

## 8.5 Camino de Acceso y Parqueo de Vehículos

### 8.5.1 Camino de Acceso

El actual camino de acceso se ampliará hacia el oeste hasta la nueva área terminal como se muestra en la Figura 8.1.1.

La delimitación del camino de acceso se mejorará en el lugar de la entrada al aeropuerto. El ancho de este camino de dos vías será de 7 metros con hombreras de 1 metro a cada lado.

Se necesita un paso a desnivel en la intersección con la calle de rodaje militar.

### 8.5.2 Parqueo de Vehículos y Camino Interno

Se planea un área de parqueo público con capacidad para 560 sitios para cubrir las necesidades la fase I. Las dimensiones de cada espacio son de 5m x 2.5m. Se tendrán también paradas de taxis y buses.

El ancho del camino interno de dos vías será de 7m excepto para el camino frontal de la terminal. El camino frontal consta de dos vías libres de tráfico, una de paso y una vía de parqueo; por lo tanto el ancho total es de 13.25m tal como se muestra en la Figura 8.1.2.

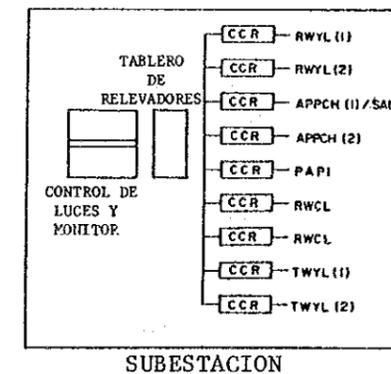
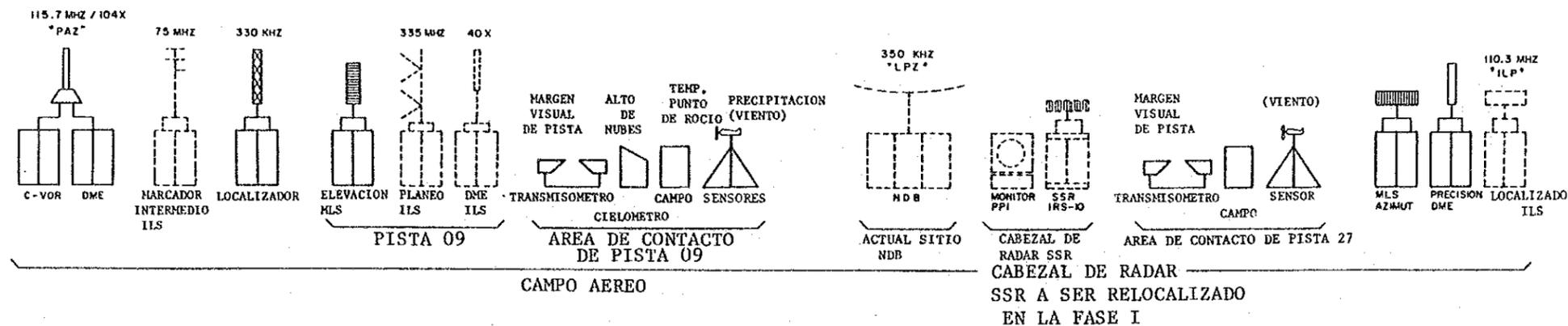
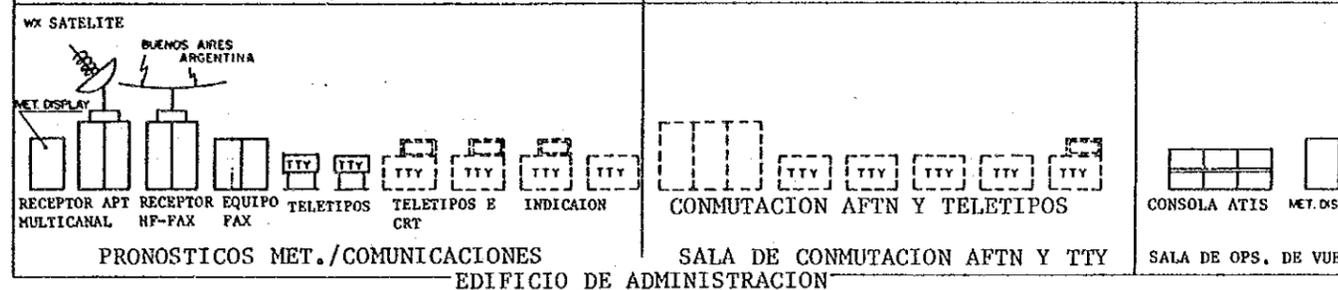
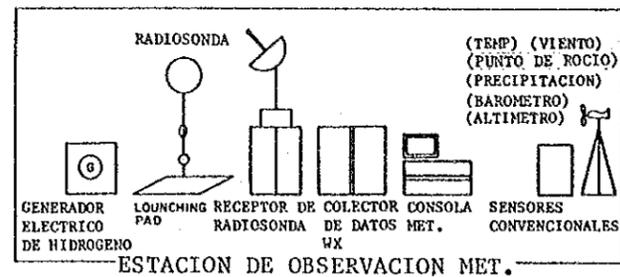
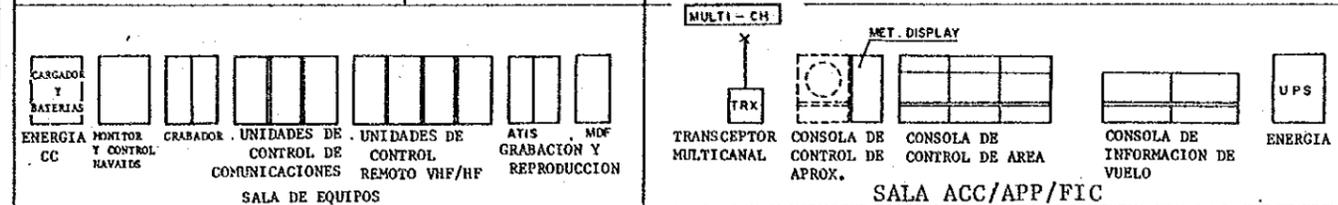
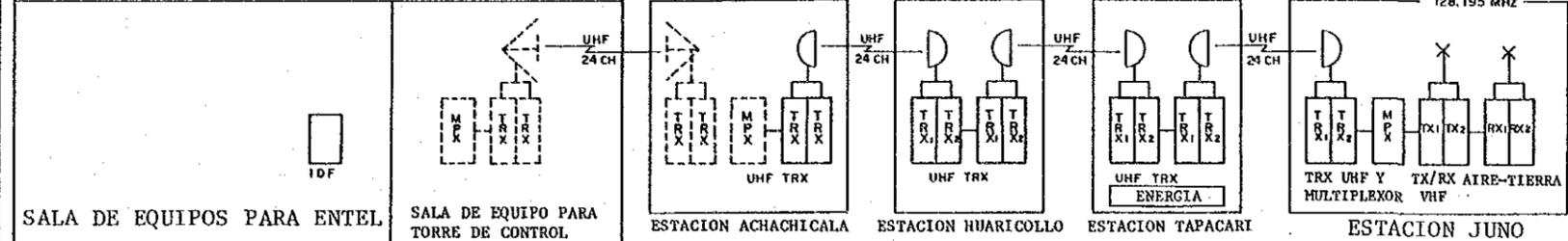
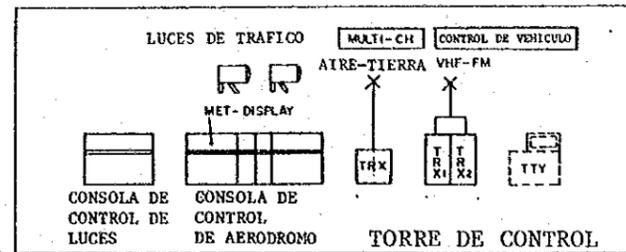
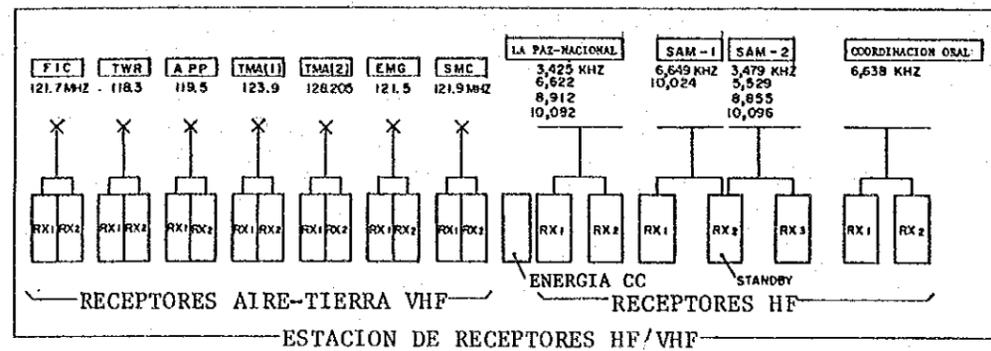
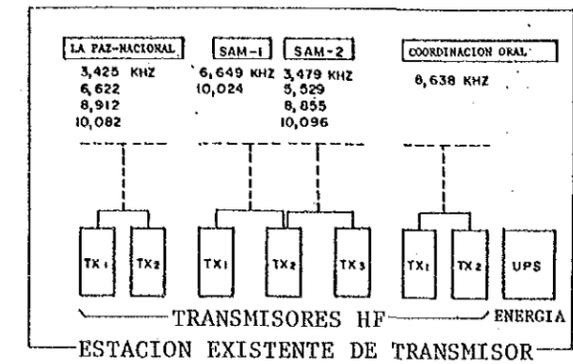
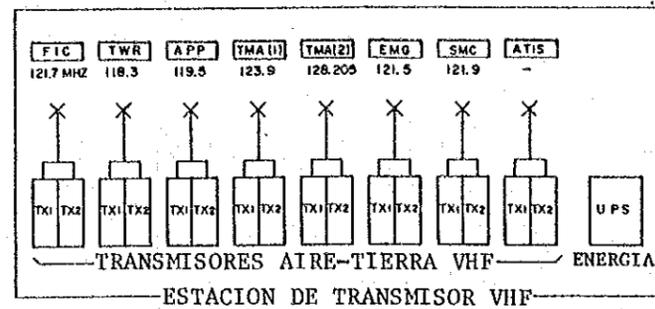
## 8.6 Sistemas de Navegación Aérea

Se ha estudiado la renovación de los sistemas de navegación y el plan de dicho sistema se muestra en la Figura 8.6.1.

### 8.6.1 Radioayudas a la Navegación

Para la fase I se ha planeado reemplazar el equipo omni-direccional tipo VHF y el medidor de distancias co-localizado (C-VOR/DME), al igual que el localizador; mientras que el faro no direccional (NDB) lo cambiaría AASANA en 1988. El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) se reemplazaría por un sistema de aterrizaje por microondas (MLS) de acuerdo con el plan de transición ILS/MLS de la OACI. El plan de ayudas a la aeronavegación se muestra en la Figura 8.6.2.





**LEYENDA**

[Solid Box]	EQUIPO EXISTENTE
[Dashed Box]	PROYECTO DE LA FASE I

Figura 8.6.1 Diagrama de Bloques del Sistema de Navegación Aérea

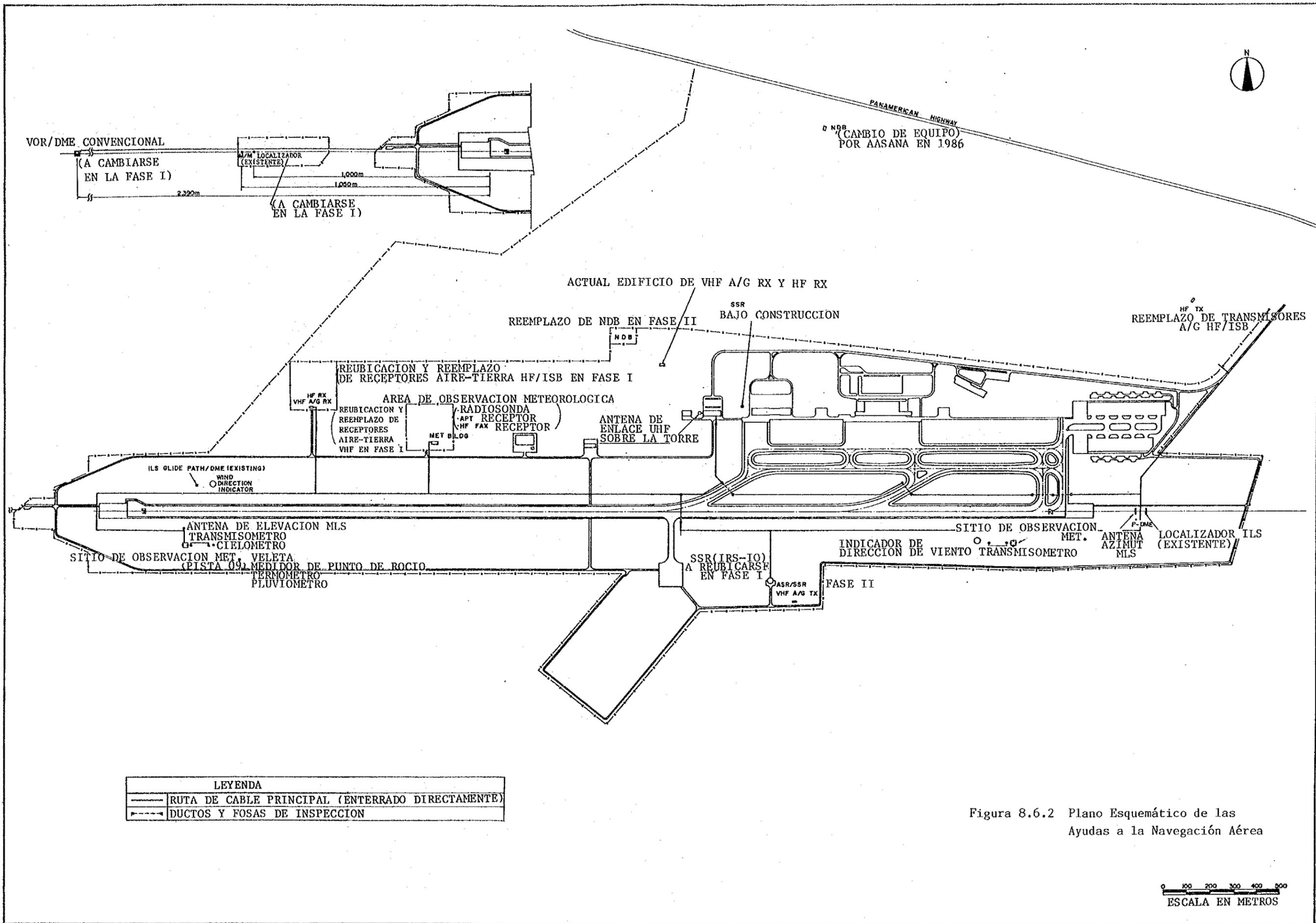


Figura 8.6.2 Plano Esquemático de las Ayudas a la Navegación Aérea



### 8.6.2 Control de Tráfico Aéreo y Sistemas de Telecomunicación Aeronáutica

El radar de terminal de vigilancia secundaria (SSR) que actualmente está instalándose se relocalizará al sur de la pista cerca de la actual fosa de tratamiento de aguas servidas. La consola de control del radar, también, se la relocalizará en una sala dentro del edificio administrativo.

Todas las radios VHF aire-tierra, es decir, Información La Paz, Control La Paz, Aproximación La Paz, Torre La Paz, Control de Movimiento en Superficie y Emergencia serán cambiadas por equipo dual en su integridad. Las áreas de transmisión y recepción tienen que reubicarse en el lado aéreo del área terminal para obtener una completa cobertura de las radios VHF entre aeronaves. Las radios HF aire-tierra para SAM-1, SAM-2 y uso nacional serán cambiadas por equipo nuevo, mientras que los demás medios de comunicación más confiables tales como el enlace UHF de AASANA, el enlace de microondas de ENTEL, etc., serán sustituidos por radios HF tierra-tierra.

Los actuales enlaces VHF para uso aeronáutico que conectan EL Alto con la estación de relevo Juno se cambiarán por enlaces UHF para solucionar las interferencias de radio a los enlaces VHF y asegurar comunicaciones fijas con mayor confiabilidad.

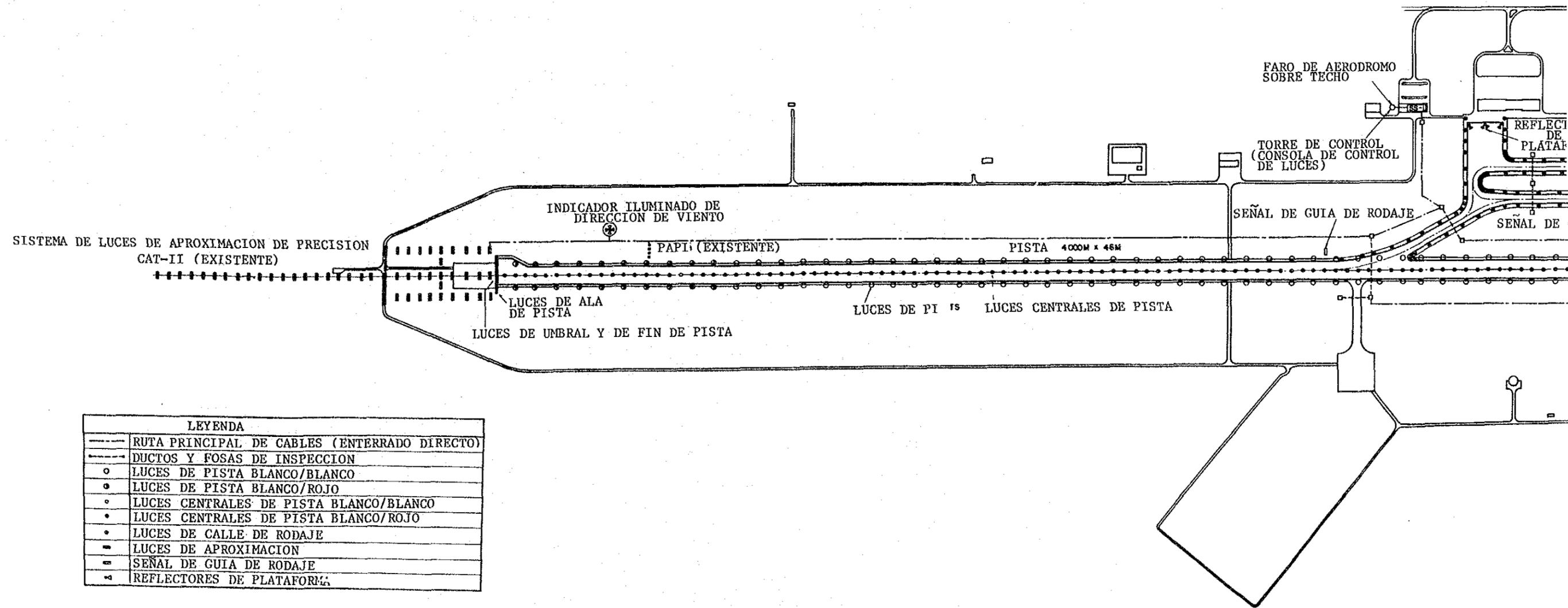
### 8.6.3 Luces Aeronáuticas en Tierra

Se ha planificado el cambio de todas las luces aeronáuticas en tierra excepto las luces de aproximación de precisión categoría-II y los indicadores de aproximación de precisión (PAPI). El reemplazo de las luces incluye los reguladores de corriente constante (CCR), artefactos de iluminación, bulbos, transformadores sellados, cables de alta/baja tensión, consolas de control, etc.

En la pista se instalarán luces de línea central para las operaciones de aproximación de precisión categoría-I.

Se introducirá un sistema lógico para controlar la intensidad de las luces aeronáuticas en tierra.

El plan de luces aeronáuticas se muestra en la Figura 8.6.3.



LEYENDA	
—	RUTA PRINCIPAL DE CABLES (ENTERRADO DIRECTO)
- - -	DUCTOS Y FOSAS DE INSPECCION
○	LUCES DE PISTA BLANCO/BLANCO
◐	LUCES DE PISTA BLANCO/ROJO
●	LUCES CENTRALES DE PISTA BLANCO/BLANCO
◐	LUCES CENTRALES DE PISTA BLANCO/ROJO
■	LUCES DE CALLE DE RODAJE
■	LUCES DE APROXIMACION
■	SEÑAL DE GUIA DE RODAJE
■	REFLECTORES DE PLATAFORMA

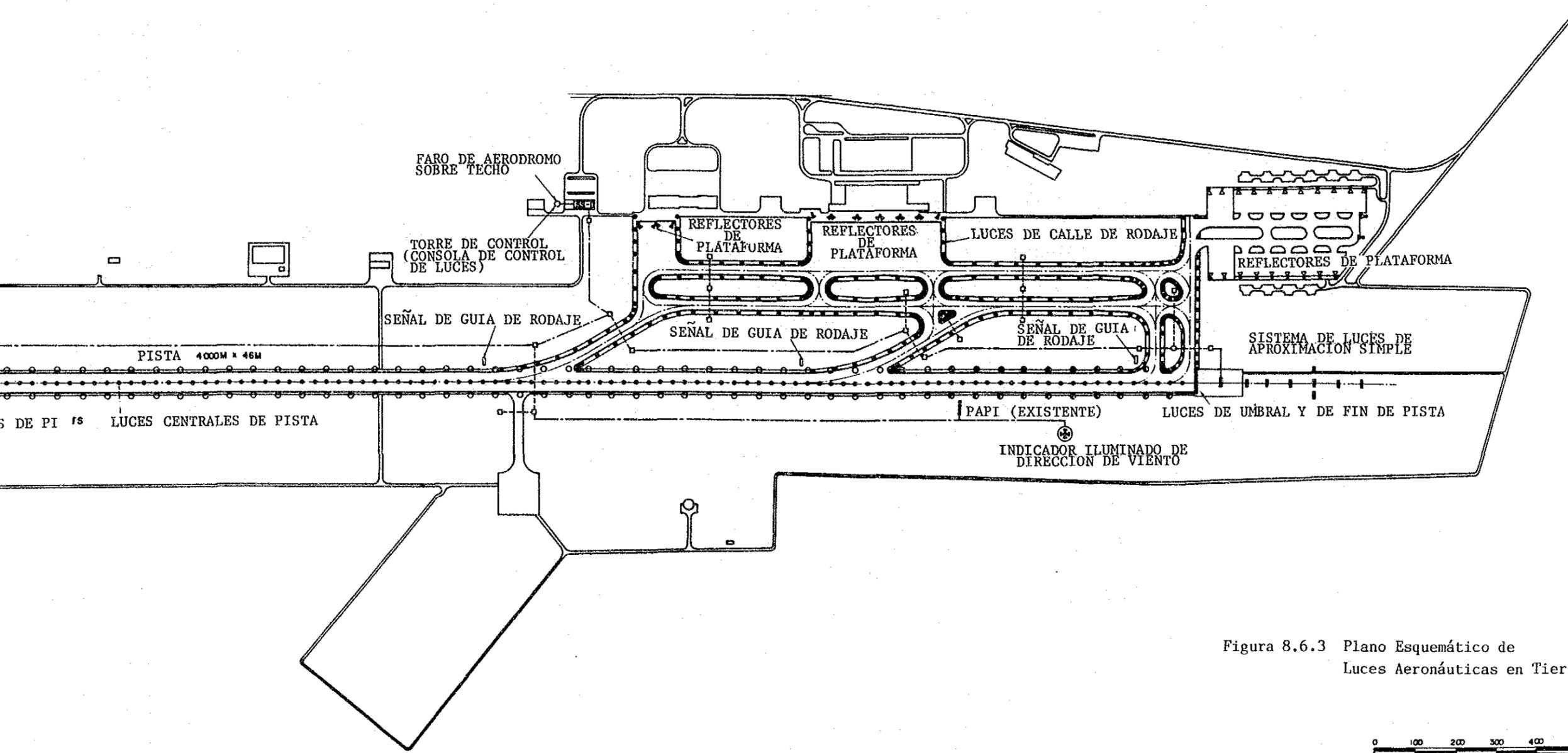
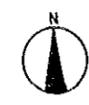


Figura 8.6.3 Plano Esquemático de Luces Aeronáuticas en Tierra

0 100 200 300 400 500  
ESCALA EN METROS



#### 8.6.4 Sistema Meteorológico

Las oficinas de pronósticos meteorológicos y telecomunicaciones se acomodarán en el edificio administrativo, mientras que la estación de observación meteorológica se ubicará separadamente cerca de la pista y entre la planta de tratamiento y la estación de recepción.

Todos los sistemas y equipos meteorológicos necesitan una drástica renovación. Los sensores de superficie deben ubicarse cerca de los puntos de contacto de las pistas 09 y 27 y los datos observados deben recolectarse y compilarse en forma automática en la estación de observación meteorológica.

Los datos de superficie del aeropuerto tales como velocidad y dirección del viento, temperatura, QNH, etc., se distribuirán y mostrarán a las torre de control, sala de control de aproximación, etc.

Para la obtención de cartas de pronóstico de tiempo, se instalarán y cambiarán equipos de transmisión (satélite meteorológico) y recepción automática de imágenes, y equipo de radio-facsímil HF en las oficinas de pronósticos y telecomunicaciones meteorológicos en el edificio administrativo, mientras que en la estación de observación meteorológica se instalarán facilidades de radiosonda con su generador de hidrógeno y los datos de estratos superiores se enviarán a las oficinas de pronóstico/telecomunicaciones de meteorología.

### 8.7 Servicios Generales

#### 8.7.1 Servicios de Rescate y Contra Incendios

La categoría del aeropuerto en los servicios de rescate y contra incendios es categoría-7. En la estación CI se acomodarán un vehículo de intervención rápida, dos carros principales, una ambulancia y un carró de comando.

#### 8.7.2 Suministro de Combustible de Aviación

YPFB construiría un área de combustible y un sistema de hidrantes. Estas instalaciones se excluyen de los ítemes de construcción de la fase I, pero las áreas necesarias han sido reservadas como lo muestra la Figura 8.1.1.

## 8.8 Utilidades Aeroportuarias

### 8.8.1 Sistema de Suministro de Energía

El sistema de suministro de energía constará de 14 subestaciones y líneas de distribución de 6.6KV y 380/220V interconectando cada una de las subestaciones y otras instalaciones tal como lo muestra la Figura 8.8.1.

La energía eléctrica será suministrada por dos líneas que conectarán con las subestaciones de "El Alto" y "Tarapaca" pertenecientes a COBEE tal como se muestra en la Figura 8.8.2 para así proporcionar mayor confiabilidad.

El sistema de suministro de energía planeado para el aeropuerto, es tal como se muestra en la Figura 8.8.3. Se instalará un generador de emergencia de 1000 KVA en la subestación-4 que se encontrará en el edificio terminal de pasajeros para suministrar energía de emergencia a las partes esenciales del aeropuerto en caso de cortes de la energía comercial. El tiempo de encendido del generador de emergencia es de menos de 15 segundos de acuerdo con los requisitos de la OACI para aproximación de precisión categoría-I.



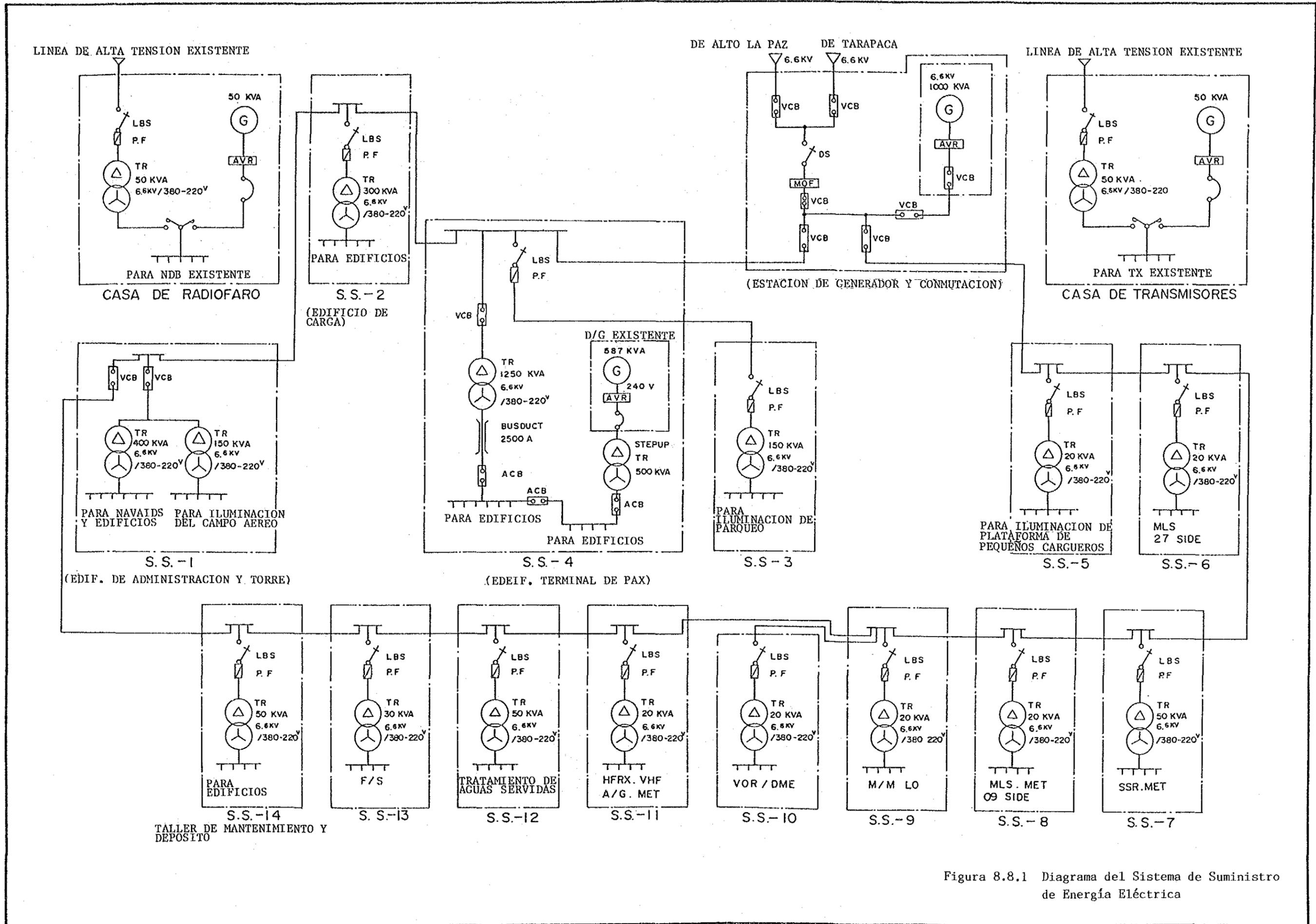


Figura 8.8.1 Diagrama del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica



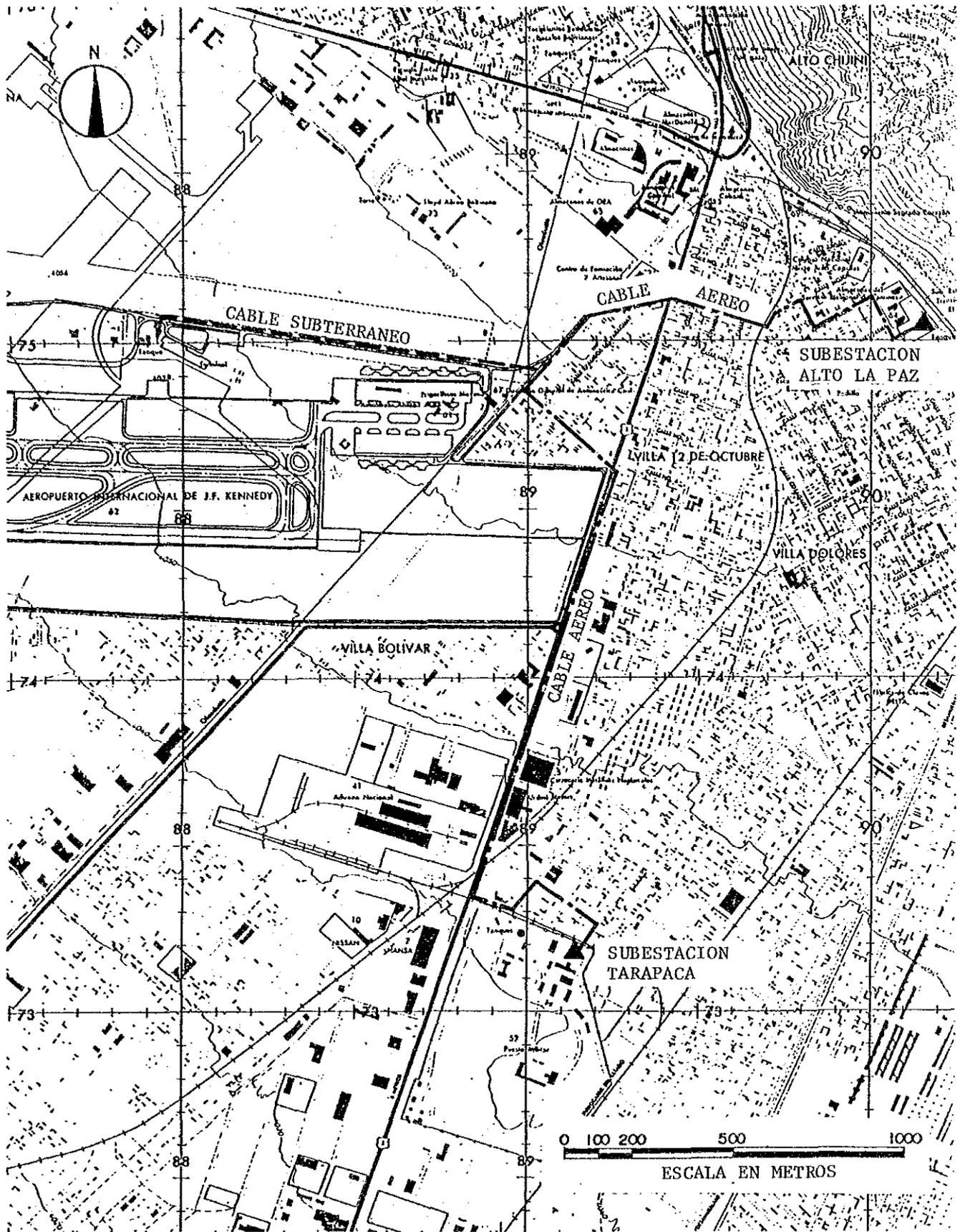
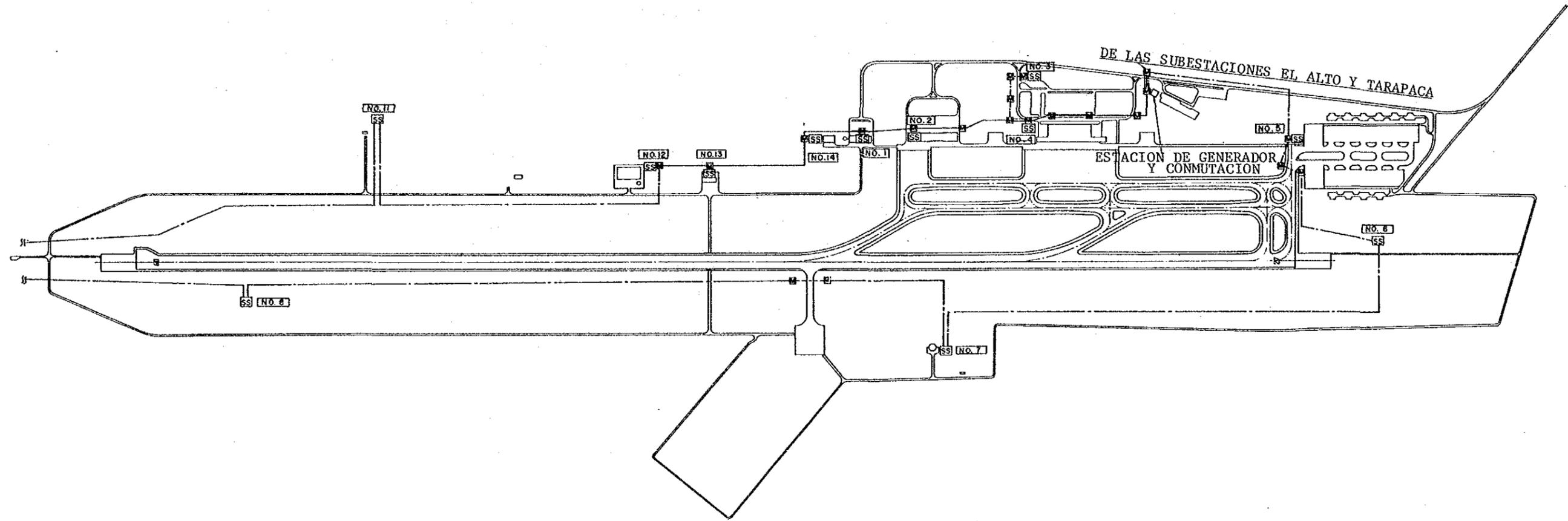
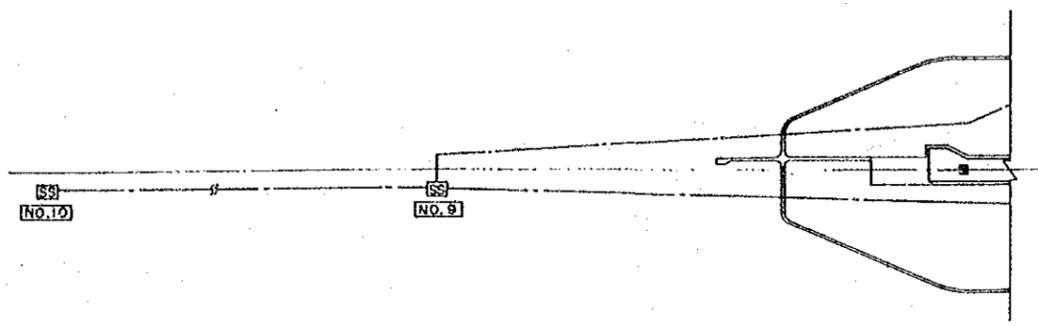
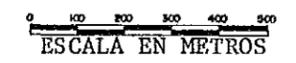


Figura 8.8.2 Distribución de Energía al Aeropuerto



LEYENDA	
	6.6 KV XLPMAZV 3C - 150°
	6.6 KV XLPMAZV 3C - 35°
	NUMERO DE SUBESTACION
	DUCTOS Y FOSAS

Figura 8.8.3 Plano del Sistema de Suministro de Energía





### 8.8.2 Sistema de Suministro de Agua

El agua se suministrará a partir de la matriz de SAMAPA actualmente instalada. Se conectará una cañería principal a esta matriz para la distribución en el aeropuerto en el lugar de ingreso al área aeroportuaria. La capacidad de la cañería principal estará de acuerdo con la demanda prevista para la fase II.

Se adoptará el sistema de tanque elevado para la distribución de agua, tomando en cuenta la naturaleza de este tipo de distribución en relación con el sistema directo. En la Figura 8.8.4 se muestra el concepto del sistema de suministro de agua.

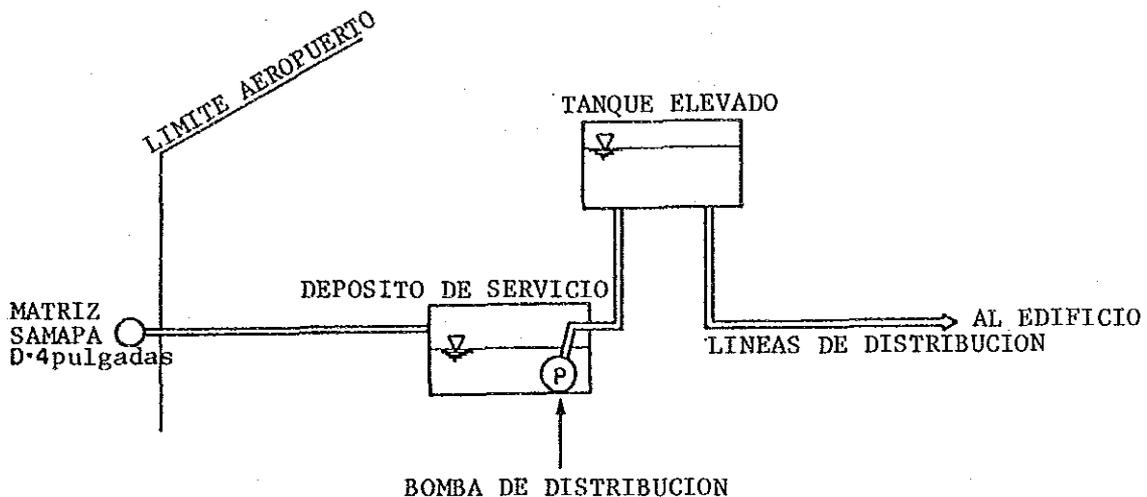


Figura 8.8.4 Concepto del Sistema de Suministro de Agua

### 8.8.3 Sistema de Alcantarillado

Hay muchos sistemas a considerarse para el tratamiento de aguas servidas, tales como el de aeración extendida, contactor bioquímico rotatorio, canal de oxidación, fosa de oxidación, etc. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas según las condiciones externas del sistema que se adopte.

Para este estudio, se recomienda un sistema de aeración extensa en relación a la calidad estable del efluente, bajo costo de construcción y operación y por su compatibilidad con el clima del sitio que es relativamente frío en el invierno.

En la Figura 8.8.5 se muestra el concepto de aeración extensa.

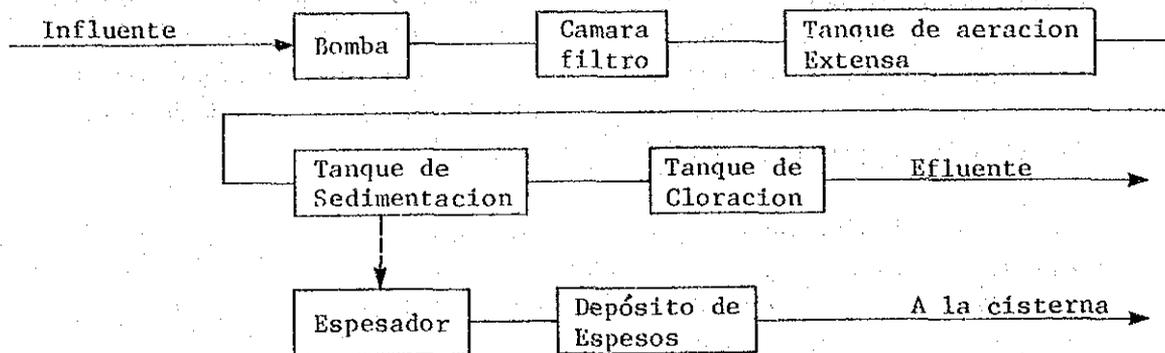


Figura 8.8.5 Concepto del Sistema de Aguas Servidas

Las aguas servidas provenientes de cada edificio e instalaciones se recolectarán a través de tuberías y serán enviadas a la planta de tratamiento y el agua efluente será descargado en el Río Seco.

#### 8.8.4 Sistema de Desechos Sólidos

Se recomienda la instalación de un incinerador especial que sirva para desechos y basura. Los desechos sólidos recolectados por camiones se quemarán en el incinerador que estará colocado cerca de la planta de tratamiento de aguas.

## **CAPITULO 9 USO DEL ESPACIO AEREO**



## CAPITULO 9 USO DEL ESPACIO AEREO

### 9.1 Generalidades

Este capítulo trata sobre el uso del espacio en el aeropuerto de "El Alto". No existen mayores problemas con relación a las operaciones de aeronaves en y alrededor del aeropuerto de "El Alto" aún en el futuro después de terminar los trabajos de modernización.

### 9.2 Procedimientos para la Operación de Aeronaves

Los actuales procedimientos para la operación de aeronaves tales como las aproximaciones por instrumento y las salidas normales instrumentadas para el aeropuerto de "El Alto" no sufrirán básicamente ningún cambio.

### 9.3 Superficies de Limitación de Obstáculos

La Figura 9.3.1 muestra las superficies de limitación de obstáculos para el aeropuerto de "El Alto". Estas superficies limitantes de obstáculos han sido estudiadas en base a las recomendaciones de la OACI para aproximaciones de precisión categoría-I (código de referencia de aeródromo: 4E).

No existen salientes sobre las superficies de aproximación y transición en el aeropuerto de "El Alto".

En la Figura 9.3.1 se muestran las salientes tales como antenas de TV, cerros y casas en las superficies horizontal interna y cónica. Se debe, sin embargo, asegurar las operaciones de aproximación circular para la pista 27 definiendo un área de maniobra en el lado sur del aeropuerto para evitar los obstáculos antes mencionados.

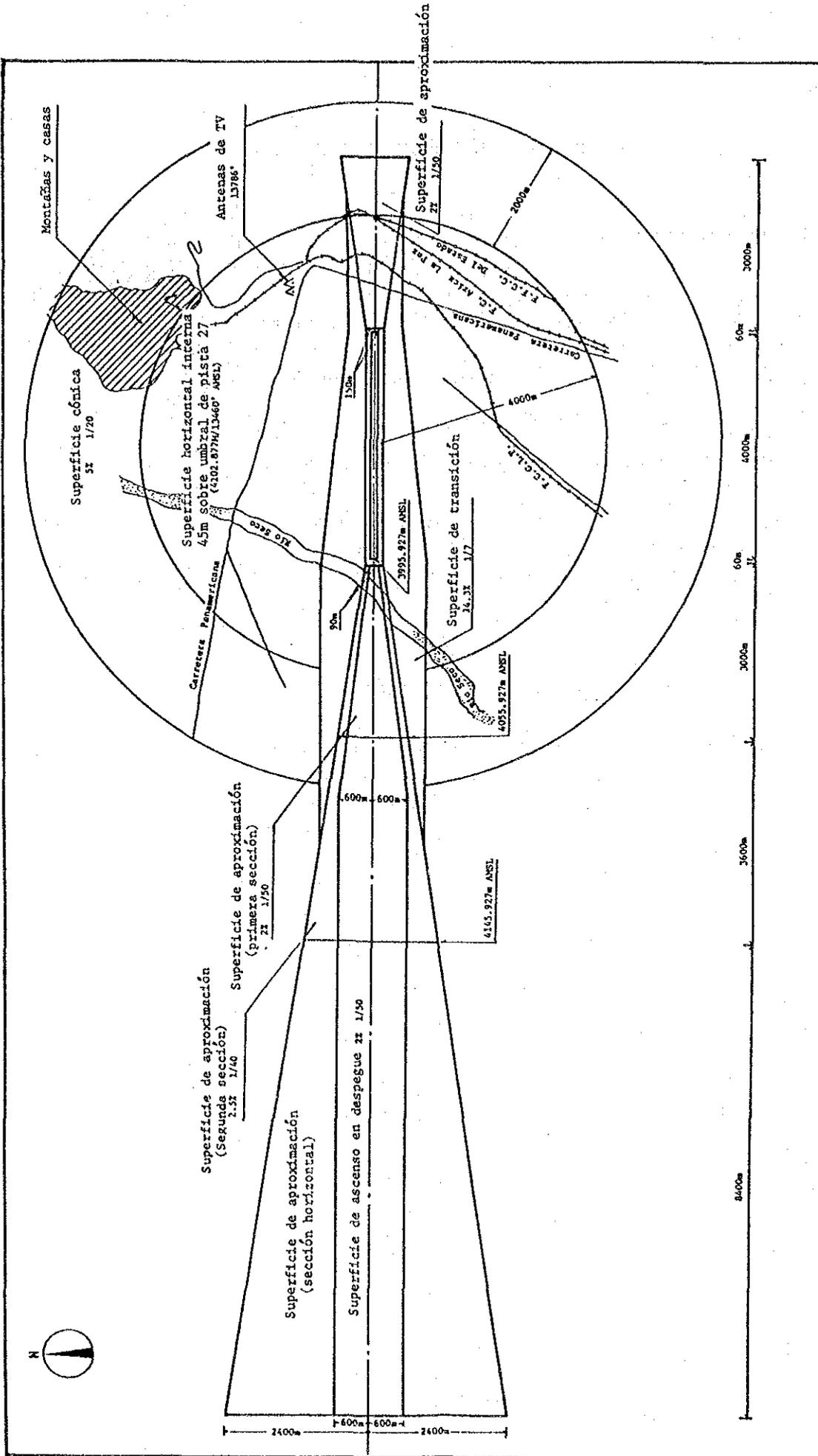


Figura 9.3.1 Superficies de limitación de obstáculos para el aeropuerto de "El Alto"

## **CAPITULO 10 CONSIDERACIONES SUPLEMENTARIAS**



## CAPITULO 10 CONSIDERACIONES SUPLEMENTARIAS

### 10.1 Generalidades

Este capítulo presenta los resultados del estudio sobre el ruido de las aeronaves, uso de la tierra del área aledaña al aeropuerto y la organización aeroportuaria.

### 10.2 Ruido de Aeronaves

Las Figuras 10.2.1 y 2 muestran las curvas de nivel de ruido de las aeronaves medidas en el Equivalente Ponderado de Nivel de Ruido Continuo Percibido (WECPNL). (Para mayores detalles del WECPNL, ver el punto F del anexo 16, Protección Ambiental, del volumen 1, ruido de aeronaves, de la OACI).

Actualmente, el área densamente poblada al este y sur-este del aeropuerto está cubierta por el nivel de ruido WECPNL 70. La parte norte del área residencial de CONAVI (Consejo Nacional de Vivienda, del Ministerio de Vivienda) se encuentra también dentro del nivel de ruido WECPNL 70.

En el año 2005, la cota WECPNL 70 se extenderá aproximadamente 7.5 km hacia el oeste del umbral de la pista 09 y aproximadamente 2.5 km al este del umbral de la pista 27. El área total que está cubierta por el nivel WECPNL 70 será 1.6 veces más que la actual.

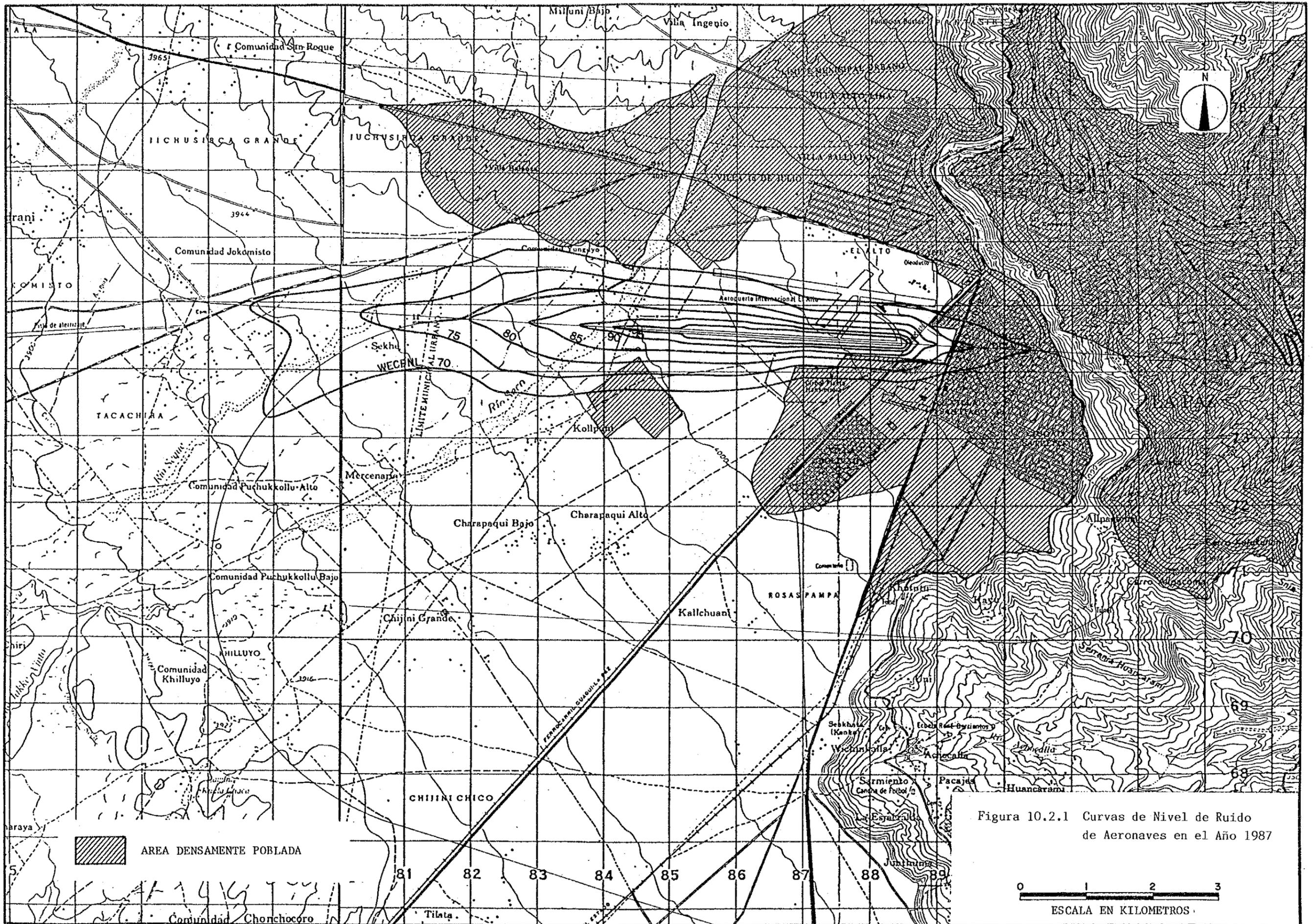
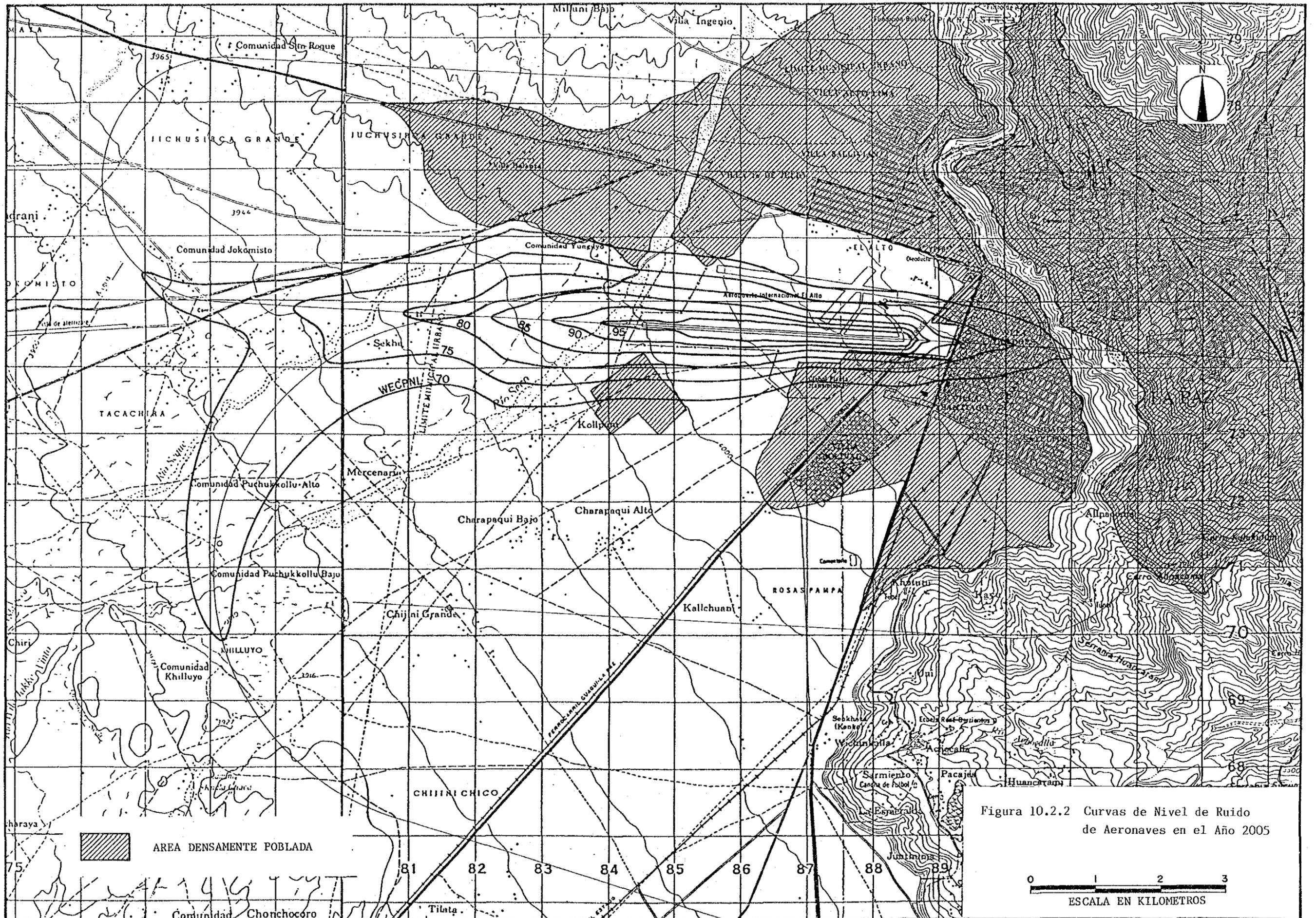


Figura 10.2.1 Curvas de Nivel de Ruido de Aeronaves en el Año 1987





### 10.3 Plan de Uso de la Tierra del Area Circundante al Aeropuerto

El área residencial de las cercanías del aeropuerto aún no está muy desarrollada. Sin embargo, tal como se muestra en las Figuras 10.2.1 y 2, el incremento del tráfico aéreo hará que el área influenciada por el ruido sea mayor.

Por lo tanto, se hace necesario un plan que contemple el futuro crecimiento demográfico del área y el crecimiento del ruido de las aeronaves y que dicho plan esté basado en la evaluación de las actuales condiciones.

Con este propósito, proponemos un criterio del uso de la tierra en base al ruido de las aeronaves, todo en base a las experiencias del Japón.

- Criterio Propuesto -

- WECPNL  $\geq$  70 : No adecuado para instalaciones públicas tales como escuelas, hospitales, iglesias, etc.
- $\geq$  75 : No se recomienda nuevas residencias
- $\geq$  90 : No adecuado para residencias

Se nota, sin embargo, que el método para la estimación de las curvas de nivel de ruido son aproximaciones de cálculo tal como se indica en la sección 10.1 del Informe Auxiliar de Apoyo. Se necesita, por lo tanto, un mayor estudio para una planificación más detallada sobre el uso de la tierra.

**CAPITULO 11 MEJORAS INMEDIATAS**

## CAPITULO 11 MEJORAS INMEDIATAS

### 11.1 Generalidades

En este capítulo se describen el diseño preliminar, el cronograma de trabajos y los costos necesarios para las mejoras inmediatas a manera de referencia de MDA/AASANA para resolver los problemas de las actuales instalaciones del aeropuerto.

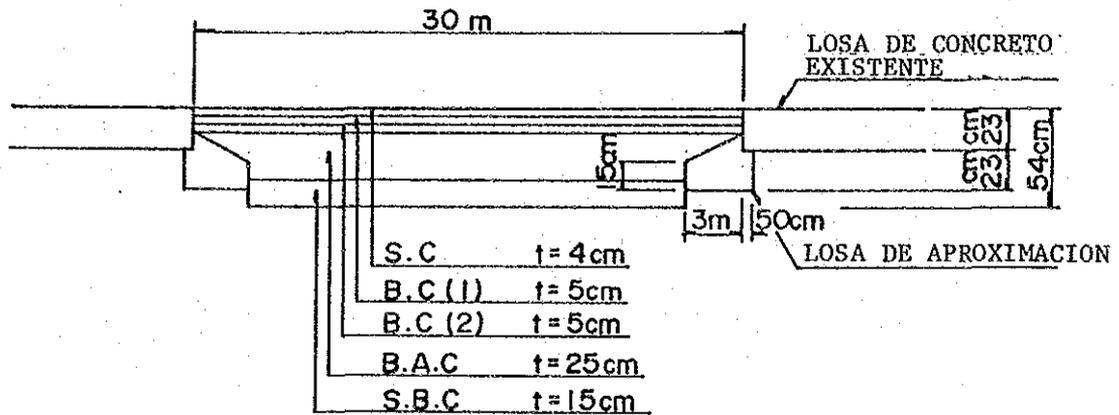
Las siguientes tres obras se deben encarar como mejoras inmediatas tal como se mencionó en el capítulo 7:

- Mejoras en el pavimento de la pista
- Construcción de hombreras y amortiguadores
- Remodelación del actual edificio terminal de pasajeros

### 11.2 Diseño Preliminar para las Mejoras Inmediatas

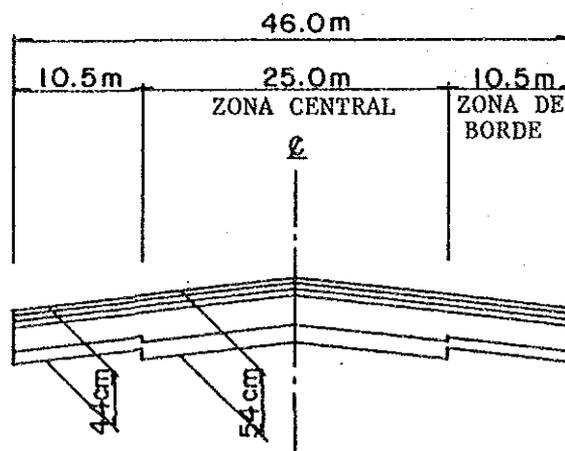
#### 11.2.1 Mejora del Pavimento de la Pista

El área del pavimento de concreto de 30m de largo y 46 de ancho ubicada a 1,740m del umbral 09R, está seriamente averiada y, por lo tanto, necesita reemplazar por el pavimento nuevo con la resistencia adecuada necesaria a acomodar las aviones grandes operadas en el presente tal como B-747 como se muestra en la Figura 11.2.1.



- Leyenda, S.C : Capa superficial (Asfalto)  
 B.C : Capa de ligazón (Asfalto)  
 B.A.C : Capa base (Agregado graduado)  
 S.B.C : Su-base (Material chancado)

Perfil longitudinal en la línea central de la pista



Sección transversal

Figura 11.2.1 Plan de Mejora para el Pavimento de la Pista

### 11.2.2 Construcción de Hombreras y Amortiguadores

Las hombreras de 7m de ancho para la pista 09R/27L actual y los amortiguadores de 60m de ancho y 120m de largo se construirán como se muestran en la Figura 11.2.2.

### 11.2.3 Remodelación del Actual Edificio Terminal de Pasajeros

Actualmente, MDA/AASANA tiene un plan de remodelación para el actual edificio terminal de pasajeros para ampliarlo hasta una superficie aproximada de 6,000 metros cuadrados e instalar mangas de abordaje que serían donadas por Los Estados Unidos. Si este plan no se lleva a cabo, sin embargo, por lo menos se tendrá que realizar el plan de remodelación que se muestra en la Figura 11.2.3 para eliminar el problema de congestión de la actual terminal.

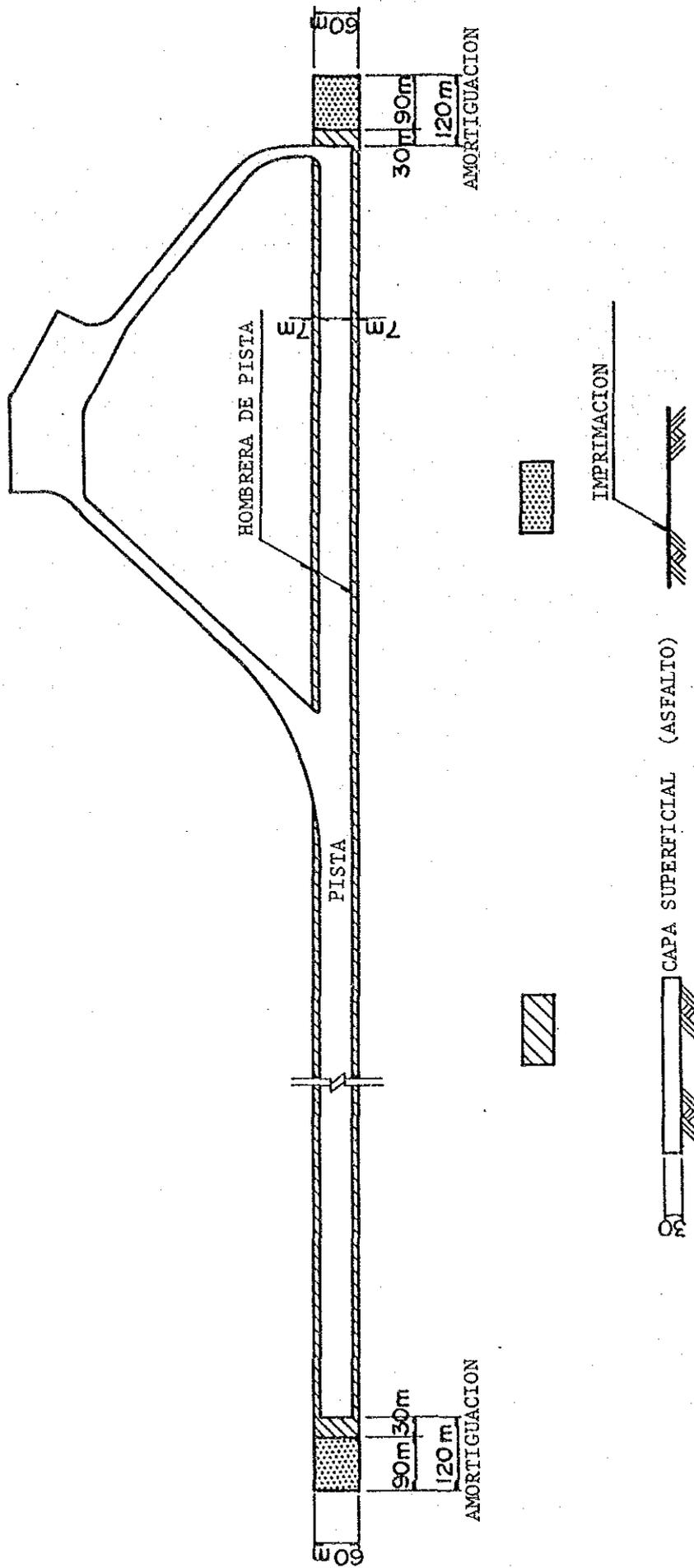


Figura 11.2.2 Plano de Hombreras y Amortiguadores de Pista





### 11.3 Cronograma de Trabajos y Costos para las Mejoras Inmediatas

Con respecto al cronograma de trabajos para las mejoras inmediatas, las obras deben llevarse a cabo a la brevedad posible. El tiempo necesario para cada obra se establece preliminarmente como sigue:

<u>Obra</u>	<u>Tiempo Requerido</u>
Mejora del pavimento de pista	3 meses
Construcción de hombreras y amortiguadores	2 meses
Remodelación del actual edificio de pasajeros	1 mes

El costo necesario para las mejoras inmediatas se estima en forma preliminar que será de 679,000 dólares americanos como lo muestra la Tabla 11.3.1.

Tabla 11.3.1 Costo Estimado de Construcción para las Mejoras Inmediatas

Tasa de cambio : US\$1.00 = Bs1.95 = ¥150  
(A marzo de 1987)  
Costo estimado en base a precios 1987

Unidad: US\$1,000

<u>Item</u>	<u>Costo</u>
Mejora del pavimento de pista	83
Construcción de hombreras y amortiguadores	526
Remodelación del actual edificio terminal de pasajeros	70
<hr/>	
Total	679

**CAPITULO 12 - CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO  
Y ESTIMACION DE COSTOS**



## CAPITULO 12 CRONOGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO Y ESTIMACION DE COSTOS

### 12.1 Generalidades

Este capítulo explica el cronograma de ejecución del proyecto y la estimación de costos en base al diseño preliminar para el desarrollo de la fase I descrito en el capítulo 8.

El costo del proyecto para el desarrollo de la fase I se estima que será de 138 millones de dólares americanos en base a precios de 1987.

### 12.2 Cronograma de Ejecución del Proyecto

El cronograma de construcciones para el proyecto se indica en la Tabla 12.2.1.

### 12.3 Estimación de Costos del Proyecto

El costo de proyecto que se requiere para el desarrollo de la fase I se estima que será de 138 millones de dólares americanos en base a precios de 1987 tal como nos muestra la Tabla 12.3.1. Este costo ha sido estimado en principio para el análisis económico, el cual será evaluado tomando en cuenta la economía nacional.

Este costo incluye la investigación de suelos, levantamiento topográfico, supervisión de construcción, servicios de ingeniería y contingencias físicas.

La tasa de cambio usada se estableció en  $US\$1.00 = Bs1.95 = ¥150$ . Las contingencias se estiman en un 10% de la suma del costo total de las obras de construcción, investigación de suelos, levantamiento topográfico, servicios de ingeniería y supervisión de construcción.

Nota: El costo mostrado en la Tabla 12.3.1 basado al diseño preliminar es distinto que el costo de TC-3 que se muestra en la Tabla 6.2.1 lo cual se estima para la evaluación comparativa antes del diseño preliminar.

Tabla 12.2.1 Cronograma de Construcción

ITEMES	AÑO											
	1987	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	
Periodo de Servicio								FASE I				
● Estudio de Factibilidad	■											
■ Arreglo Financiero y Selección de la Consultora		■										
● Servicios de Ingeniería en Detalle			■									
■ Arreglo Financiero y Licitación de Constructoras				■								
● Asistencia en Licitación y Servicios de Supervisión de Construcción				■	■	■	■					
▲ Trabajos de Construcción					■	■	■	■				
1. Camino de Acceso					■							
2. Reencape de Pavimento de Pista					■	■						
3. Calles de Rodaje					■	■	■					
4. Plataformas					■	■	■					
5. Caminos, Parqueo de Vehículos y Otras Obras Civiles Misceláneas					■	■	■					
6. Edificio Terminal de Pasajeros					■	■	■					
7. Edificio Terminal de Carga					■	■	■					
8. Administración y Otros Edificios					■	■	■					
9. Sistemas de Navegación Aérea					■	■	■					
10. Utilidades Aeroportuarias					■	■	■					
■ Operaciones de Prueba y Vuelos, etc.							■					

Nota:

- Actividades de Empleador
- Actividades de la Consultora
- ▲ Actividades del Constructor

Tabla 12.3.1 Costo Estimado de Proyecto para el Desarrollo de la Fase I

Tasa de Cambio : US\$1.00 = Bs1.95 = ¥150  
(A marzo de 1987)

Estimación de Costos en Base a Precios de 1987

Unidad : US\$1,000

	Ítem	Porción Boliviana	Porción Extranjera	Total
Obras Civiles	Losa de Pista y Area de Giro	690	7,140	7,830
	Calles de Rodaje	1,550	6,260	7,810
	Plataforma Terminal de Pasajeros	2,220	3,880	6,100
	Camino y Area de Parqueo	360	1,220	1,580
	Margen de Seguridad y Caminos Perimetral y de Mantenimiento	120	310	430
	Plataforma Terminal de Carga	790	1,290	2,080
	Plataformas de Aviación General, para Pequeños Transportes y Alasas	380	1,940	2,320
	Sub Total	6,110	22,040	28,150
Trabajos de Arquitectura	Edificio Terminal de Pasajeros con Sistema de Información de Vuelos y Sistema de Seguridad Aeroportuaria	8,470	20,660	29,130
	Estación de Bomberos	200	460	660
	Edificio de Administración y Torre de Control	1,870	4,370	6,240
	Edificio de Observación Meteorológica	130	290	420
	Edificio Terminal de Carga	1,650	4,040	5,690
	Taller de Mantenimiento Aeroportuario y Almacenaje	340	790	1,130
	Sub Total	12,660	30,610	43,270
Sistemas de Navegación Aérea	Lucas Aeronáuticas de Tierra para Pistas	170	3,320	3,490
	Relocación de Radar de Vigilancia Secundaria	20	60	80
	Lucas Aeronáuticas de Tierra para Calles de Rodaje	100	1,440	1,540
	Radioayudas a la Aeronavegación	90	6,340	6,430
	Control de Tráfico Aéreo y Sistema de Telecomunicaciones Aeronáuticas	210	7,690	7,900
	Sistema Meteorológica	10	3,060	3,070
	Sub Total	600	21,910	22,510
Utilidades Aeroportuarias	Sistema de Suministro de Energía	110	2,650	2,760
	Sistema de Suministro de Agua	140	550	690
	Telecomunicaciones	0	100	100
	Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas	490	1,950	2,440
	Incinerador	20	180	200
	Sub Total	760	5,430	6,190
	Rescate y Vehículos contra Incendios	0	1,890	1,890
Otras Facilidades	Mangas de Abordaje	0	3,300	3,300
	Iluminación para el Parqueo de Vehículos y Camino de Acceso	30	660	690
	Sub Total	30	3,960	3,990
	Costo Total de Construcción	20,160	85,840	106,000
	Investigación de Suelo y Levantamiento Topográfico	400	0	400
	Servicios de Ingeniería	1,000	6,000	7,000
	Supervisión de Construcción	2,000	10,000	12,000
	Sub Total	23,560	101,840	125,400
	Contingencias (Aproximadamente 10%)	2,440	10,160	12,600
	Costo Total del Proyecto	26,000	112,000	138,000

## **PARTE VI VALUACION DEL PROYECTO**

**CAPITULO 13 ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO**



## CAPITULO 13 ANALISIS ECONOMICO Y FINANCIERO

### 13.1 Generalidades

El objetivo de los análisis económico y financiero descritos en este capítulo es evaluar la viabilidad económica y financiera de proyecto de desarrollo de la fase I para la modernización del aeropuerto de "El Alto" con miras al año 1997.

En base a un análisis económico, se valorará el proyeco desde el punto de vista de su contribución estimada a la economía nacional y de la región donde se ejecuta el mismo. Un análisis financiero evaluará el resultado financiero del proyecto desde el punto de vista de la empresa o entidad encargada de la implementación del proyecto.

### 13.2 Análisis Económico

#### 13.2.1 Vida del Proyecto

Considerando la vida económica de las principales instalaciones a construirse y procurarse en el desarrollo de la fase I, se establece que la vida del proyecto es de 25 años desde la conclusión de las obras de construcción.

#### 13.2.2 Definición de "Con Proyecto" y "Sin Proyecto"

A pesar de las mejoras inmediatas que AASANA está realizando, la actual plataforma y el edificio terminal de pasajeros habrían ya colmado su capacidad de la cual se trata en el capítulo 4. A no ser que se desarrolle el aeropuerto, no se podrá acomodar la demanda de los pasajeros aéreos y estos rebalsarán. En este estudio, esto se especifica como el caso "Sin Proyecto".

La ejecución del proyecto de desarrollo de la fase I hará que la capacidad del aeropuerto de "El Alto" se amplie. Las instalaciones mejoradas del aeropuerto de "El Alto" podrán acomodar un movimiento de 16,500 aeronaves por año en 1994. Después que se incremente la demanda de pasajeros, estos podrán ser acomodados aumentando el movimiento de aeronaves e introduciendo aviones más grandes. Esto se define como el caso "Con Proyecto" en este estudio.

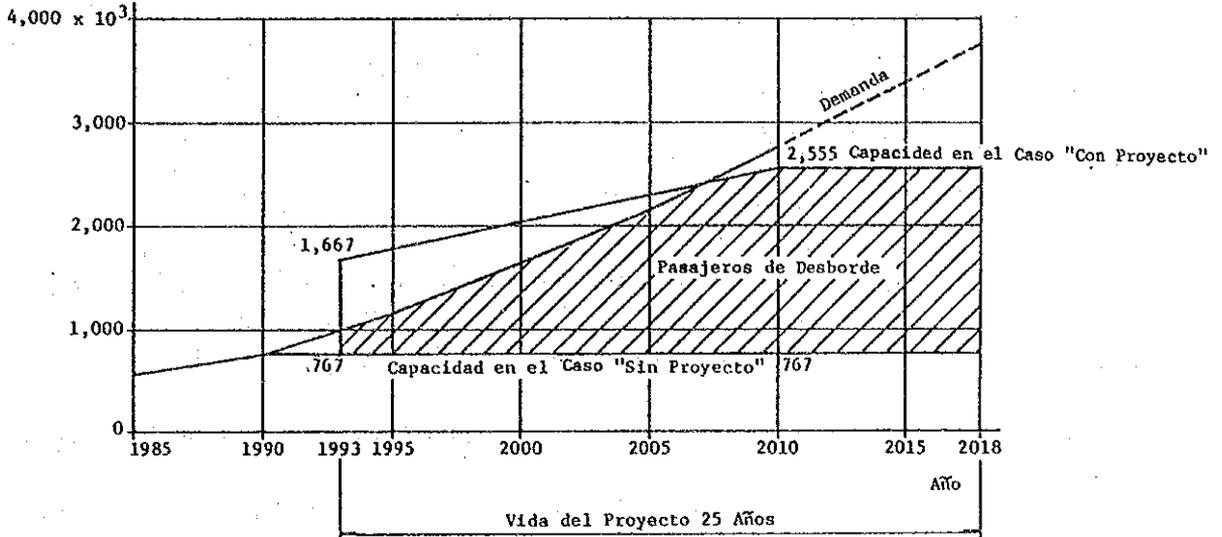
La Tabla 13.2.1 resume la capacidad del aeropuerto de "El Alto" tanto en el caso "Con proyecto" como en el caso "Sin Proyecto".

Tabla 13.2.1 Capacidad del Aeropuerto "Con Proyecto" y "Sin Proyecto"

Año	1994	2010
<u>Pasajeros Anuales</u>		
Con Proyecto	1,667,000	2,555,000
Sin Proyecto	767,000	767,000
<u>Movimiento anual de Aeronaves</u>		
Con Proyecto	16,500	16,500
Sin Proyecto	7,590	7,590

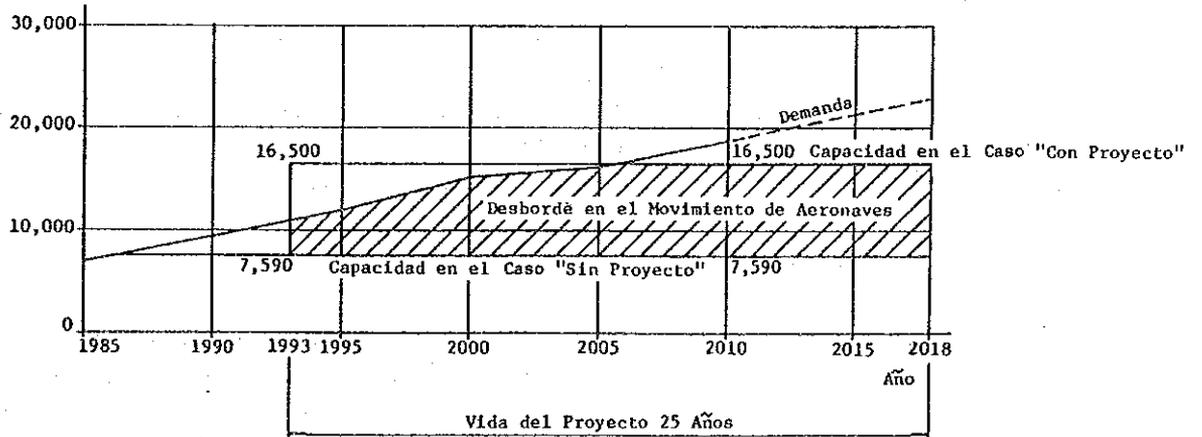
Los beneficios del proyecto descritos en la sección 13.2.4 se han cuantificado en base al rebalse de demanda del caso "Sin Proyecto" como lo muestra la Figura 13.2.1.

Pasajeros Anuales



Pasajeros Anuales

Movimiento Anual de Aeronaves



Movimiento Anual de Aeronaves

Figura 13.2.1 Desborde de Demanda

### 13.2.3 Costos del Proyecto

En este estudio se han cuantificado y evaluado los siguientes costos:

- Costos de Construcción
- Costos de Operación y Mantenimiento

### 13.2.4 Beneficios de Proyecto

El proyecto de modernización del aeropuerto proporcionará varios beneficios a la economía nacional y regional. En este estudio se han cuantificado y evaluado los siguientes beneficios:

- Beneficio por la acomodación de los pasajeros nacionales desbordados
- Beneficio por la acomodación de los pasajeros internacionales desbordados
- Beneficio por la acomodación de turistas desbordados
- Beneficio por la acomodación de aeronaves de aerolíneas extranjeras desbordadas
- Beneficio por la reducción del tiempo de proceso de los pasajeros en el aeropuerto

Nota: Para el calculo de costo y beneficio, referirse a Sección 13.1.2 y 3 en Informe Auxiliar de Apoyo.

### 13.2.5 Evaluación del Proyecto

Los resultados del análisis económico para el desarrollo de la fase I muestran que el proyecto es factible porque el TIRE (Tasa Interna de Retorno Económico) de 18.2% es más alto que el 10 o 12 por ciento del costo de oportunidad de capital que generalmente el Banco Mundial adopta como criterio para seleccionar proyectos viables económicamente. La Tabla 13.2.1 es un resumen del TIRE, de la relación B/C (relación beneficio/costo) y del VPN (Valor Presente Neto.) El flujo de caja se muestra en la Tabla 13.2.2.

Tabla 13.2.1 Tasación Económica

TIRE (%)	Rel. C/B*	VPN* (Millones de dólares US, 1987)
18.2	1.7	78

Nota: \* a la tasa de descuento del 12%

Tabla 13.2.2 Flujo de Caja

(unidad: Mil US\$)

Año	Costos				Total	Beneficios							Flujo de Caja de Caja Neto
	Construcción		O & M			Pax Nal.	Paz Intnl.	Turista Extranj	Pago Por Aterrizaje	Jet Fuel	Beneficio En Tiempo	Total	
	Extranj.	Bolivia	Extranj.	Bolivia									
1989	3,420	921			4,341							0	-4,341
1990	6,120	1,037			7,157								-7,157
1991	16,070	4,412			20,482								-20,482
1992	45,840	8,435			54,275								-54,275
1993	40,550	8,231			48,781								-48,781
1994			2,218	409	2,627	7,346	161	1,280	1,297	1,161	626	11,871	9,244
1995			2,218	424	2,642	9,159	516	2,080	1,297	1,161	651	14,864	12,222
1996			2,218	434	2,652	11,163	1,621	3,072	1,474	1,331	674	19,335	16,683
1997			2,218	443	2,661	13,167	2,725	4,064	1,650	1,500	698	23,804	21,143
1998			2,218	443	2,661	15,170	3,830	5,056	1,827	1,670	722	28,275	25,614
1999			2,218	443	2,661	17,174	4,934	6,048	2,003	1,839	748	32,746	30,085
2000			2,218	443	2,661	19,178	6,039	7,040	2,180	2,009	773	37,219	34,558
2001			2,218	443	2,661	21,540	7,327	8,160	2,373	2,185	801	42,386	39,725
2002			2,218	443	2,661	23,903	8,615	9,280	2,572	2,363	829	47,562	44,901
2003	33,990	1,577	2,218	443	38,228	26,265	9,903	10,400	2,763	2,539	858	52,728	14,500
2004			2,218	443	2,661	28,628	11,191	11,520	2,925	2,708	888	57,860	55,199
2005			2,218	443	2,661	30,990	12,479	12,640	3,085	2,877	919	62,990	60,329
2006			2,218	443	2,661	33,697	14,005	13,984	3,264	3,040	952	68,942	66,281
2007			2,218	443	2,661	36,403	15,532	15,328	3,331	3,089	984	74,667	72,006
2008			2,218	443	2,661	39,110	17,058	16,672	3,354	3,097	1,019	80,310	77,649
2009			2,218	443	2,661	39,110	18,585	18,016	3,354	3,097	1,054	83,216	80,555
2010			2,218	443	2,661	39,110	20,111	19,360	3,354	3,097	1,092	86,124	83,463
2011			2,218	443	2,661	39,110	21,393	19,787	3,354	3,097	1,130	87,871	85,210
2012			2,218	443	2,661	39,110	22,674	20,213	3,354	3,097	1,170	89,618	86,957
2013	33,990	1,577	2,218	443	38,228	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,210	91,367	53,139
2014			2,218	443	2,661	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,253	91,410	88,749
2015			2,218	443	2,661	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,296	91,453	88,792
2016			2,218	443	2,661	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,341	91,498	88,837
2017			2,218	443	2,661	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,388	91,545	88,884
2018	-50,848		2,218	443	-48,187	39,110	23,956	20,640	3,354	3,097	1,437	91,594	139,781

TIRE = 18.2%

NPV = 77,795 (12.0%)

Se ha hecho también un análisis de sensibilidad para proporcionar una base al juicio de probabilidades sobre la factibilidad del proyecto. Se ha calculado el TIRE y para diferentes casos en base también a diferentes proyecciones y el resultado está resumido en la Tabla 13.2.3 y también en la Figura 13.2.1.

Tabla 13.2.3 Resumen del Análisis de Sensibilidad

	Proyecciones	TIRE (%)
Caso Base		18.2
Caso 1	20% de aumento en el costo de construcción	16.0
Caso 2	Baja en las Proyecciones de Demanda de Tráfico	13.5
Caso 3	Baja en la Demanda de Tráfico y aumento en el costo de construcción	11.7

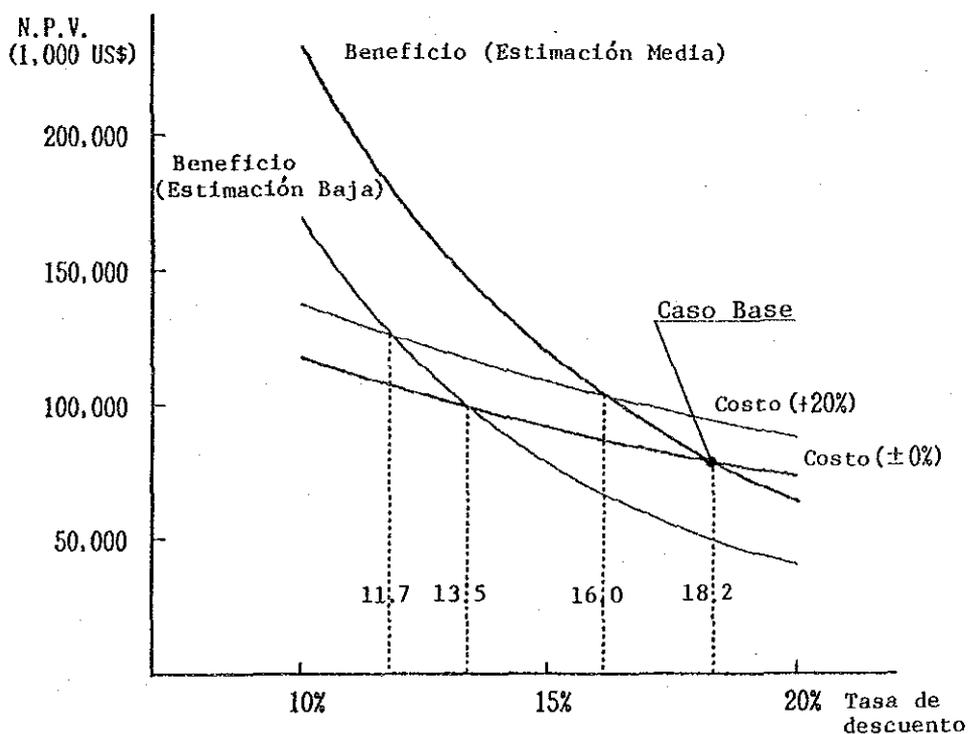


Figura 13.2.1 Resumen del Análisis de Sensibilidad

El resultado del análisis de sensibilidad indica que aún en el peor de los casos como es la proyección para el caso 3, el TIRE satisface el costo de oportunidad del capital, y prueba que el proyecto produce un alto retorno económico sobre la inversión aún cuando haya un sustancial aumento del costo de construcción o una reducción de la demanda de tráfico.

Además de los beneficios directos y tangibles, se espera que este proyecto brindará varios beneficios indirectos y/o no tangibles, por ejemplo, promover el desarrollo regional, aumentar las oportunidades de empleo, expandir las actividades comerciales, mejorar la seguridad aérea, etc.

Consecuentemente, los análisis económico y de sensibilidad indican que el proyecto es definitivamente factible desde el punto de vista no sólo de la economía nacional de Bolivia sino también de la sociedad.

### 13.3 Análisis Financiero

#### 13.3.1 Evaluación del Proyecto Mediante el TIRF

##### (1) Egresos

Los egresos del proyecto constan de los siguientes ítemes:

- Costos de inversión para las obras civiles y de arquitectura y equipo incluyendo los servicios de ingeniería
- Costos de operación y mantenimiento que comprenden personal, materiales, suministros y equipo

##### (2) Ingresos

Los ingresos de operación para el moderno aeropuerto de "El Alto" serán los siguientes:

- Tasa aeroportuaria al pasajero
- Cobros por aterrizaje, servicios de navegación y sobre cargos por noche/feriados
- Renta por concesiones en el edificio terminal

Nota: Para el calculo de gasto y renta, referirse a Sección 13.2.2. en Informe Auxiliar de Apoyo.

(3) Resultados del Análisis

El TIRF (Tasa Interna de Retorno Financiero) se calculó comparando los ingresos que se piensa obtener y los presentados en la Tabla 13.3.1. El TIRF calculado es de sólo el 4.0%. El proyecto, por lo tanto, no será financieramente factible a menos que se disponga de un empréstito con intereses bajos.

Si es posible incrementar los cobros arriba mencionados, sin embargo, en un 20% una vez completado el proyecto y luego incrementar los mismos en un 20% cada diez años, el TIRF se sube a 7.5% lo cual es considerado más o menos factible financieramente. Si fuera posible incrementar los cobros en un 20% cada 5 años, el TIRF llegaría al 9.9% aspecto favorable financieramente tomando en cuenta los requisitos recientes sobre intereses en el mundo.

Tabla 13.3.1 Flujo de Caja para el Cálculo del TIRF

Año	Inversión	Egresos				Ingresos					Flujo de Caja Neto
		O & M		Total	Tasa Aeropuerto	Cobro por Aterrizaje	Concesiones	Total			
		Personal	Materiales								
1989	4,460			4,460						0	-4,460
1990	7,290			7,290						0	-7,290
1991	21,050			21,050						0	-21,050
1992	55,360			55,360						0	-55,360
1993	49,840			49,840						0	-49,840
1994		1,322	2,764	4,086	1,284	7,600	1,200	7,600	1,200	10,084	5,998
1995		1,337	2,764	4,101	1,367	7,740	1,200	7,740	1,200	10,307	6,206
1996		1,349	2,764	4,113	1,469	8,152	1,200	8,152	1,200	10,821	6,708
1997		1,359	2,764	4,123	1,571	8,565	1,200	8,565	1,200	11,336	7,213
1998		1,359	2,764	4,123	1,672	8,977	1,200	8,977	1,200	11,849	7,726
1999		1,359	2,764	4,123	1,774	9,390	1,200	9,390	1,200	12,364	8,241
2000		1,359	2,764	4,123	1,876	9,802	1,200	9,802	1,200	12,878	8,755
2001		1,359	2,764	4,123	1,991	10,363	1,200	10,363	1,200	13,554	9,431
2002		1,359	2,764	4,123	2,106	10,924	1,200	10,924	1,200	14,230	10,107
2003	35,770	1,359	2,764	39,893	2,221	11,484	1,200	11,484	1,200	14,905	-24,988
2004		1,359	2,764	4,123	2,336	12,045	1,200	12,045	1,200	15,581	11,458
2005		1,359	2,764	4,123	2,451	12,606	1,200	12,606	1,200	16,257	12,134
2006		1,359	2,764	4,123	2,587	12,871	1,200	12,871	1,200	16,658	12,535
2007		1,359	2,764	4,123	2,723	13,136	1,200	13,136	1,200	17,059	12,936
2008		1,359	2,764	4,123	2,859	13,400	1,200	13,400	1,200	17,459	13,336
2009		1,359	2,764	4,123	2,958	13,665	1,200	13,665	1,200	17,823	13,700
2010		1,359	2,764	4,123	3,056	13,930	1,200	13,930	1,200	18,186	14,063
2011		1,359	2,764	4,123	3,086	13,930	1,200	13,930	1,200	18,216	14,093
2012		1,359	2,764	4,123	3,117	13,930	1,200	13,930	1,200	18,247	14,124
2013	35,770	1,359	2,764	39,893	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	-21,616
2014		1,359	2,764	4,123	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	14,154
2015		1,359	2,764	4,123	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	14,154
2016		1,359	2,764	4,123	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	14,154
2017		1,359	2,764	4,123	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	14,154
2018	-51,943	1,359	2,764	-47,820	3,147	13,930	1,200	13,930	1,200	18,277	66,097

TIRF = 4.03%

Un análisis de sensibilidad también se realizó en base a las variaciones de deducciones de demanda de tráfico y costos de construcción para probar condiciones más adecuadas cuando el proyecto obtenga más de 4.5% de TIRF con el supuesto que créditos blandos serían efectivos para la porción extranjera de inversión. Los resultados se muestran en la Tabla 13.3.2 y la Figura 13.3.1.

Tabla 13.3.2 Resumen de TIRF

Caso	Proyección de Tráfico	Costo de Inversión	Cobro por Aterrizaje	Otros Derechos	TIRF
Base	Media	+0 %	+0 %	+0 %	4.0 %
1		+0 %	-40 %	+0 %	0.4 %
2		+0 %	+10 %/10 años	+10 %/10 años	4.8 %
3		+10 %	+0 %	+0 %	3.2 %
4		+10 %	+20 %/10 años	+20 %/10 años	4.7 %
5		+20 %	+10 %/ 5 años	+10 %/ 5 años	4.4 %
6	Baja	+0 %	+0 %	+0 %	2.5 %
7		+0 %	+10 %/ 5 años	+10 %/ 5 años	4.6 %
8		+10 %	+20 %/ 5 años	+20 %/ 5 años	5.7 %
9		+20 %	+20 %/ 5 años	+20 %/ 5 años	4.9 %
10	Alta	+0 %	+0 %	+0 %	5.3 %
11		+10 %	+10 %/10 años	+10 %/10 años	5.1 %
12		+20 %	+20 %/10 años	+20 %/10 años	5.0 %

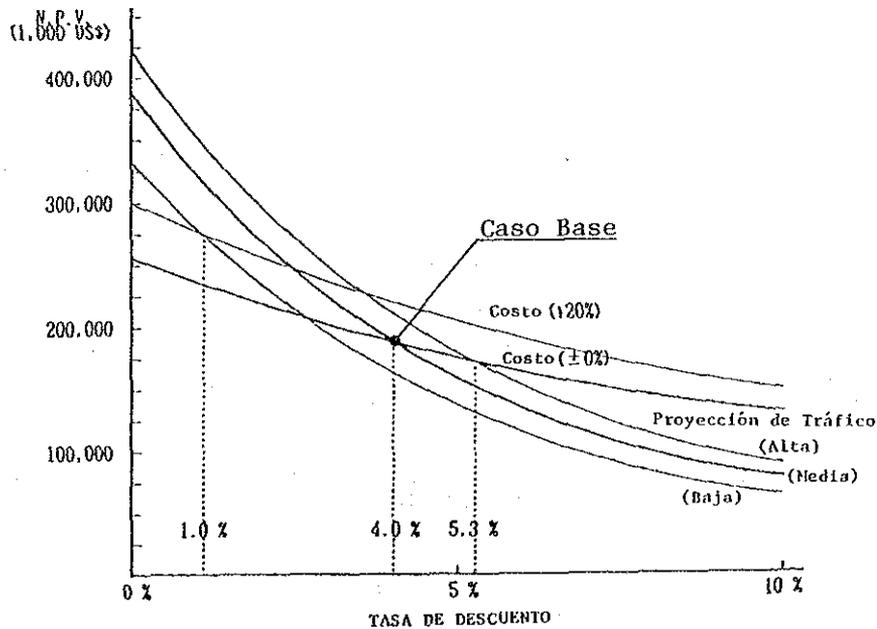


Figura 13.3.1 Resumen de TIRF

### 13.3.2 Evaluación del Proyecto en Términos de Ingresos y Fondos

#### (1) Ingresos

Los ingresos comprenden los siguientes ítemes:

- Ganancias
- Gastos
- Intereses
- Depreciación

#### (2) Fondos

Los fondos constan de los siguientes ítemes:

- Capital y subsidio
- Deuda a largo plazo
- Crédito bancario
- Pago de las deudas a largo plazo
- pago de los crédito bancarios

#### (3) Resultados del Análisis

Según el análisis de términos de ingresos y fondos preparados para el proyecto, el flujo de caja recuperaría positivamente en el decimotercer año de operación con el condición siguiente para aumentar el fondo.

<u>Plan para Aumento de Fondo</u>	<u>Clase de Fondo</u>	<u>Tasa de Interés</u>
50% de la Porción Boliviana del Costos de Inversión	Capital o Subsidio	-
50% de la Porción Boliviana de Costos de Inversión	Crédito a Largo Plazo de Bancos Comerciales	8.75%/año
Porción Extranjera de Costos de Inversión	Agencias Crediticias de Tipo Internacional u Organizaciones Bilaterales	3.5%/año
Capital de Trabajo	Crédito de Banco para Corto Plazo	6.5%/año

El proyecto, por lo tanto, tendrá lo suficiente para cubrir costos de la operación y del mantenimiento tanto como interés pagable para créditos de largo y corto plazo aunque pueda devolver sólo la mitad de lo principal del largo plazo durante del periodo de proyecto. El proyecto es relativamente factible desde el punto de vista comparando con otros proyectos similares.

En el caso de inversión para trabajos públicos, generalmente un proyecto se hace financieramente viable con superávit en 20 o 25 años de operación.

Un análisis de sensibilidad se realizó para probar condiciones más satisfechas cuando el flujo de caja será positivo en 20 años de operación. Los resultados se muestran en la Tabla 13.3.3.

Tabla 13.3.3 Resumen de Terminos de Ingresos y Fondos (1)

Caso	Proyección de Tráfico	Tasa de Interés (%)		Inversión Crecimiento (%)	Capital/Subsidio		Derechos, etc Crecimiento (%)	Flujo de Caja <sup>2)</sup> (Año)	Ingreso Neto de Operación <sup>3)</sup> (Año)
		Largo-Plazo (1)	Largo-Plazo (2)		Crédito Bancario	1000US\$			
Base	Media	3.5	8.75	6.5	±0	0	0	Más de 25	Más de 25
1					±0	6,500	25	19	22
2					±0	13,000	50	13	18
3					±0	0	0	19	20
4					+10	15,600	60	21	26
5					+10	0	0	23	22
6					+20	26,000	100	16	Más de 25
7					+20	0	0	17	17
8		2.6	8.75	5.0	±0	0	0	17	18
9	Baja	3.5	8.75	6.5	±0	26,000	100	22	27
10					±0	0	0	17	18
11					+10	26,000	100	18	23
12					+10	0	0	21	21
13					+20	26,000	100	21	25
14					+20	0	0	24	24

Tabla 13.3.3 Resumen de Terminos de Ingresos y Fondos (2)

Caso	Proyección de Tráfico	Tasa de Interés (%)		Inversión Crecimiento (%)	Capital/Subsidio		Derechos, etc Crecimiento (%)	Flujo de Caja 2) (Año)	Ingreso Neto de Operación 3) (Año)
		Largo Plazo (1)	Largo Plazo (2)		1000US\$	% 1)			
15	Alta	3.5	8.75	±0	0	0	±0	5	12
16				+10	0	0	±0	17	19
17				+20	10,400	40	±0	14	23
18				+20	0	0	+20/10 años	17	19

Nota: 1) Proporción de capital y subsidio en la porción Boliviano del costo de inversión

2) Número de años desde el comienzo de operación hasta que el flujo de caja sea positivo

3) Número de años desde el comienzo de operación hasta que el ingreso neto acumulado de operación sea positivo

### 13.3.3 Política de Precios

Para evaluar la posibilidad de un incremento de los cobros aeroportuarios, se ha analizado el cobro que se realiza por aterrizajes ya que se constituye en una parte importante del ingreso total.

Comparemos el cobro por aterrizaje de un B-747 con varios aeropuertos del mundo. El cobro actual de aproximadamente 3,705 dólares americanos es mayor que el promedio tal como se muestra en la Tabla 13.3.4.

Tabla 13.3.4 Cobros de Aterrizaje para B-747

Unidad: US\$

Aeropuerto/Ciudad	Cobro por Aterrizaje
Narita/Tokio	5,180
El Alto/La Paz	3,705
Frankfurt/Frankfurt	3,360
Ch. De Gaulle/París	2,510
Amsterdam/Amsterdam	2,330
Hong Kong/Hong Kong	1,100
J.F. Kennedy/Nueva York	820
Benito Juárez/México	460
Heathrow/Londres	160

Nota: A diciembre de 1986,  
tasa de cambio US\$1.0 = ¥163

Suponiendo que el cobro por aterrizaje se incrementa hasta el 120% del actual nivel, es decir, a 4,446 dólares americanos, el cobro no llegaría a ser al mayor del mundo. Sin embargo, este cobro sería realmente alto en el mundo. Considerando estos datos comparativos, deben proyectarse los diferentes cobros aeroportuarios del futuro.

**PARTE VII CONCLUSIONES**



## CONCLUSIONES

En base a toda la evaluación comparativa de los planes maestros a largo plazo para el aeropuerto, la alternativa TC3 ha sido seleccionada como la más apropiada para el aeropuerto de "El Alto". Considerando el plan maestro de la alternativa TC3 se ha discutido y determinado la ubicación de las obras para las mejoras inmediatas y el desarrollo de las fases I y II.

El estudio técnico y de factibilidad económica del proyecto de desarrollo de la fase I concluye que:

- La urgente necesidad de la realización del proyecto se confirma en base a los factores técnicos expuestos en el estudio de ingeniería.
- El costo del proyecto se estima en US\$138 millones en base a precios de 1987 y se evaluó que la tasa interna de retorno económico sería de 18.2 %.
- El proyecto se considera económicamente factible desde el punto de vista de la óptima disposición de los recursos en la economía nacional.

Por lo tanto, se recomienda implementar el proyecto a la brevedad posible.

La realización del proyecto tendrá impacto en:

- Contribuir a la economía nacional a través de un irrestricto y eficiente servicio de transporte aéreo,
- Contribuir al incremento de las oportunidades empresariales y comerciales,
- Contribuir a la incrementación de oportunidades de empleo,
- Estimular el desarrollo del turismo internacional, y
- Contribuir a la seguridad del transporte aéreo.

Es recomendable organizar un adecuado comité y empezar los siguientes trabajos preparatorios y de coordinación necesarios:

- El proyecto debe ser presentado y discutido con las respectivas organizaciones gubernamentales de Bolivia para crear consenso sobre la realización del proyecto. Este proyecto debe estar en la lista de Proyectos de Desarrollo Nacional y debe dársele la prioridad adecuada.
- Los preparativos incluyendo la solicitud para asistencia financiera, levantamiento topográfico, estudio de suelos, etc. deberán iniciarse tan pronto como sea posible para que así los servicios de ingeniería incluyendo el diseño básico, diseño en detalle, preparación de los documentos de licitación, asistencia en la evaluación de la licitación, etc. puedan llevarse a cabo y completarse a mediados de 1991.
- Los trabajos de construcción deberán empezar a mediados de 1991 para que el aeropuerto completo pueda entrar en operación a fines de 1993.
- Para armonizar el aeropuerto con el área circundante, las restricciones de alturas deben reforzarse para asegurar las superficies de limitación de obstáculos. Se debe implementar un plan de uso de la tierra en las áreas vecinas al aeropuerto donde la influencia del ruido excede lo permisible.



JICA