiente.

### 7.03 Ecotecnología: eficiencia energética y energías renovables:

El término ecotecnología hace referencia a la hipótesis de un desarrollo no sólo compatible con la conservación de los entornos naturales, sino además impulsor en sí mismo de la mejora medioambiental.

El progreso científico y tecnológico, como aspecto del progreso y modernización de las sociedades, sería así el elemento que invertiría la relación tradicionalmente positiva entre crecimiento económico y deterioro medioambiental, haciendo posible un mejor entorno gracias a soluciones orientadas no sólo al producto, sino también al medio, con tecnologías más eficientes y un menor consumo de recursos.

En ambas soluciones el Aeropuerto en proyecto trabajaría, para llevar a cabo uno de sus principios recogidos en su política medioambiental, el «racionalizar el consumo de la energía y de los recursos naturales, a través de la eficiencia energética y la progresiva utilización de las energías renovables».

En particular, cada vez será más frecuente en los paisajes aeroportuarios la presencia de aerogeneradores que aprovechen la energía eólica para el abastecimiento de energía eléctrica, reduciendo así el impacto ambiental y las emisiones asociadas a su ciclo completo de producción y transporte, mediante la toma de datos meteorológicos y las especificaciones necesarias, se estudiara la viabilidad de la instalación de aerogeneradores en el aeropuerto de San Lorenzo, susceptibles de disponer de un potencial eólico cuyo aprovechamiento sea viable, junto a ello, se podrá realizar la evaluación del funcionamiento de los aerogeneradores instalados.

En cuanto al aprovechamiento de la energía solar, se elaborara por una parte el pliego de prescripciones técnicas del proyecto de generación de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos, Por otra parte, en materia de refrigeración solar, se analizara las posibilidades de implantación de este tipo de instalaciones en el aeropuerto. Con relación al aprovechamiento de la energía solar para suministro de agua caliente y calefacción, se evaluara el funcionamiento de la instalación solar térmica ya instalada en el aeropuerto, analizándose de manera preliminar tanto su potencial eólico como su potencial solar.

En lo relativo al aprovechamiento eficiente de los recursos, se debe realizar estudios de análisis de cargas térmicas y termografías en el edificio terminal del aeropuerto en proyecto, con el fin de identificar las pérdidas de energía y plantear las adecuadas medidas que las eviten.

En particular, se persigue una mayor autosuficiencia en el abastecimiento del recurso agua allí donde ésta es más necesaria, esto es ya que el aeropuerto en proyecto se encontrara ubicado junto al mar, en este marco se encuadraría la instalación de una planta desalinizadora de agua.

Ya que a la planta desalinizadora de agua de mar se le asocia la instalación de un aerogenerador que la abastezca de energía eléctrica.

Cabe añadir en este concepto todos los trabajos llevados a cabo a fin de garantizar la compatibilidad de estos nuevos desarrollos tecnológicos con la seguridad en las operaciones de los aeropuertos. Además, en el ámbito de las instalaciones de control del tránsito aéreo, se debe hacer estudios para analizar la influencia de los aerogeneradores situados en las proximidades de las radioayudas tipo VOR.

Así como al análisis de diferentes variantes de certificación de aeronaves en función del ruido que emiten, con, entre otros, el objeto de definir una nueva clasificación de aeronaves del Capítulo III.

#### 7.04 Descripción del medio ambiente, componentes bióticos:

El área de estudio para efectos de los componentes bióticos se ha considerado el área comprendida por las Islas: San Lorenzo, Frontón, Palomino, Cavinzas, además de todos los islotes adyacentes a San Lorenzo. Por ser estas las mas susceptibles a sufrir impactos.

**a) Flora:** Existe muy poca Flora en el área de estudio a excepción de muy pocos ejemplares de anémona común (Nombre de varias ranunculáceas con flores de seis pétalos).

**b) Fauna:** Formada por lobos marinos (también llamados **leones marinos**) son los animales más grandes del grupo de los otáridos, palabra que viene del vocablo griego que significa oreja pequeña que alude al pequeño pabellón auditivo que caracteriza a esta familia. El lobo marino de un pelo se distingue claramente del resto de los lobos marinos por presentar una fisonomía más leonina. Los machos adultos presentan una cabeza robusta de hocico redondeado, con una densa melena que cubre también el cuello y parte del pecho (de allí el nombre de "leones marinos"); el resto del cuerpo presenta una capa de pelo muy corta. El cuerpo de las hembras es distinto, ya que no poseen melena y su cabeza y cuello son más estilizados, sumando al hecho de su menor tamaño y peso. El largo máximo para un macho adulto es de 2,8 metros y el peso se encuentra entre 300 a 500 kg.; una hembra adulta, en cambio, tiene un largo máximo de 2,20 metros y pesa entre 100 a 150 kg.

La gestación dura unos 340 días. Los cachorros al nacer pesan 15 Kg. y miden 50 cm. La vida de estos animales dura entre los 18 y 24 años.

Esta parte de la fauna la constituye un conjunto de aproximadamente 6400 lobos marinos.



**Lobos marinos en las islas Palomino.**

**b.1) Aves:** la conforman una serie de aves como: pelícanos, piqueros, guanay, chuitas, patillos, gaviotas de diversas variedades así como también los denominados pingüinos de Humboldt.

**\* Pelícanos.**

En su mayoría pelícanos peruanos (*Pelecanus thagus*), nótese en la parte superior derecha la presencia de un Pelícano Pardo (*Pelecanus occidentalis*), y en la parte inferior una gaviota peruana (*Larus belcheri*). Los pelícanos son una de las especies de aves guaneras más importantes del litoral peruano.



**\*Pingüinos de Humboldt.**



**\*Zarcillos.**



**\* Otras aves.**



**Pretel de mentón blanco, o Pretel negro.**



**Gaviota de Franklin.**



**Guanay.**



**Gaviotin.**



**Piqueros.**

**\*Otras Especies:** Se han reportado algunos tipos de moluscos en pequeño grado.

Es importante aclarar que todas estas aves se encuentran en el lado occidental de la isla y que no se presentan en el lado oriental de la isla donde se encuentra ubicado el proyecto, sin embargo se debe tener en cuenta de todas maneras un control de aves. Para la operatividad del Aeropuerto en San Lorenzo.

#### **7.05 Componente socio-económico:**

En este aspecto gran parte la población de Lima y Callao se beneficiara en el sentido que se generaran nuevos puestos de trabajo que estén a cargo de las diferentes partes constituyentes del proyecto, además la población del Callao y alrededores ya no será perturbada por las molestias que hubiera implicado permanecer el aeropuerto en su actual ubicación. En este aspecto se puede resaltar los siguientes puntos:

##### **- Área de Estudio Socioeconómica:**

Si bien esta obra estaría ubicada en el Callao, manejada por una Autoridad competente, la población beneficiada con este proyecto sería tanto Lima y Callao. Sus análisis socio económico esta detallado en el capítulo 1.

##### **- Área Poblada del Entorno del Proyecto:**

Actualmente como ya se explico en el capítulo 2, la población de la zona de la isla básicamente la constituye un ecosistema formado por una población de lobos marinos (aproximadamente 6400), gran cantidad de aves guaneras, entre otras especies animales. No existe población civil en la isla San Lorenzo, mas bien existen dependencias de la Marina de Guerra del Perú que serian removidas a otro lugar de la isla de llevarse a cabo el proyecto.

**- Repotenciación del Impacto Laboral:**

Este proyecto necesitara de gran cantidad de especialistas en diferentes áreas encargados de las diferentes etapas de construcción de esta mega obra, dando trabajo a muchos peruanos por todo el tiempo que dure la construcción y durante la prestación del servicio.

**- Impacto/beneficio:**

El proyecto de creación de este sistema hub comprendido por Puerto Aeropuerto complejo turístico hotelero es un proyecto de interés nacional necesario para el desarrollo económico del país. El proyecto es importante para la industria y el turismo.

En lo económico, el Estado Peruano y la Municipalidad Provincial del Callao se verán favorecidos directamente con ingresos por concepto de impuestos y del canon.

Los ingresos adicionales que el Estado y la Municipalidad obtendrán tendrán un impacto positivo en la economía nacional y regional.

Los impactos negativos en este proyecto son prácticamente nulos.

Teniendo en cuenta los puntos señalados, podemos concluir que el proyecto contenido en esta tesis es un proyecto de importancia nacional que traerá beneficios al país debido al aumento de ingresos del Estado Peruano y de la Municipalidad Provincial del Callao, así como a la posibilidad de desarrollo del turismo interno y externo.

Luego de evaluar los impactos tantos positivos como negativos considerando las medidas de mitigación, el proyecto presenta un balance positivo.

**7.06 Descripción de las actividades a realizar:**

Este proyecto contempla los siguientes pasos:

A) Creación de un sistema vial de acceso terrestre (Ver fotos 7.1 y 7.2) que comience con una ampliación y mejora de la Av José Gálvez en el Callao para posteriormente ganado terreno al mar crea una avenida paralela a la avenida Costanera y conformada por cuatro carriles, de alto transito que llegue al punto que actualmente se encuentra entre el Parque Fernández y parque Ostolaza en el distrito de la Punta donde empezaría el túnel de acceso que comunicaría con la isla San Lorenzo.

B) Construcción del túnel de unión, aproximadamente 4 kilómetros.

C) Corte de aproximadamente 14´488,123 metros cúbicos para la construcción de la avenida principal, en san Lorenzo y los complejos Turísticos Hoteleros y el corte de aproximadamente 55´310,816 metros cúbicos del cerro el cabezo para la ubicación del Puerto. Los cálculos de los volúmenes se elaboraron mediante el uso del programa Autocad Land.

D) Relleno de aproximadamente 70 millones de metros cúbicos de tierra que conformara la isla artificial adyacente a San Lorenzo que sirva como Plataforma de ubicación del Aeropuerto.



Foto 7.1 -Esquema general del sistema vial que uniría la isla con el Callao.

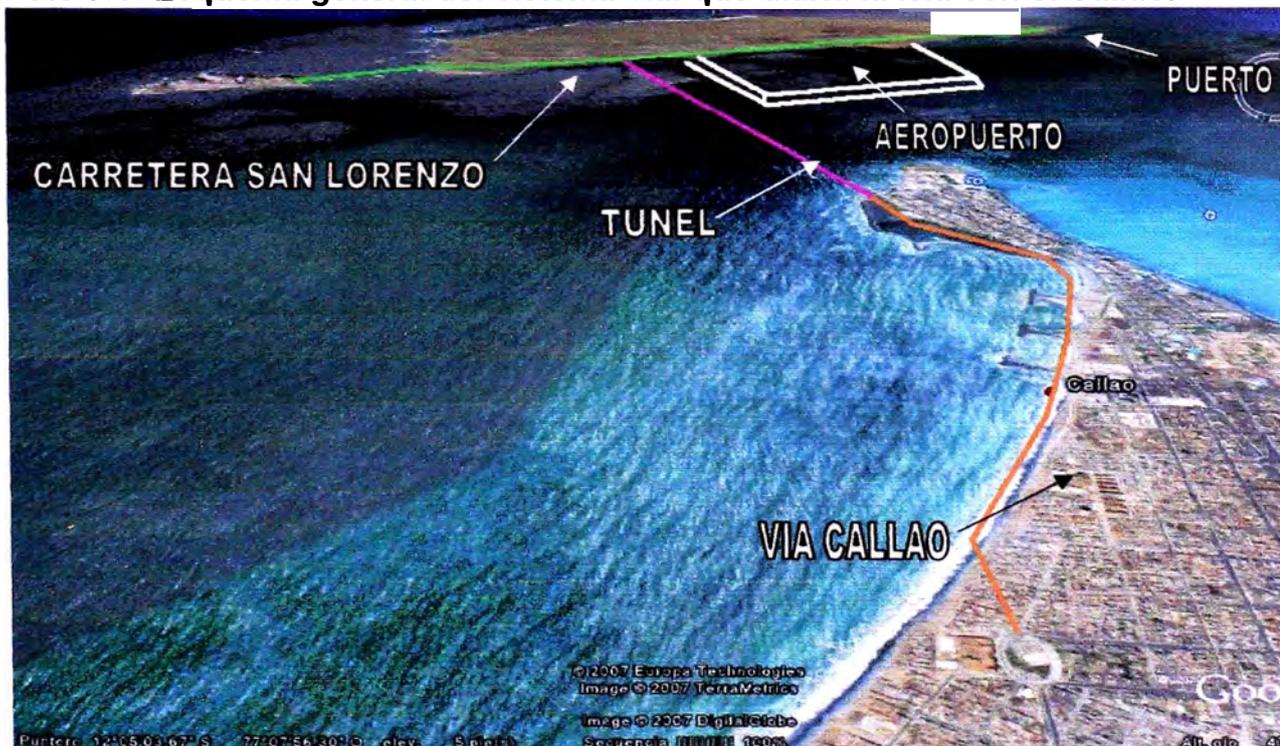


Foto 7.2 -Esquema general del sistema vial que uniría la isla con el Callao.

La tecnología propuesta ya ha sido probada con éxito en varios países:



Foto 7.3 Ejemplo Máquina excavadora para el túnel.



Foto 7.4 Ejemplo Túnel construido. (Eurotúnel)



**Foto 7.5** Se Calcula el corte mínimo necesario para la construcción de la vía en San Lorenzo y el complejo turístico Hotelero, en la figura se puede ver la línea de corte estimada



**Foto 7.6** Ejemplo de relleno formando una isla artificial (Isla “the Palm” - Dubai)

- E) Construcción de las infraestructuras de Puerto, Aeropuerto y el complejo turístico.  
 F) Creación de los siguientes sistemas:  
 - Sistema de Distribución de Energía Eléctrica.  
 - Sistema de abastecimiento de Energía.  
 G) Abastecimiento de Agua.

El Aeropuerto Internacional San Lorenzo, puede abastecer de agua mediante:

-Creación de una planta desalinizadora: La reducción de los costos energéticos y de capital supone que por primera vez es posible producir agua potable a partir de agua de mar con un costo inferior a 1 dólar estadounidense por metro cúbico en muchos lugares de todo el mundo.

-Otra posibilidad de obtención de agua:

Según los estudios de reconocidos geólogos el nivel de la napa freática podría estar a 300 metros de encontrarse agua subterránea, este también podría abastecer de agua a todo el sistema, sin embargo debido a los escasos estudios esto solo es una posibilidad. Los concesionarios que elaboraran alimentos o suministran agua a los aviones pueden realizar un tratamiento adicional de estas aguas de pozo con filtrado y/o cloración.

La creación del sistema de agua comprenderá:

- Sistema de Distribución de Agua Potable.
- Sistema de Distribución de Agua para Extinción de Incendios.
- Sistema de Distribución de Agua de Regadío.
- Sistema de Aguas Servidas y Planta de Tratamiento.

### 7.10 Identificación de impactos ambientales:

Concientes del compromiso con la sociedad para la protección del medio ambiente y de su contribución a la sostenibilidad del transporte aéreo, la variable ambiental debe ser incorporada en todas las etapas de:

- Planificación.
- Proyecto.
- Construcción.
- Prestación del servicio.

Permitiendo a través de los oportunos indicadores, la definición de las medidas de prevención, protección, compensación y corrección que minimicen los impactos que potencialmente se asocian a la actividad aeroportuaria, de navegación aérea y de desarrollo de infraestructura, garantizando así los mejores niveles de calidad ambiental, progreso económico y conservación de los valores naturales.

Veremos los impactos ambientales en las etapas de construcción y prestación del servicio:

### 7.11 En la etapa de construcción:

Los impactos ambientales en esta etapa se presentaran en las siguientes operaciones:

- \* Ampliación de la Avenida José Gálvez
- \* Demolición y acondicionamiento área Asentamiento Humano San Judas Tadeo
- \* Construcción Avenida del Litoral (Plaza Guardia Chalaca -Parque Oztolaza en La Punta)
- \* Construcción del sistema de distribución de Energía debajo de la Avenida del Litoral
- \* Construcción del Túnel ( La Punta - Isla San Lorenzo )
- \* Construcción del sistema de distribución de Energía dentro del Túnel
- \* Construcción Avenida Principal de La Isla San Lorenzo
- \* Corte de la Isla San Lorenzo y Relleno para la Construcción de La Isla Artificial
- \* Construcción del Puerto y Aeropuerto
- \* Construcción del sistema de distribución de Energía dentro de la Isla
- \* Construcción del Complejo Turístico Hotelero Isla San Lorenzo
- \* Construcción del sistema de abastecimiento de agua (Planta desalinizadora)

Todos los impactos como nivel de polvo, ruido del equipo pesado, de esta etapa se encuentran detallados en la Matriz de Leopold (ver sección 7.20).

### 7.12 En la etapa de prestación de servicios (operación):

Los impactos ambientales en esta etapa se presentaran en las siguientes operaciones:

- \* Operación de la ampliada Avenida José Gálvez
- \* Operación del área de conexión ex-Asentamiento Humano San Judas Tadeo
- \* Operación Avenida del Litoral (Plaza Guardia Chalaca -Parque Oztolaza en La Punta)
- \* Operación del Túnel ( La Punta - Isla San Lorenzo )
- \* Operación del sistema de distribución de Energía dentro del Túnel
- \* Operación Avenida Principal de La Isla San Lorenzo
- \* Operación del Puerto
- \* Operación del Aeropuerto
- \* Operación del sistema de distribución de Energía dentro de la Isla
- \* Operación del Complejo Turístico Hotelero Isla San Lorenzo
- \* Operación del sistema de abastecimiento de agua (Planta desalinizadora)
- \* Operación del sistema de abastecimiento de agua (Pozo)

Todos los impactos como nivel de polvo, ruido del equipo pesado, de esta etapa se encuentran detallados en la Matriz de Leopold (ver sección 7.20)

### 7.13 Identificación de Aspectos Claves:

Debido a las características del proyecto es de esperar que los impactos en el recurso biótico sean insignificantes, ya que las áreas se encuentran en un área alejada de la urbana/industrial.

El área comprendida en el proyecto actualmente esta declarada como Patrimonio Histórico, Cultural, Ecológico, por ello que este proyecto comprende la **Armonía completa con esa denominación, Alterando en lo mínimo** a la Isla San Lorenzo. Los aspectos claves estarán relacionados a los impactos en el medio socio-económico, el impacto casi nulo por ruido a la población, al impacto en el tráfico vehicular y en menor grado a los impactos causados por el uso del agua subterránea, efluentes y emisiones.

#### a) Contaminación de Suelos y Pérdida de Suelos:

Los impactos en suelos de las actividades durante la fase de construcción de instalaciones y obras de infraestructura son moderados, ya que se alteran las condiciones naturales del suelo de la isla; sin embargo, son considerados insignificantes debido a que el área se encuentra despoblada y alejada de cualquier tipo de población de fauna silvestre además el beneficio obtenido de interés nacional justifica este impacto.

#### b) Nivel Freático y Calidad de Agua Subterránea:

No tenemos una certeza de la existencia, de acuerdo a los estudios, y en caso de existir ella de su profundidad. Por lo tanto no sabemos a ciencia cierta si ella se explotara.

#### c) Calidad de Aire / Emisiones:

Los impactos de la calidad de aire en la fase de construcción son considerados moderados debido a la condición de las actividades y a la duración de las mismas. Un impacto negativo bajo son las emisiones de los autos adicionales que circularán en las zonas comprendidas por la nueva ruta hacia el nuevo aeropuerto, esta comprende: Ovalo La Perla - Av José Gálvez – avenida del litoral creada ganado terreno al mar - túnel – avenida principal en San Lorenzo.

Debido al mayor número de vehículos en dicha ruta y a la presencia de centros comerciales y el complejo turístico Hotelero, estos impactos son inevitables.

Se debe evitar las emisiones de la maquinaria encargada de realizar las diferentes actividades en toda el área comprendida en el proyecto.

En caso de existir incineradores se debe controlar las emisiones de este cuyo impacto es bajo tomando en cuenta las medidas de control y mitigación a implementar.

**d) Generación de Ruido:**

Existe impacto menor sobre población comprendida en el entorno de la nueva ruta al aeropuerto esta se verá afectada muy levemente por los ruidos ocasionados por el aumento del tráfico vehicular. Este tipo de impacto se califica como bajo.

El ruido generado por el aumento de los vuelos no tendría ningún impacto negativo a la población por la distancia.

**e) Capacidad de Vía Vehicular:**

El aumento del número de vehículos de transporte pesado debido al acarreo de material será mayor durante la etapa de la construcción. El impacto para el entorno se considera negativo, moderado y de frecuencia alta. Este impacto culminara al terminar los trabajos de construcción.

**f) Impactos en la Economía:**

El impacto en la economía estaría relacionado al aumento del bienestar económico de la población favorecida por las diferentes actividades desarrolladas en las etapas de construcción y operación del Proyecto en la Isla San Lorenzo. Para la etapa de construcción, este impacto a nivel local es aplicable ya que la población local, debido a sus características, podrá participar en estas actividades.

En la etapa de operación para la evaluación de impactos en la economía regional, se considera el monto que deberá recaudar la Municipalidad del Callao, por concepto de impuestos. Considerando que estos costos deberán ser revertidos en creación y mejoras de servicios básicos para las poblaciones más necesitadas, el impacto se considera como un impacto positivo alto, de largo plazo y alta frecuencia.

El Aeropuerto en proyecto sería un importante contribuyente para la economía de Lima mediante la generación de ingresos, ya que el aeropuerto favorecerá a la industria (el 70 % de la industria peruana se encuentra localizada en la ciudad de Lima) de exportación reduciendo los costos. El aumento de transporte de carga tendrá un impacto positivo alto. Este proyecto significará beneficios a nivel nacional. El impacto en la economía nacional es positivo alto.

**g) Impacto Laboral:**

Debido a la magnitud del proyecto, a nivel local considerando la posibilidad de la contratación de personal tanto especializado como no especializado de construcción civil, se producirá un impacto catalogado como positivo alto, a corto, mediano y largo plazo y de alta frecuencia. A nivel regional considerando la posibilidad de la contratación de mano de obra especializada de diferentes partes del país. El impacto se catalogaría como positivo alto, de alta frecuencia.

Una vez finalizada la construcción, se generarán empleos permanentes en muchas áreas diferentes, comerciales, en el complejo turístico hotelero, servicios conexos (limpieza, seguridad, vigilancia, etc.). La etapa de operación de todo el sistema hub comprendido tanto por el Puerto, Aeropuerto, y Complejo Turístico se muestra como una oportunidad para favorecer de manera significativa al desarrollo tanto de la región como de todo el país y contribuir con mejorar la calidad de vida de toda la población mediante la contratación de trabajadores estables. El impacto se cataloga como positivo, muy alto, de larga duración, regional y de alta frecuencia.

**7.20 Valoración de impactos ambientales:**

Se analizaran y valoraran las potenciales afecciones ambientales asociados a cada obra y actividad, que, en cada caso, y de acuerdo a la legislación aplicable, determinan los alcances a cubrir con los estudios correspondientes, Con todo ello, el medio ambiente está presente en el proceso de planificación desde las primeras etapas en el proceso de

decisión, aplicando el principio de prevención, uno de los principales supuestos en el marco del desarrollo sostenible.

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizara la **matriz de Leopold** modificada. Dadas las características del proyecto se puede adelantar que la evaluación ambiental estará enfocada principalmente en los recursos aire y a los impactos generados por efluentes, ruido, impactos en el tráfico vehicular y el impacto en la economía, tanto provincial como del país.

Los aspectos referidos al uso del terreno superficial se consideran importantes en este caso, pues existe gran cantidad de movimiento de tierras.

Es importante recalcar el hecho que esta evaluación considera los impactos generados por los trabajos COMPLETOS, construcción del sistema vial, corte de la isla, relleno de la isla artificial, construcción del complejo turístico hotelero, construcción del puerto. La evaluación ambiental se circunscribe al área de las zonas aledañas al sistema vial y a la isla San Lorenzo.

Se analizan los impactos positivos y negativos en las etapas de construcción y operación del proyecto, impactos económicos en la economía peruana en general, debido a la construcción del aeropuerto e impactos en la calidad de vida de la población de Lima y Callao.

## 7.21 Metodología:

### 7.211 Parámetros:

Para la evaluación de los impactos ambientales, es importante contar con definiciones claras de los distintos parámetros utilizados para evaluar los impactos. Para esta evaluación, la importancia asociada a cada impacto es una función de:

- \*Dirección
- \* Severidad
- \* Duración
- \* Frecuencia
- \* Extensión geográfica

La **dirección** puede ser positiva, neutral o negativa con respecto al receptor del impacto (por ejemplo el aumento en el hábitat para peces puede ser considerado como un impacto positivo, mientras que una disminución en la calidad de agua constituiría un impacto negativo con respecto a la abundancia y diversidad de peces).

La **severidad** es un indicador del nivel del impacto con respecto a un receptor identificado.

La severidad podría ser insignificante, baja, moderada, alta y no aplicable (N/A). La severidad se evalúa teniendo en cuenta las medidas de mitigación, se trata de la severidad del impacto después de ser aplicadas las medidas de mitigación. Para el caso en que existan componentes que no afecten ningún receptor, no es necesario realizar una evaluación del impacto potencial. En esta situación, la evaluación de la severidad del impacto es descrita como no aplicable.

Estas definiciones presentadas consideran criterios para calidad de agua y aire, toxicidad de efluentes y resultados de reconocimientos biológicos. Estas definiciones son cualitativas por naturaleza. El establecimiento de criterios cuantitativos para la medición de la severidad debe ser determinada en base a recursos específicos. Cambios considerados como bajos para un recurso pueden ser vistos como altos para otro.

La **duración** se refiere al tiempo durante el cual un impacto ambiental ocurre y al hecho si este efecto es reversible, una vez que la fuente del efecto es eliminada. La duración se clasifica de la siguiente manera:

\* Corto plazo (p.ej. durante la construcción).

El impacto ambiental es restringido a un periodo menor de 2 años dado que la fuente del impacto tiene una corta duración y el efecto es altamente reversible.

\* Mediano Plazo (p.ej. durante la operación).

Efectos ambientales que duran entre 2 y 25 años durante el desarrollo de la actividad o después que la actividad que los origina concluye. Los impactos en el mediano plazo son reversibles, ya sea por procesos de recuperación o de mitigación. Para impactos sociales, se considera que los efectos que ocurren durante un periodo entre 1 y 5 años son de mediano plazo.

\* Largo Plazo (p.ej. durante el cierre).

Impactos ambientales que se extienden por más de 25 años después del cese de la actividad que causó el impacto. Los efectos en el largo plazo son esencialmente irreversibles y no responden a procesos de recuperación natural o mitigación. Los impactos sociales que ocurren por periodos de tiempo mayores de 5 años son considerados de largo plazo.

La **frecuencia** se refiere a la ocurrencia de un impacto en un cierto periodo de tiempo. Los impactos pueden mantenerse en forma constante o solamente repetirse en forma esporádica dependiendo de las características de la fuente. Se han establecido los siguientes niveles de frecuencia:

\* Baja: Cuando el impacto se repite en forma esporádica con una frecuencia menor a la diaria (p. ej. el impacto generado por el ruido generado por grupos electrógenos utilizados solamente en casos de emergencia tendrá una frecuencia baja).

\* Moderada: Cuando el impacto se repite en forma discreta pero todos los días. (p. ej. El impacto generado por el ruido de las operaciones de voladura, el cual se repite de dos a tres veces al día por lo que se le asigna una frecuencia moderada).

\* Alta: Cuando el impacto se repite en forma constante o en forma discreta pero muchas veces al día (p. ej. el impacto generado por la generación de polvo por las operaciones de construcción de una instalación tienen una frecuencia alta).

La **extensión geográfica** del impacto se refiere al área afectada y se define tal como sigue:

\* Local: Cuando el impacto se restringe al área del aeropuerto y sus alrededores (ya que tiene características específicas que la diferencian del resto del área geográfica del Callao).

\* Regional: Cuando el impacto se extiende a la provincia constitucional del Callao (que es independiente políticamente de la ciudad de Lima).

\* Más que Regional: Cuando el impacto se extiende a Lima y/o al resto del país.

La evaluación se realiza mediante una matriz de Leopold modificada. La matriz muestra la evaluación de los impactos según los parámetros definidos de la siguiente manera:

(Dirección) Severidad	Duración
Extensión	Frecuencia

**Dirección:** + Positivo; - Negativo

**Severidad:** I: insignificante; B: baja; M: moderada; A: alta

**Duración:** C: corta; M: mediana; L: larga

**Extensión Geográfica:** L: local; R: regional; MR: más que regional

**Frecuencia:** B: baja; M: moderada; A: alta

### 7.212 Nivel de Importancia:

Una vez evaluados los impactos ambientales de acuerdo a los diferentes parámetros definidos, podemos determinar el nivel de importancia para cada impacto identificado. Los niveles de importancia son definidos para cada mecanismo a través el cual se vincula una actividad o fuente de impacto con un impacto potencial. La importancia o nivel del impacto, basado en severidad, duración y extensión, es definido a continuación:

\* **Insignificante:** Cuando la severidad del impacto es insignificante.

\* **Bajo:** Para ciertas combinaciones de niveles combinados. Generalmente el impacto está restringido a una pequeña porción del área de estudio, y es de severidad de baja a moderada y es de duración de corto plazo a medio plazo. Cuando todos los niveles de los impactos son bajos se considera una importancia baja.

\* **Moderado:** Cuando se tienen niveles combinados de severidad moderada afectando una mediana a grande porción del área local de estudio o de severidad baja afectando un área regional y que tiene una duración entre mediano y largo plazo.

\* **Alto:** Impacto de severidad moderada o alta, de duración en el largo plazo y que afecta una porción grande del área local, regional o más que regional del estudio.

Este resultado se presenta en una segunda matriz que muestra el nivel de importancia de la siguiente manera:

(Dirección) Nivel de Importancia
----------------------------------

**Nivel de Importancia:** I: insignificante; B: baja; M: moderada; A: alta

### 7.213 Fases:

Para la evaluación de impactos se han considerado las fases de construcción y operación. Se han preparado matrices separadas, tanto de parámetros, como de nivel de importancia para cada una de estas fases.

A continuación se muestra La matriz de Leopold donde se encuentra la evaluación de impactos ambientales para todas las actividades durante la construcción y operación.





operación	Componente Fisico							Componentes Bioticos		Componente Socio-Economico							
	Suelo		Agua			Aire		Flora	Fauna	Infraestructura		Aspecto Laboral		Economía			
	Perdida de Suelos	Contaminacion de Suelos	Calidad de Agua del mar de la zona	Cambio Nivel Freatico	Calidad de Agua Subterranea	Calidad de Aire por Emisiones	Nivel de Polvo			Nivel de Ruido	Capacidad de vias de comunicación	Capacidad de Medios de Transporte	Puestos de trabajo Regional	Puestos de Trabajo Zonas de impacto Directo	Economía Local	Economía Regional	Economía Nacional
<b>Operacion de la ampliada Avenida Jose Galvez</b>																	
Aumento del trafico de vehiculos						- I M L M	- I M L M	- I M L M			+ I M L M						
<b>Operación del area de conexión ex-Asentamiento Humano San Judas Tadeo</b>																	
Aumento del trafico de vehiculos						- I M L M	- I M L M	- I M L M			+ I M L M						
<b>Operacion Avenida del Litoral (Plaza Guardia Chalaca -Parque Oztolaza en La Punta)</b>																	
Funcionamiento						- I M L M	- I M L M	- I M L M			+ A M L M		+ I L R A	+ I L L A			
Aumento del trafico de vehiculos						- I M L M	- I M L M	- I M L M			+ A M L M						
<b>Operacion del Tunel ( La Punta - Isla San Lorenzo )</b>																	
Funcionamiento		- I M L M											+ A L R A	+ A L L A	+ A L L A	+ A L R A	+ A L MR A
<b>Operacion del sistema de distribucion de Energia dentro del Tunel</b>													+ A L R A				



### 7.30 Plan de medidas preventivas y/o correctivas:

#### 7.31 Planificación medioambiental:

En 1987 la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas contempló en su informe “Nuestro futuro común” (también llamado “Informe Brundtland”) el desarrollo sostenible como aquél destinado a «satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades».

Esta definición, en mayor o menor medida, se ha convertido en una cita recurrente a la hora de establecer nuevos patrones de desarrollo, y viene a implementar en éstos la variable “tiempo” en cuanto al establecimiento de nuevas pautas de actuación debe en todo momento considerar sus consecuencias previstas sobre el entorno, fuente de recursos y espacio de vida de las próximas generaciones.

Por ello, en el ámbito de la planificación, el medio ambiente se consolida como uno de sus principales aspectos.

Por todo ello, consciente de que una de las necesidades planteadas por nuestras sociedades modernas, a consolidarse en el futuro como medio de intercambio cultural y progreso económico, es la demanda de movilidad de personas y mercancías, el “Proyecto Aeropuerto en la Isla San Lorenzo” debe ser responsable de la prestación de los servicios de transporte aéreo en el ámbito nacional, en un marco de seguridad, calidad y eficiencia, recogiendo entre sus principales objetivos compatibilizar el desarrollo de las infraestructuras aeroportuarias y de navegación aérea con la conservación del medio ambiente.

Ello nos acerca a la sostenibilidad del transporte aéreo, integrado en el marco general de un desarrollo sostenible de la sociedad, como equilibrio de factores económicos, sociales y medioambientales.

Se aplicará un amplio conjunto de actuaciones encaminadas a implementar la variable medio ambiental en la planificación de las infraestructuras, entre las que destacan:

- Evaluación de impacto ambiental.
- Modelización de la contaminación atmosférica.
- Ecotecnología: Eficiencia energética y energías renovables.

#### 7.32 Plan de Control y Mitigación de Impactos para las Actividades de Construcción:

Se debe desarrollar un Plan de Control y Mitigación de Impactos para las actividades de construcción.

Las actividades de construcción consideradas son:

- A. Demolición de edificaciones. (Edificaciones pertenecientes al terreno expropiado para la vía Callao – San Lorenzo).
- B. Rotura de pistas y veredas. (Para la construcción del sistema vial del Callao a San Lorenzo).
- C. Movimiento de tierras. (Corte en la isla).
- D. Almacenamiento temporal de escombros o similares.
- E. Almacenamiento de materiales para la construcción.
- F. Uso de maquinaria pesada y vehículos varios.
- G. Transporte de residuos de la actividad de la construcción con presencia de material particulado sensible a ser arrastrado por acción del viento (desde la isla a la ciudad y viceversa).

- H. Transporte de residuos de la actividad de la construcción con presencia de material particulado sensible a ser arrastrado por acción del viento (desde la isla a la ciudad y viceversa).
- I. Otras actividades que conlleve a la presencia de material particulado sensible a ser arrastrado por acción del viento.
- J. Cualquier actividad o proceso que genere emisiones gaseosas.
- K. Actividades que involucre el uso de agua, concreto u otros sólidos de construcción y aditivos.
- L. Generación de aguas residuales sanitarias (uso de servicios higiénicos).
- M. Actividad que involucren la generación de residuos sólidos, líquidos y/o similares.
- N. Almacenamiento de materiales de construcción.
- O. Actividad que involucre el uso de equipos móviles.
- P. Actividad que involucre el uso de partes móviles, genere ruido, particulado y exista desplazamiento de elementos pesados por sobre la cabeza.
- Q. Actividad que involucre excavación.
- R. Actividad que involucre el uso de sustancias químicas (incluyendo el almacenamiento)
- Considerando la generación de material particulado las medidas de mitigación serán:

### Medidas de Mitigación:

#### -Generación de Polvo:

##### 1.- A, B, C, D, E, I

\* (Humedecimiento): Aumentar el contenido de humedad (vía rociado con agua común, nebulizado o similar), en donde sea factible, de acuerdo a las prácticas de construcción relacionadas (que no vaya en detrimento de la calidad de los materiales a utilizar o en pérdida de eficiencia de los procesos). Esto es obligatorio para la actividad D.

\* (Cobertura): Se cubrirá por medio de una manta o lona apropiada a todos aquellos materiales que no puedan ser humedecidos, siempre y cuando, vayan a ser almacenados por más de 24 horas antes de su uso.

Los residuos que no puedan ser humedecidos, deberán ser cubiertos.

En caso no se pueda realizar la cobertura (magnitud del área a cubrir, forma de utilización o disponibilidad de medios), el responsable de la fase en curso, determinará la decisión.

##### 2.- G, H, I

\* (Disminución de emisiones fugitivas (polvo) durante actividades de transporte): Todos los camiones de carga que operen durante las fases de construcción, deberán cubrir la superficie superior de la tolva (llena o vacía), por medio de una lona o similar. Esto debe cumplirse a lo largo de todo su recorrido, y en las rutas comprendidas del Callao a la Isla.

##### 3.- F, G, H, J

\* (Disminución de emisiones gaseosas (gases de combustión): Se preferirá utilizar equipos de movimientos de tierras, que demuestren que sus motores de combustión se encuentren adecuadamente afinados, de forma que no exista presencia de gases de combustión con excesiva presencia de material particulado (hollín).

Se mantendrá apagados todos los motores de combustión de los equipos que no se encuentren en operación. Durante los procesos de carga o descarga de los camiones, se apagará el motor siempre que esto sea posible.

#### -Generación de Ruido:

##### 1.- A, B, C, D, E, I, J

\* (Uso de barreras acústicas alrededor de las Labores): Alrededor de las labores se

colocará una barrera de madera de al menos 2,20 m de alto, de forma que aisle la labor del medio externo. Esta barrera cumplirá función de supresor de ruido, así como de retención de material particulado. Este procedimiento básicamente se realizará en todo el tramo comprendido para la construcción de la vía Callao- hasta la entrada al túnel.

## 2.- F, G, H

\* (Reducción de emisión de ruido de equipos (fuentes móviles o inmóviles): Todos los equipos que usen un equipo de combustión interna, deberán contar con elemento silenciador a la salida de los gases de combustión.

No se permitirá en ningún caso elementos deteriorados o escapes libres.

Siempre que sea aplicable, el motor deberá estar encapsulado con material absorbedor de ruido (insonorizado).

Los compresores utilizados deberán estar insonorizados.

No se permitirá el uso de bocinazos continuos como medio de llamado de atención.

### **-Agua Residual de Construcción:**

#### 1.- K

\* No se arrojará el agua residual de construcción a cualquier cuerpo de agua, ni a los desagües.

El agua residual de construcción debe almacenarse en recipientes adecuados, debidamente identificados.

#### 2.- L

\* Se colocará señalización adecuada que indique la localización de los baños para uso del personal.

Se instalarán baños portátiles para el uso del personal involucrado en las labores de construcción. El proveedor de este servicio evacuará periódicamente las aguas residuales.

### **-Contaminación de Suelos:**

#### 1.- M

\* El tratamiento de los Residuos, se hará de Acuerdo a la Ley General de Residuos Sólidos Ley 27314.

Los Residuos Sólidos peligrosos (baterías, residuos de aceites, filtros con aceites, residuos de combustibles, trapos con residuos aceitosos, envases vacíos de productos químicos o aditivos; y toda aquella sustancia que no pueda ser identificada) se colectarán en envases específicamente utilizados para este fin. Estos envases deberán llevar un letrero u indicación visible con el texto: "RESIDUO PELIGROSO". Los envases se colocarán sobre zonas cimentadas y de forma tal que se elimine el riesgo de volcaduras o hechos que puedan dispersar el contenido. Siempre se encontrarán tapados. Para los residuos de aceites, se contarán con envases específicos para este tipo de residuos y se procurará no mezclar los aceites provenientes de usos distintos (ejemplo: lubricante de motor con líquido de máquina hidráulica).

Los desmontes provenientes de las actividades se colocarán sobre zona cimentada. Deberá evitarse el utilizar suelo descubierto para almacenamiento de desmontes.

Todos los residuos se evacuarán a Rellenos Sanitarios Autorizados en función a la naturaleza del Residuo.

## 2.- N

\* Se evitará el uso del suelo descubierto, no involucrado en la futura construcción, para el almacenamiento de cualquier material en polvo, gránulos o similar. Estos elementos deben almacenarse en zonas cimentadas. Si por razones de espacio no pudiera evitarse, se deberá tener especial cuidado en remediar el área luego de todos los trabajos involucrados, de forma que queden en igual o mejor condición que antes de su uso.

**-Prevención de Accidentes:**

## 1.- O

\* Se colocará en las zonas de tránsito de vehículos, la señalización necesaria. Y una velocidad límite dentro de la zona.

Los vehículos contarán con señalización en su estructura, de forma que sea fácilmente identificable a la distancia, a la organización a la que pertenecen y los datos mínimos necesarios del vehículo (placa de rodaje).

Los vehículos contarán con todos sus equipos de luces y señalización en forma operativa.

Los vehículos deberán contar con medios de extinción de incendios y con el triángulo de seguridad para aparcar en caso de falla del equipo.

## 2.- P

\* Todas las personas involucradas en las labores de construcción deberán constar con el equipo de seguridad apropiado para la zona y labor que desempeñará. El responsable de las actividades de construcción velará por el cumplimiento de esta disposición y negará la presencia de personas que no cuenten con los equipos de protección. Será también responsable de avisar a quien corresponda en caso de accidentes.

Se deberá tener un botiquín de primeros auxilios o conocer la ubicación exacta de la enfermería en caso de la ocurrencia de un accidente.

**-Restos Arqueológicos:**

## 1.- Q

\* En caso, de encontrarse presencia de restos arqueológicos, se detendrán las actividades de excavación en un perímetro aproximado de 50 metros a la redonda; y el Responsable de la Actividad avisará a las instancias correspondientes de forma que se garantice la presencia de autoridades del Instituto Nacional de Cultura. Sólo con autorización de esta entidad, se podrán reiniciar los trabajos.

**-Prevención de Derrames:**

## 1.- R

\* Todas las sustancias químicas a utilizar en las labores de construcción se almacenarán en una zona cimentada, sin roturas o rajaduras considerables en el cimiento o en una base impermeable. Esta zona o base debe contar con algún medio de contención de derrames, de forma que se evite su dispersión hacia los alrededores, que llegue a suelo descubierto o algún curso de agua o desagüe.

Los envases y equipos se inspeccionarán periódicamente para detectar fugas. Debe solicitarse el apoyo a Mantenimiento en caso existan fugas. Deben guardarse registros de las inspecciones realizadas.

En caso de derrames significativos (que no pueden ser atendidos efectivamente por una persona), se deberá avisar inmediatamente al Responsable de Turno. Este, evaluará la situación real y decidirá si es necesaria la presencia del personal de Seguridad. En todo

caso, deberán contener el derrame de forma que no se propague. Para esto se empleará arena o similar. Si el derrame origina la presencia de gases que conviertan al ambiente en irrespirable, dará la voz de alerta al personal de seguridad y evacuará al personal del área que no cuente con mascarar apropiadas. En todo caso, se procederá según el Plan de Emergencia.

### 7.33 Planes preventivos y/o correctivos:

#### a) Plan para el manejo de la contaminación acústica:

Como se vio en el capítulo 3 toda la “contaminación acústica” se desplazaría a zonas despobladas en alta mar, aun así se tendrá en consideración el uso de aeronaves que estén dentro de los estándares exigidos en el anexo 16 de la OACI sobre política futura de lucha contra el ruido, esta afección no constituiría uno de los principales problemas medioambientales en la zona en proyecto.

#### b) Pasivos Ambientales:

Los pasivos ambientales serán entendidos como zonas contaminadas que deben ser remediadas. Pero como la isla se ha mantenido libre de contaminación no existen pasivos ambientales en la isla sin embargo es importante entender que se debe evitar durante la operación la contaminación de suelos en el sistema HUB propuesto, de ser causada por derrames de combustibles y aceites. Haciendo un monitoreo del suelo periódicamente para no detectar en el futuro concentraciones de hidrocarburos en las inmediaciones del aeropuerto.

#### c) Plan de Seguridad e Higiene:

Se debe contar con un Plan de Seguridad e Higiene, en el cual deben ser incluidos los contratistas. El propósito de las Normas de Seguridad y Salud del proyecto, debe ser proporcionar a los empleados y trabajadores que desempeñan labores en el sistema hub, un proceso de seguridad activo, diseñado para prevenir accidentes y lesiones en concordancia con las disposiciones vigentes.

El Plan determina que el contratista, deberá tener las Normas de Seguridad y Salud por escrito y enviar copia a la Gerencia de Mantenimiento y Logística para su aprobación. Si bien el contratista es responsable de la regulación de sus actividades.

El plan del contratista debe incluir como mínimo los procedimientos escritos sobre los siguientes tópicos:

- \* Filosofía de cero accidentes.
- \* Levantamiento de andamios y plataformas de trabajo en altura.
- \* Espacios libres y confinados.
- \* Plan de acción para emergencias.
- \* Operación e inspección de todos y cada uno de los equipos pesados.
- \* Permisos de trabajo (para tareas críticas)
- \* Uso y cuidado de equipos de protección personal.
- \* Análisis de tareas críticas.
- \* Conducción en Plataforma
- \* Investigación de accidentes.
- \* Orden y limpieza.
- \* Prevención de incendios.
- \* Reporte de accidentes.

Además considerará orientación para trabajadores y reuniones de seguridad en el trabajo.

- \* El contratista se asegurará que sus trabajadores cuente con el equipo de protección

necesario para la tarea a realizar, tales como: Casco de seguridad, protectores de oídos, anteojos o caretas para soldadores, guantes adecuados (cuero, caucho, PVC, etc.) zapatos de seguridad.

\* Cuando se trabaje en áreas o ambientes donde hay riesgo por la presencia de gases, los trabajadores deberán contar con respiradores o mascararas protectoras adecuadas para el trabajo a realizar.

#### **d) Plan de Control de Emisiones:**

##### **d.1) Emisiones de Vehículos:**

Se debe realizar un monitoreo de emisiones gaseosas de los vehículos utilizados en el aeropuerto Internacional de San Lorenzo. Si bien actualmente no existe legislación al respecto, se debe realizar el control de emisiones de vehículos con el fin de verificar su estado y reducir las emisiones. Se debe realizar un monitoreo regular de las emisiones de los vehículos que operan en la ruta comprendida entre el Callao y la Isla.

El monitoreo regular seguirá las siguientes consideraciones:

\* Cada empresa concesionaria o subcontratista propietaria de vehículos, realizará un diagnóstico de las condiciones actuales de cada vehículo y de sus sistemas operativos, para identificar los puntos de falla y realizar las reparaciones correspondientes, de forma que el vehículo trabaje de acuerdo a las mejores prácticas industriales aplicables. Esta condición estará refrendada por mediciones de sus emisiones. Asimismo verificará y garantizará que no existan fugas de ningún tipo de fluido del vehículo.

\* Creación de un registro de control de vehículos, indicando el propietario, el tipo de combustible utilizado, el año de fabricación y una estimación del estado de conservación.

\* Creación de un registro de Control de Emisiones Gaseosas para cada vehículo (Frecuencia de medición: anual). En este registro se anotarán los valores resultantes de la medición de los siguiente parámetros: Carbono (C), % en volumen de: Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Oxígeno (O<sub>2</sub>); Hidrocarburos y Eficiencia de la Combustión.

\* En función de los resultados de cada medición los Responsables del Mantenimiento de los Vehículos realizarán las correcciones necesarias para que el vehículo cumpla con los límites contractuales vigentes. Mientras que el vehículo no sea reparado, NO ESTARÁ AUTORIZADO DE OPERAR en el Sistema Hub Isla San Lorenzo.

\* Se incluirá en los Contratos de Concesión futuros a las empresas que posean vehículos que transitan dentro del ámbito de responsabilidad del sistema hub.

##### **d.2) Emisiones del Incinerador:**

Se debe realizar un diagnóstico de la condición del incinerador para verificar que el incinerador trabaje de acuerdo a las mejores prácticas industriales aplicables. Esta condición estará refrendada por mediciones de las emisiones, como también por los valores de los parámetros operativos (consumo de combustible, eficiencia de la combustión, temperaturas, cantidad de oxígeno, etc.).

##### **d.3) Control de Polvo:**

El control de polvo es importante para controlar el FOD (Foreign Object Damage). Para controlar el polvo generado por vehículos y actividades de construcción se llevarán a cabo diferentes medidas:

\* Vegetación de las áreas que no puedan ser asfaltadas.

\* Humedecimiento de los montículos de desmontes y residuos de construcción que puedan generar polvo o su cobertura.

Se favorecerá el sembrado de grama en las áreas entre las pistas, calles de rodaje y

plataforma actualmente vacías. El sembrado tendrá efectos positivos no sólo como medidas de control de polvo, sino mejorará el paisajismo del aeropuerto.

#### **e) Plan de Control de Ruidos:**

##### **e.1) Control de Ruidos Durante la Construcción:**

\* Para la mitigación de los posibles impactos negativos locales en el caso de los ruidos (por las actividades propias de ésta), se utilizarán sistemas de protección y aislamiento adecuados dentro de las instalaciones del aeropuerto.

Se contará con un plan de seguridad y protección para los trabajadores temporales en esta etapa de construcción. Especialmente los que están directamente expuestos a ruidos

\* Los trabajadores que están directamente expuestos a ruidos deberán hacer uso de protectores auditivos. Se utilizarán sistemas de protección y aislamiento adecuados para mitigar el ruido que se cause a los usuarios y transeúntes del aeropuerto.

##### **e.2) Control de Ruidos de Aviones:**

Dentro de las actividades definidas para el problema de ruido de los aviones, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

\* Se proveerá a todo el personal cuya labor este afectada por niveles altos de ruido, de la protección auditiva necesaria y adecuada para la labor que desempeña. Asimismo, dentro de sus instructivos de trabajo se formalizará la obligatoriedad de utilizar la protección auditiva durante todo el tiempo en las zonas cuya señalización indique "Uso de Protección Auditiva".

\* De acuerdo a lo indicado en la Resolución N° 216-2000-MTC publicado el 27/09/2000, que obliga a la adecuación de las aeronaves de las compañías a cumplir con las normas internacionales de niveles de ruido.

#### **f) Plan de Manejo de Residuos:**

El manejo de residuos sólidos en el aeropuerto san Lorenzo, podría constar de varias fases: almacenamiento primario, recolección primaria interna y almacenamiento final. Parte de los residuos serán clasificados en: recuperables, irrecuperables (inorgánicos y orgánicos) y peligrosos. Los residuos serán dispuestos en un relleno sanitario autorizado.

Se hará a través de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS), preparará un Plan de Manejo de los Residuos Sólidos, de acuerdo a lo indicado por la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314, pub. 21/07/2000).

Todas las actividades se adecuarán paulatinamente tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

\* Se establecerá un programa de minimización de generación de residuos.

\* Para un adecuado control, cada responsable de área definirá un medio de medición (Kg de residuo/mes por ejemplo), de forma que se pueda definir un indicador de control que permita determinar la evolución de la generación de desperdicios.

\* Se creará una lista de tipos de residuos. Esta lista estará controlada de forma que su información se mantenga actualizada y vigente. Esta consideración es particularmente crítica para los residuos peligrosos y los residuos de aeronaves.

\* Se definirán criterios y procedimientos para la segregación adecuada en la fuente de generación del residuo. Para ello, se clasificarán los residuos en dos grandes grupos:

Recuperables e Irrecuperables. Cada clasificación tendrá las sub. clasificaciones necesarias. Por ejemplo dentro de los recuperables, tendremos papel, plástico, vidrio, madera, chatarra, etc. Cada subcontratista, implementará en su zona de responsabilidad los mecanismos necesarios para cumplir con los procedimientos de segregación.

\* Garantizar que los residuos lleguen a los puntos de acopio en forma adecuada.

- \* Establecimiento de turnos, horarios, y frecuencias para la recolección y evacuación de los residuos.
- \* Establecimientos de rutas definidas y traslado de residuos.

### **f.1) Manejo de Aceites Usados:**

El mal manejo de aceites usados en las instalaciones del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez es uno de los principales problemas en el manejo de residuos. Este mal manejo ha producido contaminación de suelos y la mala calidad de los efluentes.

Esto debe ser controlado en el aeropuerto San Lorenzo para que no se repita este problema, para ello es importante saber que no se debe arrojar los aceites al desagüe, ya que crea problemas a los sistemas de tratamiento de agua residual.

El Plan de Manejo de Aceites Usados establecerá la forma de reutilización o de disposición final, la cual será ambientalmente correcta.

El plan se basará en las Normas Técnicas Peruanas de Manejo de Aceites Usados (NTP 900.050:2001 y NTP 900.051:2001).

### **f.2) Manejo de Residuos Peligrosos:**

Los usuarios en las instalaciones del aeropuerto deben poseer una guía para la clasificación de residuos peligrosos.

La autoridad encargada del Aeropuerto San Lorenzo creará la lista de residuos, en donde se debe encontrar claramente indicado qué son residuos peligrosos y como almacenarlos hasta su recolección. Asimismo, tal como se indicó, el subcontratista, se encargará de la recolección adecuada y disposición final.

### **f.3) Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción:**

Si bien en el Perú no existe reglamentación en lo referente a manejo de residuos de la actividad de la construcción, existen Normas Técnicas para el Manejo de Residuos de la actividad de la Construcción. Estas normas son de carácter voluntario, pero pueden servir de ayuda para implementar un sistema de manejo de los mismos.

En base a las recomendaciones indicadas en las Normas Técnicas para el Manejo de residuos de la Actividad de la Construcción, (NTP 400.050-1999, NTP 400.051-1999, NTP 400.052-2000 y NTP 400.053-1999). se definirán acciones para cada una de las etapas involucradas en las construcciones a llevar a cabo dentro de los planes de desarrollo. En todo caso, el manejo de Residuos se hará bajo las siguientes consideraciones:

- \* Se definirán dentro de cada área física de trabajo, una zona adecuada para el almacenamiento temporal de los residuos generados en la actividad de construcción. Esta zona estará claramente señalizada y contará con medios físicos de separación hacia el entorno. De preferencia será una zona cimentada, caso contrario se coordinarán para que los residuos tengan el menor tiempo de residencia. El Supervisor de obra será responsable de llevar a cabo satisfactoriamente esta implementación.
- \* Por ningún motivo se arrojarán residuos de construcción a la red de alcantarillado o a cualquier otro cuerpo de agua receptor, sea cual fuere la naturaleza del residuo (sólido, líquido o semisólido). En todo caso, se deberá administrar el residuo de forma de darle la mejor disposición o uso.
- \* Se evitará en lo posible la generación de polvo (particulado) proveniente de residuos de construcción.
- \* En caso los residuos de construcción muestren la presencia de algún contaminante externo (aceites, combustibles, grasas), se considerarán como Residuos peligrosos y serán tratados como tal.

**g) Plan de Control de Efluentes:**

Todos los desagües del Aeropuerto deberán ser colectados por un único sistema colector. El diseño se deja a especialistas, el cual debe ser verter con tratamiento al mar. Parte del agua del efluente puede ser usada con tratamiento previo para riego de todas las áreas verdes del aeropuerto, y complejo turístico hotelero comprendidas en el proyecto propuesto.

Se establecerá un área única de limpieza con medios de contención de líquidos, de forma que el agua utilizada no discurra hacia lugares no esperados y contamine el suelo o similar. Estas áreas deberán poseer separadores de grasa y un tratamiento primario, adecuados para el volumen de efluente generado. Estas aguas serían utilizadas para el riego de las áreas verdes en todo el sistema.

**g.1) Planta de Tratamiento de Aguas Servidas:**

Se construirá una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas con el fin de lograr que la calidad de los efluentes finales antes del punto de descarga a la red de alcantarillado que descargara en un punto determinado de la isla que cumpla con los requerimientos legales aplicables. En esta planta se tratará igualmente el "blue water" (aguas servidas provenientes de las aeronaves). Además se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- \* El agua tratada se utilizará para el regadío de las áreas verdes.
- \* El agua tratada no utilizada será vertida a la red de alcantarillado público. No se considera que vaya a haber saldos.
- \* Los lodos o residuos generados por la planta de tratamiento, se evacuarán periódicamente de la planta para garantizar que el volumen de tratamiento permanezca dentro de los parámetros esperados. Antes de la evacuación de los lodos, se determinarán si se considerarán residuos peligrosos (de acuerdo a la definición de la Ley de Residuos Sólidos) o se consideran residuo común o similar. En todo caso el responsable de la Planta de Tratamiento tomará la mejor decisión posible de forma que se consiga el mejor comportamiento ambiental.

**h) Almacenamiento de Sustancias Químicas, Combustibles y Aceites:**

El almacenamiento de sustancias químicas, combustibles y aceites es por lo general deficiente. La gran mayoría de las instalaciones de los aeropuertos del Perú no cuentan con ambientes especiales para el almacenamiento de sustancias químicas, no poseen contención secundaria, los envases no están identificados en cuanto a contenido o peligrosidad y tampoco poseen las hojas de seguridad de las sustancias almacenadas.

En el aeropuerto de la isla San Lorenzo se debe llevar a cabo un reordenamiento e implementación de sistemas de contención secundaria de los almacenes de sustancias químicas, combustibles y aceites.

Se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- \* Definición de áreas específicas para el almacenamiento de Sustancias Químicas, Combustibles y Aceites. Estas serán áreas cimentadas, con el piso en buen estado, sin presencia de grietas o rajaduras visibles. Las juntas (si hubiere), se encontraran selladas con un polímero especial que soporte el ataque químico de las sustancias allí almacenadas.
- \* Las áreas de almacenamiento, deberán tener métodos de contención de derrames (muros perimétricos, canaletas, etc.), para que en la ocurrencia de un derrame, éste quede contenido dentro del área y no se disperse hacia los alrededores.

\* Las áreas estarán adecuadamente ventiladas, de forma que no se concentren gases en casos de derrame, que pudieran causar daños personales u ocasionar una explosión o incendio.

\* En las zonas existirá un centro de información centralizada, donde se encontrará toda la información relacionada a todos las Sustancias Químicas, Combustibles y Aceites almacenados.

#### **i) Plan de Comunicaciones:**

Se debe contar con un sistema de comunicación eficiente así como de una precisa coordinación de esfuerzos entre todas las entidades gubernamentales involucradas, los líderes del entorno y los usuarios del aeropuerto. El plan de comunicación regional se llevará a cabo con el fin de divulgar información correcta en reuniones sobre el proyecto a nivel de las autoridades de Lima y Callao. El plan de comunicación local abarcará a las autoridades regionales y locales para cerciorarse que éstas conozcan las falsas expectativas que actualmente tiene la población del ámbito local.

#### **7.40 Plan de monitoreo Ambiental:**

La Autoridad del aeropuerto deberá preparar un Plan de Monitoreo Ambiental que contemplará los aspectos de calidad de aire, emisiones de incinerador, emisiones de vehículos que operan en el aeropuerto, agua, efluentes y ruido. Todos los monitoreos se realizarán tomando en consideración la legislación aplicable o la mejor práctica aplicable. Se buscará la asesoría de la autoridad competente y en la medida de lo posible se seguirán las recomendaciones dadas. Se crearán archivos para el adecuado manejo de la información que se genere en las mediciones. En caso como consecuencia de los monitoreos se detecte el incumplimiento sistemático de algún requisito o límite indicado por ley.

Se preparará un Plan de Monitoreo Ambiental que contemplará los siguientes aspectos:

- \* Monitoreo de Calidad de Aire.
- \* Monitoreo de Emisiones del Incinerador.
- \* Monitoreo de Emisiones de Vehículos que van a operar en el aeropuerto.
- \* Monitoreo de Agua Potable.
- \* Monitoreo de Efluentes.
- \* Monitoreo de Ruido.

Todos los Monitoreos se realizarán tomando en consideración lo siguiente:

- \* Se realizarán en estricto cumplimiento de la legislación aplicable.
- \* En caso no exista legislación, los métodos de monitoreo, las frecuencias, los registros de control y medición y cualquier otra actividad relacionada se llevarán a cabo con la mejor práctica aplicable, de forma que la mediciones realizadas sean representativas del parámetro que se desea controlar. En todo caso, se buscará la asesoría de la autoridad competente y en la medida de lo posible se seguirán las recomendaciones dadas.
- \* Se crearán archivos para el adecuado archivo de la información que se genere en las mediciones, de forma que ésta sea de fácil acceso y se encuentre actualizada, ordenada y adecuada al uso esperado.
- \* En los casos que se subcontrate los servicios de monitoreo, esto se hará sólo con empresas del rubro que cuenten con reconocimiento y autorización vigente por parte de la autoridad competente. Por ningún motivo se subcontratarán a empresas que no estén autorizadas. Asimismo, los equipos ofrecidos por la empresa subcontratista deberán ser

adecuados en función al parámetro a medir, deberán estar completamente operativos y calibrados a la fecha de uso.

\* La empresa subcontratista que preste el servicio garantizará la fiabilidad y exactitud de las mediciones y de los resultados analíticos de las mediciones. Asimismo cualquier error en la toma de datos, el muestreo o determinación de los valores en laboratorios serán de su responsabilidad, estando obligado a repetir las mediciones necesarias a fin de alcanzar los requerimientos de monitoreo indicados en la legislación.

\* La empresa subcontratista asimismo estará obligada a informar inmediatamente al responsable de La Autoridad del sistema Hub San Lorenzo designado, en caso en alguna de las fases de su servicio detecte un incumplimiento del parámetro medido con respecto a la legislación. Esto, con el fin de definir y tomar las medidas preventivas / correctivas necesarias para el cumplimiento de la legislación.

\* En caso como consecuencia de los monitoreos se detecte el incumplimiento sistemático de algún requisito o límite indicado por ley, se pondrá en comunicación con la autoridad del sector, presentándole la problemática y las posibles soluciones identificadas para el caso particular, así como un planeamiento en el tiempo para alcanzar el valor límite de ley.

#### **7.41 Monitoreo de Calidad de Aire:**

El Plan de Monitoreo de Calidad de Aire usará como referencia los Estándares de Calidad Ambiental de Aire (D.S. N° 074-2001-PCM).

Los parámetros a monitorear son los siguientes: dióxido de azufre, PM-10, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, plomo y sulfuro de hidrógeno.

Los puntos de monitoreo deberán estar en lugares estratégicos dados por especialistas en monitoreo ambiental, la frecuencia de monitoreo recomendada es trimestral.

#### **7.42 Monitoreo de Emisiones del Incinerador:**

Se debe llevar a cabo monitoreos anuales de las emisiones del incinerador en San Lorenzo. Si bien los parámetros y la frecuencia de los monitoreos serán determinados por la autoridad, los siguientes parámetros pueden ser usados de referencia: Partículas totales, monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y opacidad.

Se creará un registro de Control de Emisiones Gaseosas para el incinerador. En este registro se anotarán los valores resultantes de la medición de acuerdo a los parámetros recomendados por la autoridad competente.

#### **7.43 Monitoreo de Emisiones de Vehículos:**

Se debe efectuar un monitoreo de las emisiones de los vehículos que operan dentro y en los alrededores del aeropuerto.

Los parámetros a analizar serán: carbono, porcentaje en volumen de monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno; así como hidrocarburos y La frecuencia de monitoreo será anual.

#### **7.44 Monitoreo de Agua Subterránea (en caso que hubiere):**

Se debe realizar un monitoreo de las aguas subterráneas utilizando los pozos de monitoreo instalados durante el trabajo de investigación de sitio.

**7.45 Monitoreo del Agua Potable obtenida por pozo o planta desalinizadora:**

El monitoreo de agua potable se llevará a cabo usando como referencia la NTP 214.003-1987 – Requisitos para Agua Potable.

Los puntos de monitoreo que se establecerán deberán ser aquellos donde el agua potable será ofrecida al personal o al público.

La frecuencia del monitoreo será establecida con la autoridad competente. Se recomienda un monitoreo trimestral.

**7.46 Monitoreo de Efluentes:**

El monitoreo de agua potable se llevará a cabo usando como referencia el D.S. N° 28-60-SAPL – Reglamento de Desagües Industriales.

Los parámetros a analizar en laboratorio serán como mínimo:

Temperatura, pH, Sólidos suspendidos sedimentables, aceites y grasas, DBO5 y sustancias inflamables.

**7.47 Monitoreo de Ruido:**

La Autoridad competente realizará un monitoreo de ruido según la Norma ISO 3891-1978 (E) “Acoustics –Procedure for describing aircraft noise heard on the ground”, así como el “Anexo 16 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional – Volumen I: Ruido de la Aeronaves” de la Organización de Aviación Civil Internacional (Tercera Edición, Julio 1993).

Los monitoreos se realizarán cada dos años y tendrán como objetivo investigar si el ruido afecta al ecosistema de la isla.

**7.48 Modelización de la contaminación atmosférica:**

En lo relativo a la emisión de sustancias contaminantes y de gases que contribuyen al efecto invernadero y al cambio climático, y en sintonía con los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kioto, se debe llevar a cabo los estudios de modelización de la contaminación atmosférica en el aeropuerto de San Lorenzo.

para cuantificar, tanto para la situación al corto, mediano y largo plazo, las cantidades emitidas a la atmósfera de gases contaminantes, no sólo desde las aeronaves sino de todas las fuentes presentes en el aeropuerto (tráfico de autos, instalaciones en los alrededores,...), modelando, en base a la dinámica atmosférica, su dispersión en el entorno, dando como resultado las curvas de isoconcentración para cada sustancia contaminante. La citada modelización puede ser llevada a cabo mediante la utilización de un programa informático de simulación como el EDMS (Emissions and Dispersion Modeling System), desarrollado por la Federal Aviation Administration (FAA) y la United States Air Force (USAF) en colaboración con la Environmental Protection Agency (EPA).

Estos estudios proporcionan una valiosa fuente de información que motivará y justificará la aplicación de las oportunas medidas de cara a la reducción de la contaminación atmosférica en los entornos aeroportuarios.

**7.49 Control de Aves:**

Debido a las complejas relaciones que existen entre biota y tráfico aéreo del aeropuerto y al riesgo que para ambas partes significa, se llevará a cabo las siguientes medidas:

\* La puesta en marcha de una administración y planeamiento integrado de la gestión ecológica del área de influencia. Debería revertirse el actual modo de “manejar” la ecología del aeropuerto y generar un departamento de manejo ecológico que sea el

responsable de diseñar un programa de conservación, manejo del hábitat y ejecución de los programas de control ambiental.

- \* Todos los proyectos deben ser revisados para asegurar que los mismos no atraen fauna durante su construcción y aún luego de finalizada la misma.
- \* Los basureros deberán eliminarse del predio para disminuir riesgos.
- \* Las aerolíneas deberían ofrecer sus conocimientos y aconsejar al personal de campo en temas de control. Además deberían aceptar la importancia de notificar cualquier tipo de incidente debido a fauna (colisiones, actividad aviar inusual, animales en el predio). De este modo se pueden reducir los riesgos a niveles básicos.
- \* Dados los importantes conocimientos de personal que actualmente efectúa el control de Aves en el Aeropuerto Jorge Chávez, sería importante que el mismo intervenga en un eventual futuro manejo ecológico en el aeropuerto de la isla San Lorenzo.

### **7.50 Plan de contingencias y emergencias:**

Se debe contar con un plan de contingencias y emergencias. Con las obligaciones para la atención de las diversas emergencias.

La administración de este plan es de total responsabilidad de la Autoridad que el estado designe para administrar todo el sistema HUB, el cual nombrará funcionarios a dedicación exclusiva para poder dar cumplimiento a las disposiciones establecidas.

El Plan de Emergencia apropiado debe estar de acuerdo con las regulaciones internacionales, basándose principalmente en los documentos existentes de la Organización de Aviación Civil Internacional – OACI. Se han considerado los siguientes documentos:

- \* Anexo 14 de la OACI, Aeródromos
- \* Manual de Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (Doc. 9137-AN/898) Parte 1
- \* Anexo 17 de OACI – Seguridad
- \* Manual de Seguridad para la Protección de la Aviación Civil Internacional contra Actos de Interferencia Ilícita (Doc. 8973/5).
- \* El plan debe establecer los procedimientos y responsabilidades de los organismos e instituciones involucradas; y alcanza a todas las organizaciones públicas y privadas vinculadas a situaciones de emergencia.

Se ha definido diferentes tipos de emergencias:

- \* Accidente de aeronave dentro del área del aeropuerto.
- \* Accidente de aeronave fuera del área del aeropuerto.
- \* Averías de aeronave en vuelo.
- \* Emergencias ocasionadas por incendio estructural en el aeropuerto.
- \* Emergencias ocasionadas por actos de interferencia ilícita.
- \* Emergencias ocasionadas por sustancias y/o mercaderías peligrosas.
- \* Emergencias ocasionadas por desastres naturales.
- \* Emergencias ocasionadas por multitudes.

A continuación se definen las diferentes condiciones de alerta:

#### **Alerta I.**

Cuando existe una situación que probablemente pueda poner en riesgo la seguridad de las operaciones aéreas en el aeropuerto. En este caso el Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI) y las Unidades Médicas de Apoyo (UMA) procederán a ubicarse en puntos establecidos de acuerdo a la emergencia.

**Alerta II**

Cuando existe una situación de emergencia que ponga en riesgo la seguridad de las operaciones aéreas en el aeropuerto. En este caso el Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI) y las Unidades Médicas de Apoyo (UMA) procederán a ubicarse en puntos establecidos de acuerdo a la emergencia.

**Alerta III**

Cuando la situación de emergencia impide el normal desarrollo de las operaciones aéreas. En este caso el Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios (SEI) y las Unidades Médicas de Apoyo (UMA) entrarán en acción inmediatamente y se inician las acciones previstas en el Plan de Emergencia. El documento describe los procedimientos a seguir por el personal durante las diferentes situaciones de emergencias y alertas.

En el caso de un accidente de aeronave en el aeropuerto (Alerta III) el Jefe del Servicio de Tránsito Aéreo o Jefe de Turno de Torre de Control de CORPAC es el responsable de activar la Red de Comunicaciones y Condiciones de Alerta y de la comunicación con las aeronaves en vuelo. El Director de Operaciones o el Jefe de Operaciones de Emergencia o Jefe de Aeropuerto de Turno será el responsable de las coordinaciones del Centro de Operaciones de Emergencia (COE) y de las coordinaciones con los organismos involucrados de apoyo externo. El Jefe del SEI o Supervisor de Turno será el responsable de combatir el fuego y de coordinar el apoyo externo. El Jefe del Aeropuerto de Turno coordinará el apoyo entre las diferentes organizaciones involucradas. El Gerente de Seguridad o Jefe de Seguridad de Instalaciones o Jefe de Seguridad de Pasajeros o Supervisor de Seguridad de Turno será el responsable por la información al Centro de Operaciones de Emergencia (COE).

El Plan de Emergencia debe tener un Plan General de Evacuación. La finalidad de este plan es el de proteger a los ocupantes, los bienes, instalaciones y equipos que se encontrarían afectados por un desastre. Se consideran la instalación de 3 brigadas, una brigada de evacuación, brigada de prevención de incendios y brigadas de primeros auxilios.

**7.60 Principios medio ambientales para el sistema propuesto:**

- \*Respetar y proteger el medio ambiente como objetivo básico en la gestión de las actividades del sistema propuesto que tendrá encomendadas en materia de aeropuertos y navegación aérea, así como en el desarrollo de las infraestructuras aeronáuticas y de los espacios y servicios comerciales.
- \*Hacer compatible el desarrollo del transporte aéreo con la conservación del medio ambiente de forma que las acciones de hoy no comprometan la calidad de vida de las generaciones futuras, fomentando así el desarrollo sostenible.
- \*Establecer procedimientos para conocer y mantener actualizados los requisitos legales aplicables a la actividad aeroportuaria, para su cumplimiento.
- \*Implantar en el hub-aeropuerto un sistema de Gestión Medio Ambiental conforme con esta política medio ambiental que permitan definir periódicamente objetivos y metas medioambientales, así como controlar y evaluar de forma sistemática su grado de cumplimiento para asegurar la mejora continua y la prevención de la contaminación.
- \*Prevenir la contaminación atmosférica que pudiera asociarse a las actividades del aeropuerto San Lorenzo, teniendo en cuenta los medios técnicos y económicos disponibles, minimizando las emisiones químicas y estableciendo los mecanismos adecuados de control, vigilancia y corrección.

- \*Fomentar la reutilización, el reciclado y la gestión de los residuos de forma respetuosa con el medio ambiente.
- \*Racionalizar el consumo de energía y de los recursos naturales, a través de la eficiencia energética y la progresiva utilización de las energías renovables.
- \*Actuar de forma transparente con las administraciones, instituciones y comunidades del entorno donde se desarrollan su actividad y cooperar estrechamente con ellas en la prevención de los posibles impactos ambientales que pueden ser generados por las actividades asociadas al transporte aéreo.
- \*Comunicar la política medio ambiental a todos los empleados, contratistas y concesionarios del aeropuerto en San Lorenzo y ponerla a disposición de los clientes y del resto de la sociedad.
- \*Concienciar al personal mediante programas de formación y sensibilización sobre la importancia del correcto desarrollo de sus actividades, fomentando su participación en el cumplimiento de los objetivos.
- \*Adecuar periódicamente la política medioambiental a los nuevos objetivos de la organización, adaptándola a las nuevas necesidades que se presentan.
- \* En el marco del compromiso ambiental, se promueve la implantación de un sistema de gestión ambiental, basados en normas internacionalmente reconocidas, que permiten la consecución de certificaciones medioambientales.
- \*Compromiso con el protocolo de Kyoto, que persigue una reducción de las emisiones de los gases que contribuyen al cambio climático, mediante un aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos y la progresiva utilización de las energías renovables, compatibles con las exigencias operativas.

## CONCLUSIONES

\* Existe ya propuestas para el desarrollo de la actividad comercial a través de la creación de un sistema HUB que funcione como polo de desarrollo con miras a un futuro comercial acorde con las exigencias internacionales, la mayoría de propuestas están dirigidas hacia la creación de un puerto en la isla San Lorenzo, y un sistema intermodal, a estas propuestas les falta estudios técnicos que sustenten dichas ideas.

\* Existe un crecimiento económico del Perú en la actualidad, por lo tanto este es momento adecuado de tomar las decisiones acertadas, para que las generaciones por venir puedan hacer uso de sistemas de transporte eficientes, como el propuesto en la presente tesis.

\* Si bien es cierto que hasta la actualidad se presenta una problemática seria en relación al puerto y al aeropuerto el gobierno a considerado darlos en concesión para que mediante la inversión privada se modernicen, sin embargo los problemas continuaran solo hasta optar por crear una nueva infraestructura como la propuesta en esta tesis.

\* El nuevo Puerto ubicado en la isla San Lorenzo, en cuyo caso estaría diseñado para naves que superen los 16m de calado; y posterior al tiempo de vida útil del TMC. Se prevee que saldrán embarcaciones cuyo calado superen los 20 mt y si la utilización de estas naves crece a un ritmo acelerado entonces es que debemos optar por construir el muelle comercial en la isla San Lorenzo.

\* La contaminación acústica así como problemas de riesgo se presentan para las zonas aledañas en el aeropuerto internacional Jorge Chávez y por ello debemos considerar a la isla san Lorenzo como lugar para la ubicación de nuestro futuro Aeropuerto Internacional.

\* Seria algo grave para el Perú, que después de haber gastado tanto dinero y recursos en expropiar los terrenos agrícolas, y ampliar el aeropuerto, dentro de unos años continúen los problemas técnicos, ambientales, sociales, etc. y todo para que unos pocos señores se beneficien económicamente con los pequeños negocios de la actual concesión.

\* La tecnología para hacer un aeropuerto en una isla, existe hace una buena cantidad de años, y a sido utilizada por muchos países. Tenemos que ver que otros lo hagan para que recién lo tengamos en cuenta. Esta ubicación posee muchas ventajas entre las cuales destacan:

- La contaminación sonora recae en un área despoblada (El mar).
- Mejor operatividad para las maniobras aéreas.
- En caso de ocurrir un accidente en las inmediaciones del aeropuerto, la magnitud de este seria mucho menor de ocurrir en un área urbana.

\* El proyecto es rentable teniendo en cuenta todo el sistema Hub constituido por puerto, aeropuerto y complejo turístico, generarían altos ingresos al país.

\* El Aeropuerto es la puerta de entrada del Perú para el mundo, es por ello que la primera impresión del visitante extranjero al llegar al Perú de llevarse a cabo el aeropuerto en la isla san Lorenzo será de un moderno y turístico sistema rodeado de

áreas verdes, hoteles de primera clase, etc. en vez de la actual zona frente al aeropuerto Jorge Chávez.

\* El llevar a cabo el Aeropuerto internacional en la Isla San Lorenzo resolvería definitivamente la situación de la población que vive en el lado adyacente al aeropuerto, pudiendo estos invertir en sus actividades agrícolas y pensar como actualmente ya lo están haciendo en la exportación de sus productos.

\* Se debe decidir entre dos opciones para la zona en conflicto por la ampliación: tener una zona extensa constituida por cemento y una gran área verde para el Callao, las autoridades de turno tendrán la última palabra.

\* El estudio de vientos nos da como resultado una dirección de pista paralela a Isla lo cual sería sumamente ventajoso para la construcción de la pista y su operatividad.

\* Las condiciones naturales de la Isla San Lorenzo en cuanto a su distancia a la ciudad, profundidad, tipo de suelo son propicias para la ubicación del sistema propuesto.

\* El estudio de Impacto Ambiental demuestra que se puede construir este sistema sin alterar las condiciones Culturales, Históricas y Ecológicas de la Isla San Lorenzo, integrándose este en armonía con el entorno.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Anexo 14 al convenio sobre aviación Civil Internacional, Aeródromos Volumen I Cuarta edición, Julio 2004 – OACI
- Plan Maestro 2002-2030 AIJCH, Lima Airport Partners, 28 Febrero 2002
- Planificación y diseño de Aeropuertos, Robert Horonjeff, 2da Edición, 1975 Mc Graw Hill, Inc.
- Ingeniería de Aeropuertos, Modulo Planificación, Secretaria de comunicaciones y transporte, Subsecretaria de Infraestructura, Dirección General de Aeropuertos, 1986.
- Ingeniería de Aeropuertos, Modulo Proyecto, Secretaria de comunicaciones y transporte, Subsecretaria de Infraestructura, Dirección General de Aeropuertos, 1986.
- Plan Intermodal de Transportes del Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones/OGPP-Informe Final - Consorcio BCEOM-GMI-WSA, Junio de 2005.
- Plan Maestro de transporte Urbano, Para el Área Metropolitana de Lima y Callao en la Republica del Perú., Agencia de cooperación Internacional del Japón (JICA), agosto 2005, yachiyo engineering Co., Ltd
- Derrotero del Mar Peruano, dirección de Hidrografía y Navegación de La Marina de Guerra del Perú, 2003
- Geología de la isla San Lorenzo, Inst. Inv. Fom. Min. Boletín N°7, 1953
- Proyecto de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Instituto Nacional de Planificación-Universidad Nacional de Ingeniería, 1981
- Estudio para el desarrollo del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Lima – Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de transporte Aéreo, Dirección de Infraestructura Aérea, Suplemento de la Fase I y II, 1977
- Aeródromo de Gueppi, Volumen N°1, Informe Final, Ing. Samuel Mora Quiñones, Ministerio de Defensa Ejercito Peruano, Dirección de Logística, Abril 1994.
- AIP-Perú (Publicación de Información Aeronáutica del Perú) CORPAC S.A, 2006
- Estudio de Ruido Para El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Fraport (Frankfurt Airport Services Worldwide), Frankfurt, 2002.
- Estudio de Ruido Para El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, 2002
- Estudio de Ruido Para El Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, Pontificia Universidad Católica del Perú, Laboratorio de Acústica - Sección Física, 2004.
- Directiva Técnica Extraordinaria N° 1: Regulación de los niveles de Ruido Permisibles para las aeronaves que operan en territorio Peruano en empresas aéreas Nacionales e Internacionales y los Procedimientos de aceptación para su respectiva Homologación, MTC, 2002
- Ruido de las Aeronaves, Ing. Flavio Vargas V. CORPAC S.A, 2004.
- Estudio de Impacto Ambiental Aeropuerto Internacional Jorge Chávez Informe Final, Golder Associates, Perú en asociación con ERM Argentina S.A. Noviembre 2001.
- [www.megapuerto.net](http://www.megapuerto.net)
- [www.islas palomino.com](http://www.islas palomino.com)
- [www.tendencias21.net](http://www.tendencias21.net)

**PLANO 1: LOCALIZACION E INFORMACION**

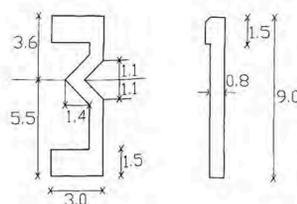
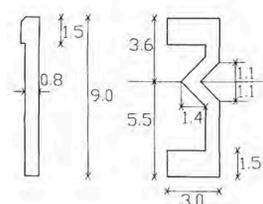
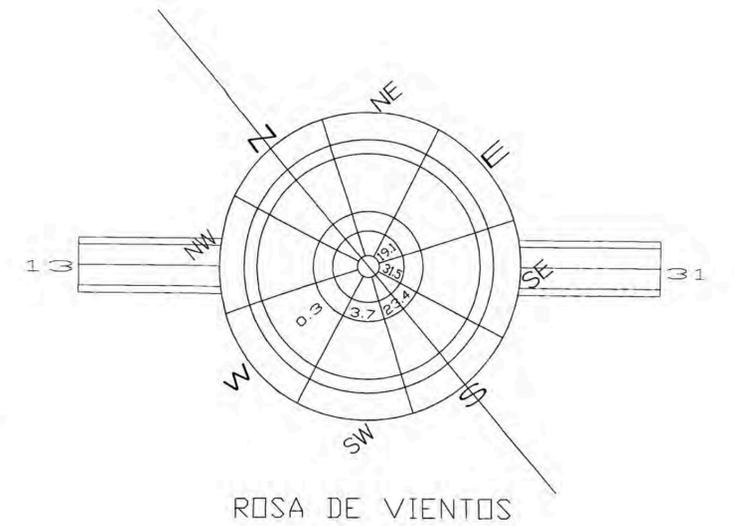
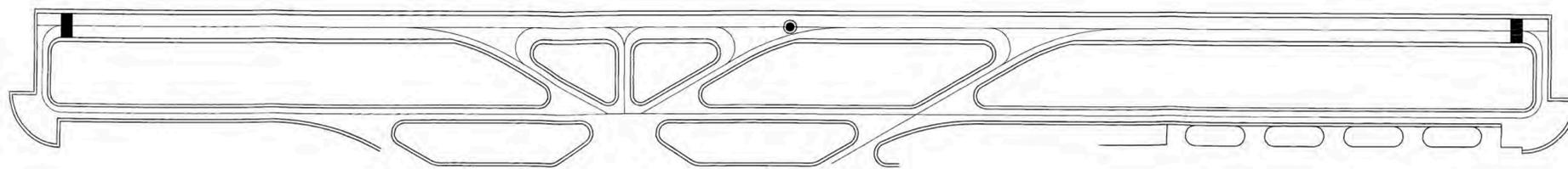
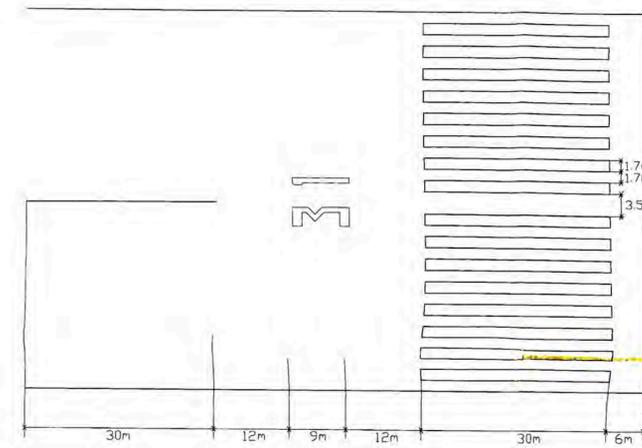
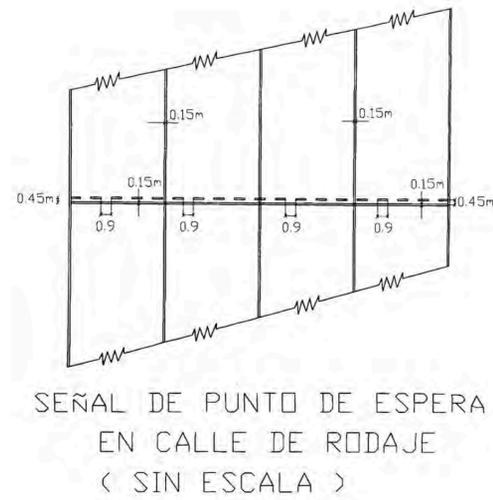
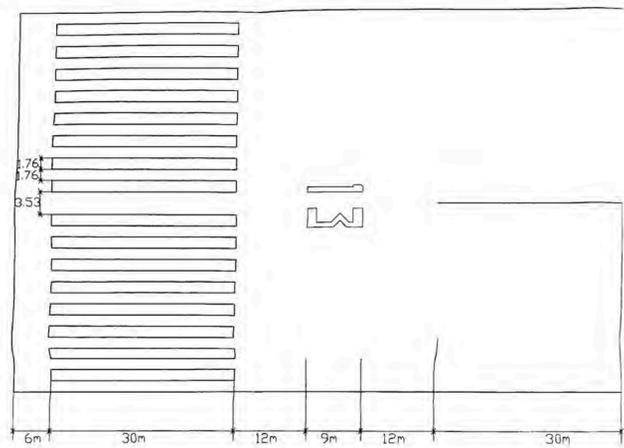
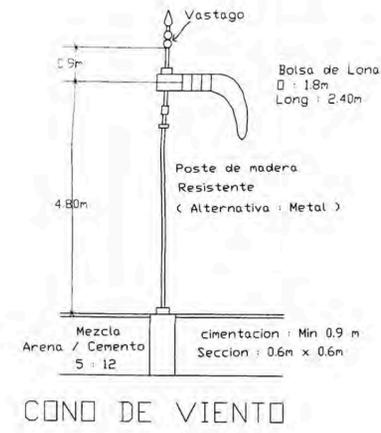
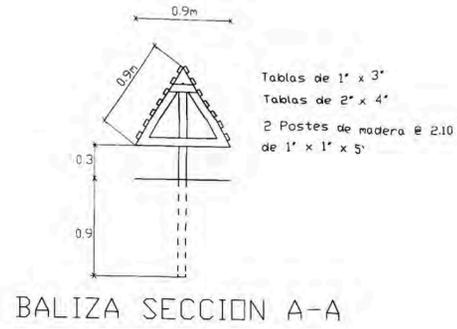
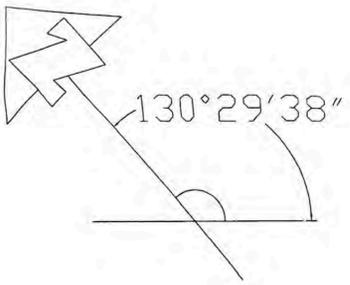
**PLANO 2: PLANO DE OBSTACULOS ARTIFICIALES AEROPUERTO  
JORGE CHAVEZ**

**PLANO 3: SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS AEROPUERTO  
JORGE CHAVEZ AMPLIADO**

**PLANO 4: SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS AEROPUERTO  
SAN LORENZO**

**PLANO 5: PISTA DIRECCION, SEÑALES Y MARCAS VISUALES  
AEROPUERTO SAN LORENZO**

**PLANO 6: SONDAJES EN METROS BAHIA DEL CALLAO Y MIRAFLORES**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 PISTA DIRECCION, SEÑALES Y MARCAS VISUALES AEROPUERTO SAN LORENZO  
 BACH. ING. MANUEL AUGUSTO FERNANDINI BURGOS  
 ASESOR: ING. SAMUEL MORA QUIÑONES

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**ISLA SAN LORENZO**  
**PERU**

PROYECTO DE INGENIERIA AEROPORTUARIA  
 ESTUDIO DEL SISTEMA EN LA ISLA SAN LORENZO

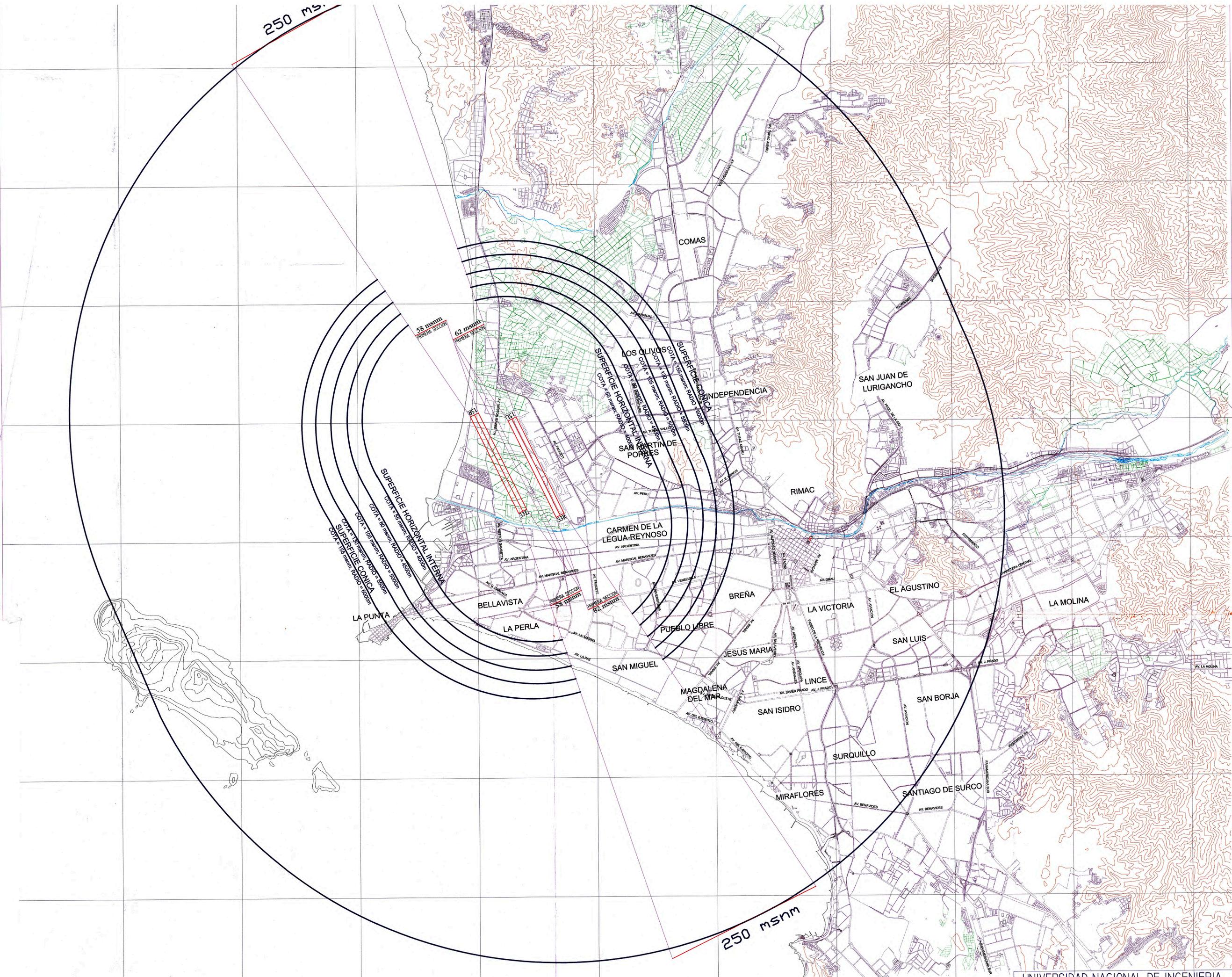
JULIO 2007  
 TESIS DE GRADO

PLANO Nº	LOCALIZACION Y DESCRIPCION
01	LOCALIZACION E INFORMACION
02	PLANO DE OBSTACULOS ARTIFICIALES AEROPUERTO JORGE CHAVEZ
03	SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS, JORGE CHAVEZ AMPLIADO
04	SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS AEROPUERTO SAN LORENZO
05	PISTA DIRECCION, SEÑALES Y MARCAS VISUALES AEROPUERTO SAN LORENZO
06	SONDAJES EN METROS BAHIAS DEL CALLAO Y MIRAFLORES

AEROPUERTO INTERNACIONAL ISLA SAN LORENZO



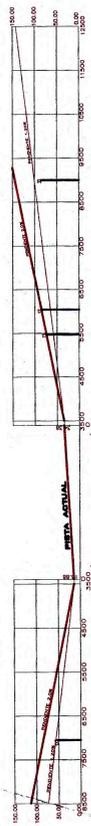
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
LOCALIZACION E INFORMACION
BACH. ING. MANUEL AUGUSTO FERNANDINI BURGOS
ASESOR: ING. SAMUEL MORA QUIÑONES



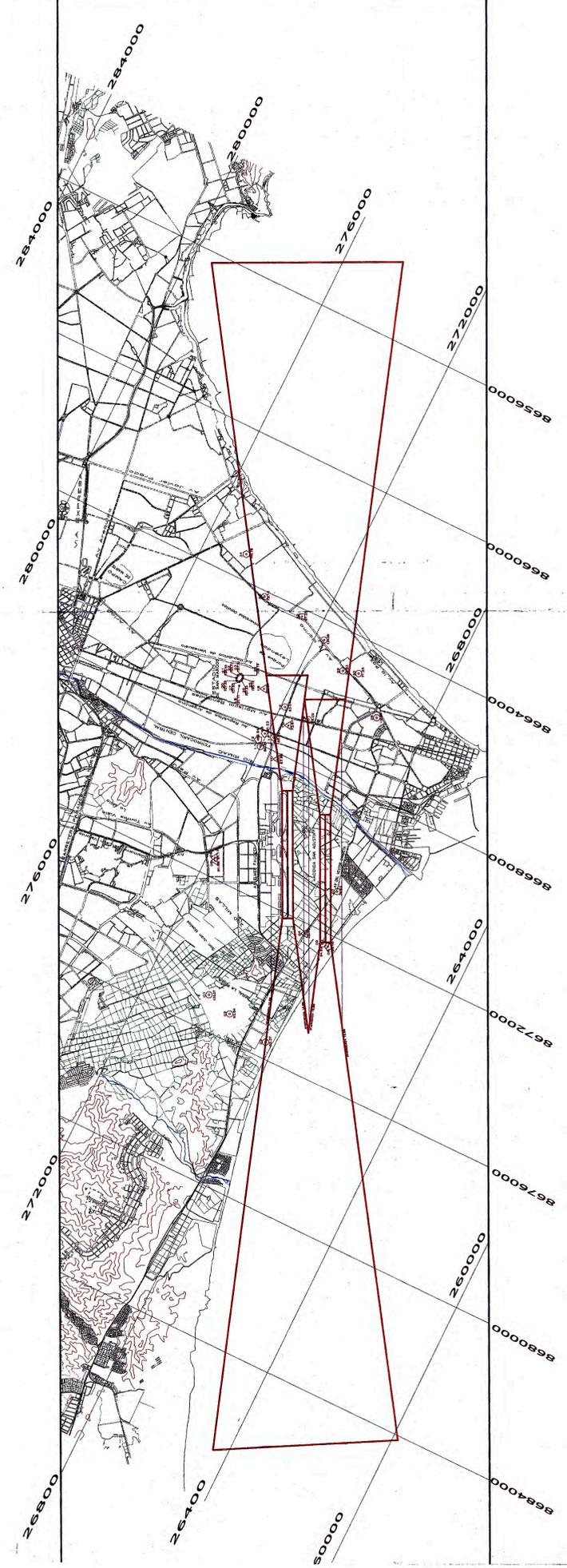
ESC: 1/50000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS - AEROPUERTO JORGE CHAVEZ  
 BACH. ING. MANUEL AUGUSTO FERNANDINI BURGOS  
 ASESOR: ING. SAMUEL MORA QUIÑONES

SECCION LONGITUDINAL SEGUNDA PISTA PARALELA PROYECTADA



ESCALA 1/750 Vertical  
1/7,500 Horizontal

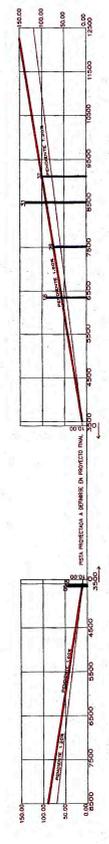


ESCALA 1/750 Vertical  
1/7,500 Horizontal

**LEYENDA**

ANTENA, TORRE O POSTE	○
TANQUE DE AGUA	△
EDIFICIO	□
CHIMENEA	◇
IGLESIA	⬡
FERROCARRIL	
RIO	~~~~~
AVENIDA	====
CURVA DE NIVEL	~~~~~

SECCION LONGITUDINAL SEGUNDA PISTA PARALELA PROYECTADA



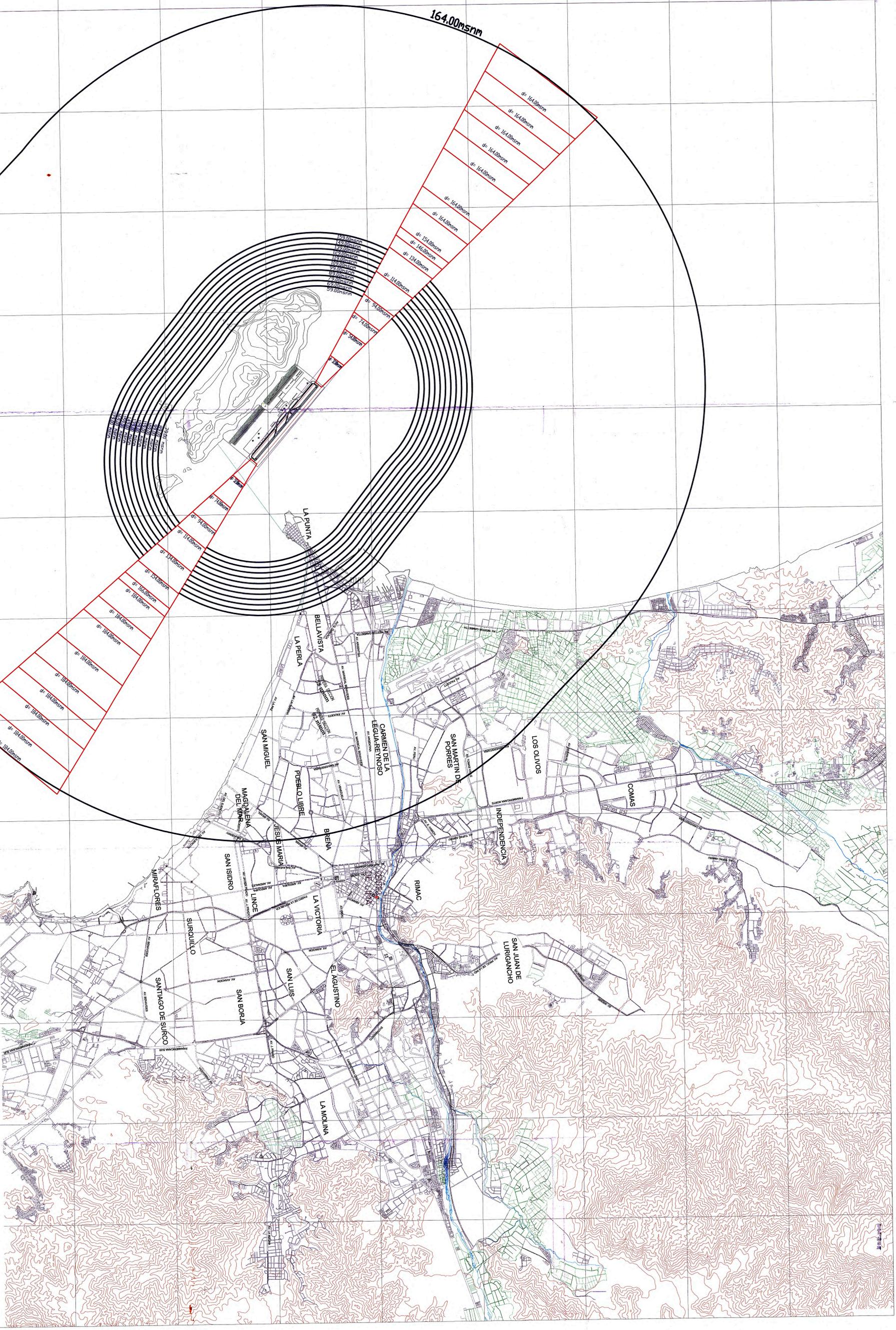
ESCALA 1/750 Vertical  
1/7,500 Horizontal

— Pendiente de Superficie de ascenso en el despegue

— Pendiente Operacional para su notificación en el AIP

CUADRO DE OBSTACULOS ARTIFICIALES DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL "JORGE CHA" J

Codigo	Descripcion	NORTE	ESTE	ELEVAC
01	Antena en Fundo Dquendo	8,674,822.72	269,959.37	133.2
02	Antena en Fundo Dquendo	8,675,000.01	269,361.98	95.8
03	Tanque elevado Fabrica AGA	8,675,564.14	268,245.76	52.3
04	Tanque de Agua en Alt. Av. Nestor Gamba Alt. Cdra 47	8,671,951.17	268,331.31	39.7
05	Chimenea en Av. Nestor Gamba Alt. Cdra 47	8,671,887.68	267,799.40	34.5
06	Chimenea en Av. Nestor Gamba Alt. Cdra 47	8,670,864.14	268,278.35	38.0
07	Tanque Av. Pacasmayo Alt. Cdra. 3- Ciudad Satelite Santa Rosa	8,671,106.85	271,377.09	81.5
09	Tanque Av. Pacasmayo Alt. Cdra. 3- Ciudad Satelite Santa Rosa	8,671,043.06	271,408.68	81.1
10	Tanque de Agua Ubicado en segundo Parque-Dulanto Callao- detras de colegio Politecnico Callao	8,667,760.96	271,306.90	67.5
11	Antena Ubicada en Calle los Manzanos Cdra. 2- Carmen de la Legua	8,667,715.24	271,810.80	86.2
12	Chimenea Ubicada en el interior de la empresa ALICORP Alt. Costado de rieles del tren	8,667,529.89	271,979.09	89.5
13	Chimenea Ubicada en el interior de la empresa ALICORP Alt. Cdra. 42 Av Argentina	8,664,293.12	272,079.25	91.2
14	Antena sobre edificio Empresa ALICORP	8,667,365.94	271,626.07	85.0
15	Tanque de Agua Ubicado en el parque Ramon Castilla Urb. Tarapaca	8,666,780.99	271,364.71	73.0
16	Pozo Elevado de la Cerveceria PILSEN CALLAO	8,666,337.96	271,037.68	84.0
17	Antena de Telefonía Ubicada en la Urb. San Jose Alt. Cdra 19 de la Avenida Faucett	8,666,276.87	271,713.94	83.0
18	Tanque de Agua en el Centro Medico Naval	8,666,218.96	272,651.97	102.1
19	Tanque de Agua UNMSM	8,666,488.67	273,185.29	101.1
20	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,331.02	273,313.92	107.5
21	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,249.84	273,330.02	105.2
22	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,186.47	273,323.00	105.5
23	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,109.80	273,292.18	107.2
24	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,270.34	273,115.74	109.1
25	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,125.41	273,126.40	105.1
26	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,399.83	273,139.26	107.2
27	Torre de Iluminacion Estadio UNMSM	8,666,730.05	273,444.05	107.0
28	Antena Ubicada en el Parque San Antonio - Urb San Antonio	8,665,709.99	272,894.29	119.5
29	Antena del Ministerio de Marina Alt. Cdra 12 Av. La Marina	8,664,842.81	270,653.02	74.2
30	Antena Ubicada en la Av. Victor Raul Haya de la Torre Cdra. 4	8,664,947.32	270,425.51	71.2
31	Antena de Radio Ubicada a la Alt de Cdra. 29 de la Av La Marina	8,664,178.51	271,704.56	133.1
32	Edificio ICPNA	8,664,211.87	272,718.42	97.2
33	Antena Ubicada al lado del Casino Admiral en Av. La Marina con Universitaria	8,664,219.68	273,670.86	75.1
34	Iglesia Corazon de Maria	8,662,985.62	274,801.98	141.2



ESC: 1/50000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

SUPERFICIE LIMITADORA DE OBSTACULOS - AEROPUERTO EN SAN LORENZO

BACH. ING. MANUEL AUGUSTO FERNANDINI BURGOS

ASESOR: ING. SAMUEL MORA QUIÑONES