

# Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



## LOS HELIPUERTOS EN EL PERU GUIA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION

### TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

CESAR AUGUSTO CASTILLO DIBOS

PROMOCION 1977 - 2

Lima • Perú • 1980

A MIS PADRES

## EN LA PLAYA

"No sé lo que el mundo pensará de mí, pero a mí me parece ser tan solo un muchacho que juega en la playa y que se divierte al encontrar una piedra redonda o una concha más hermosa que de costumbre, mientras que el gran océano de la verdad yace ante mis ojos sin describir."

SIR ISAAC NEWTON

## PROLOGO

Al presentar este proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Civil, como culminación de mis estudios realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería, quiero hacer patente mi reconocimiento, a todos aquellos que de algún modo han contribuido a la feliz realización de mi profesión: a mis profesores, de quienes recibí no sólo los conocimientos que impartieron como docentes, sino la amistad propia de los grandes hombres, que sin lugar a dudas ha influido de una manera u otra, a la formación de la personalidad de todos aquellos, los que hemos pasado por las aulas de esta prestigiosa alma mater; a mis compañeros de estudios, que con la inquietud y alegría propias de la juventud, hicieron grata mi estadía en ésta, nuestra casa de estudios; y finalmente a todos aquellos abnegados y anónimos empleados que contribuyen al mejor desarrollo de las actividades académicas y administrativas de esta universidad.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento, a mi profesor el Ingeniero Samuel A. Mora Quiñones, quien con su valiosa ayuda hizo posible la realización del presente trabajo.

De igual manera, agradezco al Grupo Aéreo No 3 de la FAP; a Aeroperú, a la Dirección de Infraestructura Aérea del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por los valiosos datos técnicos suministrados; a P. y V. Ingenieros y al Servicio de Informaciones de la Embajada de los Estados Unidos de América, que me facilitaron el acceso a sus bibliotecas especializadas.

Es mi deseo que el presente trabajo colabore a ampliar los conocimientos de los futuros alumnos de este centro de estudios.

## INDICE

	Pág.
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
1.1 Generalidades -----	1
1.2 Terminología -----	2
1.3 Antecedentes -----	5
1.3.1 El Transporte Aéreo en el Perú -----	5
1.3.2 Volumen de Tráfico -----	23
1.3.3 Posible Red de Servicio Aéreo por Helicópteros -----	33
II. <u>LOS HELICOPTEROS</u>	43
2.1 Características de los Helicópteros -----	43
2.1.1 Diseño de los Helicópteros -----	43
2.1.2 Tipos de Helicópteros -----	43
2.1.3 Configuración de los Helicópteros -----	45
2.2 Funcionamiento de los Helicópteros -----	49
2.2.1 Operación -----	49
2.2.2 Velocidades -----	49
2.2.3 Características de Seguridad -----	58
2.2.4 Operación de Emergencia -----	58
III. <u>LOS HELIPUERTOS</u>	60
3.1 Generalidades -----	60
3.1.1 Dimensiones -----	60
3.1.2 Tipos de Helicópteros -----	60
3.1.3 Instalaciones Auxiliares -----	60

	Pág.
3.2 Clasificación de los Helipuertos -----	61
3.3 Designación de Helipuertos -----	62
3.4 Helipuertos de Servicios Especiales -----	63
IV. <u>ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO</u>	64
4.1 Localización y Trazado -----	64
4.1.1 Distancias e Interferencias entre Helipuertos y Aeropuertos -----	66
4.1.2 Condiciones Atmosféricas de la zona ----	67
4.2 Seguridad Operacional -----	69
4.3 Efecto en el Uso del Espacio Aéreo -----	70
4.4 Efecto en la Comunidad Circundante -----	71
4.4.1 Leyes Locales -----	71
4.4.2 Restricciones de Zonificación en Cuanto a Altura -----	72
4.4.3 Niveles de Ruido -----	72
4.5 Helipuertos Situados en Aeropuertos -----	73
4.6 Orientación -----	74
V. <u>CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS HELIPUERTOS</u>	75
5.1 Generalidades -----	75
5.2 Trazado del Helipuerto -----	75
5.2.1 Dimensiones de los Helipuertos -----	76
5.3 Trayectorias de Aproximación - Salida -----	80
5.3.1 Generalidades -----	80
5.3.2 Tipos de Operaciones -----	80
5.4 Franqueamiento de Obstáculos para las Operaciones VFR -----	82

	Pág.
5.4.1 Generalidades -----	82
5.4.2 Planos de Franqueamiento de Obstáculos para la Aproximación - Salida -----	82
5.4.3 Superficies de Transición -----	82
5.5 Franqueamiento de Obstáculos para las Operaciones IFR de Precisión -----	84
5.5.1 Generalidades -----	84
5.5.2 Planos de Franqueamiento de Obstáculos para la Aproximación - Salida -----	84
5.5.3 Superficie Primaria -----	86
5.5.4 Superficies de Transición -----	86
5.5.5 Protección del Espacio Aéreo -----	86
5.6 Area Periférica -----	87
5.7 Area de Estacionamiento de Helicópteros -----	87
5.8 Edificios Administrativos y Area de Servicios -----	88
5.9 Construcción de la Superficie del Helipuerto -----	88
5.10 Pavimentación del Helipuerto -----	89
5.10.1 Generalidades -----	89
5.10.2 Suelo -----	90
5.10.3 Espesor del Pavimento -----	90
5.10.4 Pavimento Flexible -----	92
5.10.5 Pavimento Rígido -----	92
5.10.6 Césped -----	93
5.10.7 Aridos - Césped -----	93
5.10.8 Criterios Geométricos -----	93
5.10.9 Corriente de Aire Desplazada por el Rotor -----	98

	Pág.
5.10.10 Consideraciones de Diseño -----	98
5.11 Rodaje -----	99
VI. <u>HELIPUERTOS ELEVADOS</u> -----	100
6.1 Consideraciones de Diseño -----	100
6.2 Areas de Aterrizaje y de Despegue -----	102
6.2.1 Configuración del Area -----	102
6.2.2 Dimensiones -----	102
6.3 Diseño Estructural -----	103
6.3.1 Requisitos Generales en Cuanto a la Resistencia -----	103
6.3.2 Consideraciones en Cuanto al Apoyo -----	104
6.4 Cargas de Proyecto -----	105
6.4.1 Ejemplo de Cargas de Proyecto -----	107
6.4.2 Otras Cargas -----	109
6.5 Diseño de la Losa de la Azotea de un Edificio como Plataforma de un Helipuerto -----	110
6.5.1 Dimensionamiento de la Losa -----	111
6.5.2 Metrado de Cargas -----	111
6.5.3 Cargas a Considerar -----	112
6.5.4 Cálculo de los Momentos de Diseño ---	112
6.5.5 Diseño de la Armadura -----	118
6.5.6 Revisión del Punzonamiento -----	120
6.6 Superficie de Aterrizaje -----	121
6.7 Turbulencia y Visibilidad -----	121

	Pág.
VII. <u>AYUDAS VISUALES</u>	123
7.1 Generalidades -----	123
7.2 Señalización -----	127
7.3 Indicador de la Dirección del Viento -----	131
7.4 Iluminación del Helipuerto -----	133
7.4.1 Luces del Perímetro -----	133
7.4.2 Faro de Identificación -----	133
7.4.3 Ayudas Visuales Útiles -----	134
7.5 Iluminación de los Obstáculos -----	139
7.6 Luces de Dirección de Aterrizaje -----	139
VIII. <u>CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD</u>	140
8.1 Barreras de Seguridad -----	140
8.2 Protección Contra Incendios -----	140
8.2.1 Recomendaciones Relativas al Equipo de Extinción de Incendios para las Areas de Aterrizaje y de Despegue que no estén Situadas en Aeropuertos -----	143
8.2.2 Protección Contra Incendios en un Helipuerto/Aeródromo -----	147
8.2.3 Medios Mviles -----	147
8.2.4 Instalaciones fijas -----	149
8.2.5 Disponibilidad de Mangueras -----	149
8.2.6 Equipo de Salvamento -----	149
8.2.7 Dotación de Personal y Disponibilidad de Tripulaciones -----	149
8.2.8 Selección de Personal para las Tareas de Salvamento y Extinción de Incendios ----	150

8.2.9	Instrucción del Personal para las Tareas de Salvamento y Extinción de Incendios -----	151
8.2.10	Equipo Individual para el Personal de Salvamento y Extinción de Incendios -----	151
8.2.11	Ordenes en Caso de Emergencia -----	151
8.2.12	Emplazamiento de los Cuartelillos de Bomberos en los Helipuertos -----	152
8.2.13	Ensayos e Inspección del Equipo de Aparatos y de Instalaciones fijas -----	152
8.2.14	Helipuertos Emplazados cerca de Extensiones de Agua o Zonas Pan- tanosas -----	152
8.3	Salidas de Emergencia de las Azoteas -----	152
8.4	Comunicaciones -----	153
ADDENDUM	DISEÑO DE UN HELIPUERTO EN UNA ESTRUCTURA ELEVADA : EN LA TORRE DEL CENTRO CIVICO DE LIMA	154
APENDICE No 1	FORMULARIO PARA EL DISEÑO DE LOSAS POR EL METODO DE LAS LINEAS DE FLUENCIA -----	162
APENDICE No 2	DIRECCIONES DE LOS FABRICANTES DE HELICOPTEROS	175
BIBLIOGRAFIA		179

## CAPITULO I. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES.- El presente trabajo ha sido elaborado como una guía para la preparación y construcción de helipuertos, y para colaborar con las entidades públicas y privadas que de alguna manera intervienen en el desarrollo de los helipuertos.

Se ha preparado este material con el objeto de proporcionar una fuente centralizada para el criterio de diseño de helipuertos, especialmente para aquellos interesados que deseen información de esta temática tecnológica poco difundida. Este trabajo intenta promover el desarrollo de los helipuertos como una parte del sistema de transporte nacional. Ayudará a coordinar a los propietarios de helipuertos y a los planificadores con las responsabilidades del gobierno en este campo. Igualmente es de vital importancia el establecimiento de una red de helipuertos y heliestaciones, que coadyuvarían a utilizar el helicóptero como medio de seguridad en la defensa nacional, así como también en la evacuación y auxilio en los casos de siniestros en edificaciones elevadas.

Este trabajo delinea los factores básicos físicos, técnicos y de interés público que deberían ser considerados al establecer emplazamientos para helipuertos. Los helipuertos considerados varían desde el modesto de uso exclusivo, al de instalaciones completamente desarrolladas, apropiado para operaciones múltiples. La información ofrecida aquí, está basada en el conocimiento del funcionamiento de los helicópteros y de prácticas operativas bien organizadas. Es una suma de muchos años de experiencia en emplazamientos de aterrizaje de helicópteros, representando la variedad de tipos en uso en los Estados Unidos, Gran Bretaña, España, Japón y el Perú. La información proporcionada es de consulta naturalmente

te, y no establece requisitos regulatorios. Además las recomendaciones específicas recomendadas aquí son para situaciones usuales o promedio y podrían no ser apropiadas para cada caso. Así por ejemplo las características de funcionamiento y operacionales de algunos tipos de helicópteros pueden no corresponder a las características de funcionamiento y de operación de la gran mayoría de helicópteros, en las cuales está basado el presente trabajo. Igualmente, podría darse el caso de que las características geográficas del lugar del emplazamiento del helipuerto nos obliguen a adoptar soluciones que a primera vista parecería que no contemplan ciertas recomendaciones que se dan en el presente trabajo. Otro tanto podría suceder si es que las condiciones climatológicas son el factor determinante en un emplazamiento que probablemente aparente no ser el adecuado.

Para ayudar en la interpretación de esta información, se sugiere solicitar asesoría técnica a los operadores de helicópteros, fabricantes, personal técnico de la OACI, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y a consultores especializados. A través de estas consultas, la comunidad puede estar asegurada con asistencia profesional en el desarrollo de un helipuerto, que sea seguro, práctico y útil. La información acerca de muchos de los artículos mencionados en este trabajo, están mencionados en la Bibliografía.

1.2 TERMINOLOGÍA.- A continuación se dan las definiciones de algunos de los términos empleados :

a) Aeródromo. Area definida de tierra o agua, que incluye todas sus edificaciones o equipos destinados total o parcialmente a la llegada, partida y movimiento de aeronaves.

b) Aeropuerto. Aeródromo que cuenta con autoridades de migración, aduana, policía, sanidad y demás que se establezcan para cumplir trámites de fiscalización de las actividades conexas con el transporte aéreo.

c) Trayectoria de Aproximación-Salida. Trayectoria libre de obstáculos seleccionada para el vuelo, que se extiende hacia arriba y hacia afuera desde el borde del área de aterrizaje y despegue.

d) Efecto del Suelo o "Colchón de Aire". Mejora de la sustentación que se produce cuando el helicóptero vuela o permanece en vuelo estacionario cerca del suelo o de otra superficie. Es debido al colchón de aire más denso que se produce entre el terreno y el helicóptero por el aire desplazado hacia abajo por el rotor e incrementar la presión de levante de esa sección de aire. La altura efectiva del efecto del suelo es por regla general aproximadamente igual al diámetro del rotor.

e) Helicóptero. Aeronave de ala rotatoria que depende principalmente de la sustentación producida por uno o más rotores propulsados mecánicamente que giran alrededor de ejes predominantemente verticales para su sostenimiento y propulsión en el aire. Puede permanecer en vuelo estacionario y volar hacia atrás y hacia los lados, además de volar hacia adelante.

f) Helipuerto. Área al nivel del suelo o elevada sobre una estructura, que es utilizada o destinada para el aterrizaje y despegue de helicópteros, e incluye algunas o varias instalaciones auxiliares útiles para la operación de helicópteros, tales como área de estacionamiento de helicópteros, sala de espera, hangar, mantenimiento o reabastecimiento de combustible.

g) Heliestación. Helipuerto con el mínimo de instalaciones, situado al nivel del suelo o elevado sobre una estructura, pero que no dis-

pone de instalaciones auxiliares, tales como sala de espera, hangar, área de estacionamiento, mantenimiento o reabastecimiento de combustible.

h) Area de Aterrizaje y de Despegue. El área específica en la que el helicóptero aterriza y despega, y que incluye el área de contacto.

i) Superficies de Franqueamiento de Obstáculos. Planos imaginarios que se extienden hacia afuera y hacia arriba desde el área de aterrizaje y de despegue según ángulos compatibles con las características de vuelo de los helicópteros y con el tipo previsto de operaciones. Son utilizados para evaluar trayectorias de aproximación-despegue para el franqueamiento de obstáculos.

j) Area de Aterrizaje fuera del Helipuerto. El área de aterrizaje y de despegue destinada al uso temporal u ocasional de los helicópteros pero no designada formalmente como helipuerto.

k) Rodaje. Movimiento propulsado por los motores de una aeronave, desde un área a otra, efectuado corrientemente poco antes del despegue o después del aterrizaje. Los helicópteros del tipo de patines efectúan el rodaje en la posición de vuelo estacionario, a unos cuantos metros por encima del suelo; a esto se denomina rodaje en vuelo o rodaje a ras del suelo (estacionario). Los helicópteros más grandes están generalmente equipados con tren de aterrizaje de ruedas; estas naves pueden efectuar el rodaje en tierra así como el rodaje a ras del suelo.

l) Calle de Rodaje. Vía para el rodaje de los helicópteros, tanto en tierra como a ras del suelo, que conecta el área de aterrizaje y de despegue con un área terminal separada ó un área de servicio.

m) Area de Contacto. Parte del área de aterrizaje o de despegue donde se posan los helicópteros.

n) VTOL (Vertical Take Off and Landing). Aeronave capaz de despegar y aterrizar verticalmente. Los helicópteros constituyen uno de los tipos incluidos en las aeronaves VTOL, las que pueden utilizar para obtener su propulsión varios sistemas, tales como ala basculante, turbina de sustentación, etc.

### 1.3 ANTECEDENTES.

1.3.1 El Transporte Aéreo en el Perú. Podemos afirmar sin lugar a dudas, que el rol del transporte aéreo en el sistema de transporte nacional es de trascendental importancia, ya que es de carácter vital para el enlace de diferentes poblaciones de nuestro país; en los aspectos de comercio en sus modalidades de transporte de carga y correo; así como en la del transporte de pasajeros a las más lejanas regiones de nuestro país. En las regiones de la Selva y en algunas de la Sierra, la única vía de comunicación con el resto del país es precisamente la vía aérea debido a que en determinadas épocas del año, dichas poblaciones quedan completamente aisladas del resto del país, como consecuencia de derrumbes, inundaciones, etc. que dejan intransitables las carreteras de acceso al centro poblado. En algunos casos hay poblaciones que no han sido incorporadas al ámbito productivo de la nación, debido a la carencia de vías terrestres y fluviales, de acceso a la población. Hay que reconocer que el aspecto comunicaciones ha estado y está bastante descuidado, todo esto debido a que estamos sumidos en un asfixiante centralismo, centralismo que no sólo se refiere a Lima, que a largo plazo será una megalópolis de dimensiones asombrosas, sino también a ese centralismo propio de las capitales de departamento, que aunque en menor escala también incide en la migración del campo a la ciudad, causando problemas de la más variada índole.

CUADRO No. 1

AERODROMOS POR CATEGORIAS SEGUN AVION CRITICO

PERU : 1975

CATEGORIA	AVION CRITICO	NUMERO DE AERODROMOS
	TOTAL	331
I	BOEING 747	5
II	BOEING 747	5
III	BAC-1-11	1
IV	DC - 6	20
V	DC - 4	19
VI	DC - 3	46
VII	AVIONETA	235 +

Nota : + Incluye 87 "Estirones" (acuatizaje en ríos)

Fuentes: Dirección General de Transporte Aéreo Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Departamento de Estadística - CORPAC.

INP/OSP - "Estudio del Transporte en la Región Oriente"

CUAORO No. 2  
AERODROMOS POR TIPO DE PISTA SEGUN DEPARTAMENTOS  
PERU : 1976

DEPARTAMENTO	TOTAL	TIPO DE PISTA					
		Concreto	Asfalto	Ripio	Grass	Tierra	Arena
TOTAL	244 +	2	17	32	27	135	31
Amazonas	8	-	-	3	-	5	-
Ancash	3	-	1	1	-	-	1
Apurímac	2	-	-	-	-	1	1
Arequipa	19	-	1	3	-	8	7
Ayacucho	2	-	1	-	-	1	-
Cajamarca	6	-	-	3	-	3	-
Cuzco	12	-	1	1	1	9	-
Huancavelica	2	-	1	-	-	1	-
Huánuco	9	-	-	3	2	3	1
Ica	6	-	2	1	-	2	1
Junín	31	-	1	1	5	23	1
La Libertad	6	-	1	3	-	2	-
Lambayeque	3	-	1	1	-	1	-
Lima - Callao	7	1	-	1	-	-	4
Loreto	53	1	-	-	7	38	7
Madre de Dios	17	-	1	3	1	12	-
Moquegua	6	-	1	1	-	1	3
Pasco	22	-	-	-	7	15	-
Piura	6	-	2	-	-	1	3
Puno	2	-	-	2	-	-	-
San Martín	18	-	1	2	4	9	2
Tacna	2	-	1	1	-	-	-
Tumbes	2	-	-	2	-	-	-

Fuente : Dirección General de Transporte Aéreo - Dirección de Infraestructura -  
CORPAC - Departamento de Estadística.

Nota : + No se incluyen 87 "Estirones".

Es por este motivo que debemos hacer énfasis en el desarrollo de la infraestructura de comunicaciones, porque podemos decir con convicción que sin comunicación no hay progreso.

Veamos ahora el aspecto de la infraestructura aeroportuaria existente, la cual podemos visualizar en los cuadros No. 1, 2 y 4 en los que aparecen los aeródromos por categorías según avión crítico, por tipo de pista según departamentos, y por tipo de pista según intervalos de longitud respectivamente; en los que se han incluido los aeródromos administrados tanto por CORPAC (Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial), aeródromos administrados por particulares, pequeños campos de aterrizaje, así como también los utilizados por la Fuerza Aérea Peruana, en su labor de acción cívica que realiza a las regiones más apartadas del país.

De igual manera en el Cuadro No. 3 podemos apreciar los Aeródromos administrados por CORPAC de acuerdo a sus dimensiones, tipo de pista, avión crítico para el cual ha sido diseñado y las horas de operación del terminal aeroportuario. De este cuadro, podemos ver que de los 56 Aeródromos administrados por CORPAC, existen :

- 2 Pistas con Pavimento de Concreto,
- 15 Pistas con Pavimento de Asfalto,
- 11 Pistas Afirmadas (Ripio),
- 7 Pistas de Grass,
- 17 Pistas de Tierra, y
- 4 Pistas de Arena.

Vemos pues, que en cuanto a cantidad de aeródromos hay poco que objetar, pero sí en lo referente a la planificación, porque no ha existido una política coherente al respecto, ya que cerca del

CUADRO No. 3 (a)

AERODROMOS ADMINISTRADOS POR CORPAC

PERU : 1976

DEPARTAMENTOS Y AERODROMOS	TIPO DE PISTA	DIMENSIONES		AVION CRITICO	HORAS DE OPERACION
		LARGO (mts)	ANCHO (mts)		
<u>AMAZONAS :</u>					
1	Ciro Alegría	Tierra	1,660	47	DC-6 H-J
2	Chachapoyas	Ripio	1,100	40	DC-3 H-J
3	Galilea	Ripio	2,000	45	DC-6 -
<u>ANCASH :</u>					
4	A.-Huascarán	Asfalto	3,050	30	BAC-1-11 H-J
5	Chimbote	Asfalto	1,800	45	DC-6 H-J
<u>APURIMAC :</u>					
6	Andahuaylas	Tierra	2,900	45	DC-6 11.00/24
<u>AREQUIPA :</u>					
7	Camaná	Tierra	1,500	45	DC-3 H-J
8	Mollendo	Arena	1,500	45	DC-4 H-J
9	Rodríguez B.	Asfalto	2,300	45	8-727 11.00/24
10	Yauca	Arena	1,400	150	DC-3 H-J
<u>AYACUCHO :</u>					
11	Ayacucho	Asfalto	2,800	45	8-727/100 H-J
<u>CAJAMARCA :</u>					
12	Cajamarca	Ripio	1,820	36	DC-4 H-J
<u>CUZCO :</u>					
13	Patria	Tierra	2,000	100	DC-6 H-J
14	Quincemil	Ripio	1,800	30	DC-6 H-J
15	V. Astete	Asfalto	3,400	45	8-727 11.00/23
<u>HUANCAVELICA</u>					
<u>HUANUCO</u>					
16	Huánuco	Ripio	2,500	50	DC-4 H-J
17	Puerto Inca	Grass	1,000	80	DC-3 H-J
18	Tingo María	Ripio	2,100	50	DC-6 H-J
<u>ICA :</u>					
19	Pisco	Asfalto	3,020	45	DC-8-63 H-24
<u>JUNIN :</u>					
20	Jauja	Asfalto	3,000	50	DC-6 H-J
21	San Ramón	Tierra	1,000	100	DC-3 -
22	Satipo	Tierra	1,180	30	DC-3 H-J
<u>LA LIBERTAD :</u>					
23	Pacasmayo	Ripio	1,400	30	DC-4 H-J
24	Trujillo	Asfalto	1,800	45	DC-7 11.00/24
<u>LAMBAYEQUE :</u>					
25	Chiclayo	Asfalto	2,520	45	8-727 H-24
<u>LIMA-CALLAO :</u>					
26	Jorge Chávez	Concreto	3,507	45	B-747 H-24
<u>LORETO :</u>					
27	Caballococha	Arena	2,400	45	DC-6 H-J
28	Intuto	Tierra	2,000	45	Hércules H-J
29	Iquitos	Concreto	2,500	45	DC-8-63 H-24
30	Ppa. Hermosa	Tierra	2,000	40	DC-4 H-J
31	Pucallpa	Asfalto	2,500	45	DC-6 11.00/24
32	Requena	Arena	1,200	30	DC-3 H-J
33	Yurimaguas	Tierra	1,700	45	DC-6 H-J

CUADRO No. 3 (b)

AERODROMOS ADMINISTRADOS POR CORPAC

PERU : 1976

DEPARTAMENTOS Y AERODROMOS	TIPO DE PISTA	DIMENSIONES		AVION CRITICO	HORAS DE OPERACION
		LARGO (mts)	ANCHO (mts)		
<u>MADRE DE DIOS :</u>					
34 Iberia	Tierra	1,360	18	DC-3	H-J
35 Iñapari	Tierra	960	20	DC-3	H-J
36 P.Maldonado	Ripio	2,000	45	DC-6	11.00/24
<u>MOQUEGUA :</u>					
37 Ilo	Asfalto	2,500	45	DC-6	H-J
38 Moquegua	Arena	1,600	45	DC-4	H-J
<u>PASCO :</u>					
39 P.Bermúdez	Tierra	850	100	DC-3	H-J
40 P.Victoria	Grass	850	30	DC-3	H-J
<u>PIURA :</u>					
41 Piura	Asfalto	2,500	45	B-727	11.00/24
42 Talara	Asfalto	2,450	45	B-707	H-24
<u>PUNO :</u>					
43 Juliaca	Ripio	4,000	45	DC-6	07.00-19.00
<u>SAN MARTIN :</u>					
44 Bellavista	Grass	1,380	45	DC-3	H-J
45 Juanjuí	Ripio	1,400	45	DC-4	H-J
46 Moyobamba	Tierra	1,350	45	DC-4	H-J
47 Picota	Tierra	1,080	30	DC-3	H-J
48 Pucacaca	Tierra	1,163	40	DC-3	H-J
49 Rioja	Grass	1,800	45	DC-6	H-J
50 S.J.de Sisa	Tierra	900	30	C-47	H-J
51 Saposoa	Ripio	950	40	DC-3	H-J
52 Tarapoto	Asfalto	2,500	30	B-727	H-J
53 Tocache	Grass	2,000	60	DC-4	H-J
54 Uchiza	Tierra	1,050	30	DC-3	H-J
<u>TACNA :</u>					
55 Tacna	Asfalto	2,500	45	B-707	12.00/24.00
<u>TUMBES :</u>					
56 Tumbes	Ripio	2,500	45	DC-6	H-J

Nota : H-J Durante al día de luz.  
H24 Las 24 horas del día.

Fuente : CORPAC-AIP-División de Informaciones Aeronáuticas-  
Gerencia de Operaciones.

CUADRO No. 4

AERODROMOS POR TIPO DE PISTA SEGUN INTERVALOS DE LONGITUD

PERU : 1976

LONGITUD DE PISTA (en metros)	TOTAL	TIPO DE PISTA					
		CONCRETO	ASFALTO	RIPIO	GRASS	TIERRA	ARENA
TOTAL	244 +	2	17	32	27	135	31
Menos - 500	82	-	1	2	16	56	7
501 - 1000	79	-	-	14	5	48	12
1001 - 1500	44	-	1	6	4	23	10
1501 - 2000	16	-	3	4	2	6	1
2001 - 2500	13	1	6	4	-	1	1
2501 - 3000	5	-	3	1	-	1	-
3001 - 3500	3	-	3	-	-	-	-
3501 - Más	2	1	-	1	-	-	-

Nota : Longitud se refiere a largo de pista. (+) No incluye 87 "Estirones"

Fuentes : Dirección General de Transporte Aéreo - Dirección de Infraestructura  
CORPAC - Departamento de Estadística.

CUADRO Nº 5

PARQUE AEREO POR NUMERO DE AERONAVES, ASIENTOS Y CARGA UTIL

DE PAGA TOTAL SEGUN TIPO DE SERVICIO Y TIPO DE

PROPULSION DE AERONAVES

PERU: 1971 - 1975

TIPO DE SERVICIO Y PROPULSION	1971			1972			1973			1974			1975		
	Nº de Aerona- ves	Nº de Asien- tos	Carga Util de Paga Total(Kg)	Nº de Aerona- ves	Nº de Asien- tos	Carga Util de Paga Total(Kg)	Nº de Aerona- ves	Nº de Asien- tos	Carga Util de Paga Total(Kg)	Nº de Aerona- ves	Nº de Asien- tos	Carga Util de Paga Total(Kg)	Nº de Aerona- ves	Nº de Asien- tos	Carga Util de Paga Total(Kg)
TOTAL	144	1,587	143,979	158	1,567	135,421	174	1,596	139,650	166	1,947	219,262	158	2,215	292,384
Hélice	135	917	87,904	151	1,003	92,388	166	1,094	99,621	153	991	98,627	139	894	98,473
Turbohélice	6	348	28,805	4	196	18,156	3	104	11,581	4	67	43,794	7	155	86,927
Turborreactor	3	322	27,270	3	368	24,877	5	398	28,448	9	889	76,841	12	1,166	106,984
REGULAR	22	1,236	105,077	20	1,130	92,035	20	1,075	89,003	23	1,448	164,936	26	1,698	235,044
Hélice	15	589	51,400	15	589	51,400	14	596	51,372	12	515	46,699	10	408	43,819
Turbohélice	4	325	26,407	2	173	15,758	1	81	9,183	2	44	41,396	5	132	84,529
Turborreactor	3	322	27,270	3	368	24,877	5	398	28,448	9	889	76,841	11	1,158	106,696
NO REGULAR	25	122	9,709	23	115	9,128	33	170	14,004	36	210	19,876	38	246	24,744
Hélice	25	122	9,709	23	115	9,128	33	170	14,004	36	210	19,876	38	246	24,744
Turbohélice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Turborreactor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESPECIAL	97	229	29,193	115	322	34,258	121	351	36,643	107	289	34,450	94	271	32,596
Hélice	95	206	26,795	113	299	31,860	119	328	34,245	105	266	32,052	91	240	29,910
Turbohélice	2	23	2,398	2	23	2,398	2	23	2,398	2	23	2,398	2	23	2,398
Turborreactor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	288

Fuente : DGTAé. Dirección de Circulación Aérea - Departamento de Material Aeronáutico

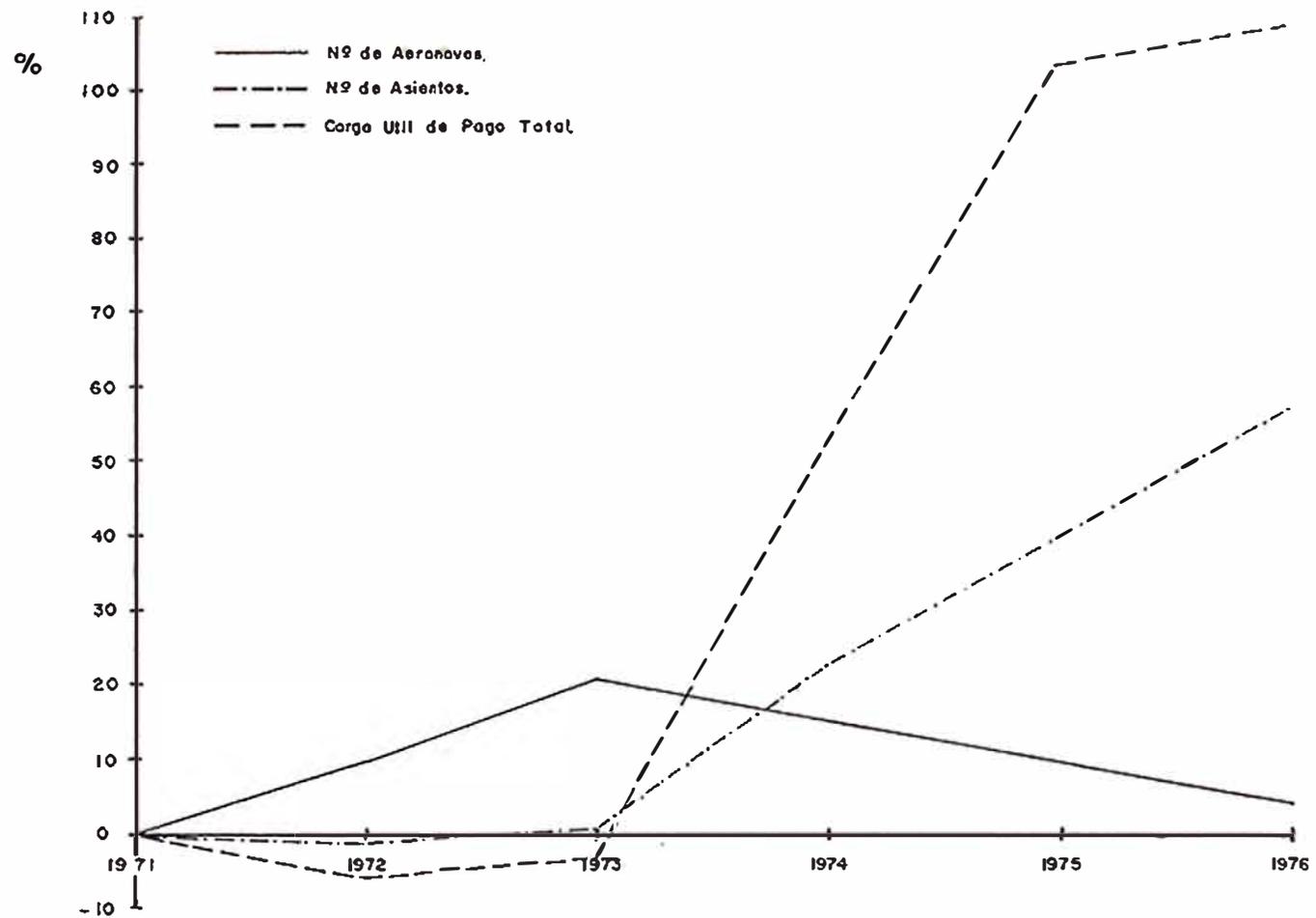
CUADRO No 5 (a)  
TERMINOLOGIA UTILIZADA  
EN EL TRANSPORTE AEREO

AERODROMO	Area definida de tierra o de agua, que incluye todas sus edificaciones o equipos, destinados total o parcialmente a la llegada, partida y movimiento de aeronaves.
AEROPUERTO	Aeródromo que cuenta con autoridades de migración, aduana, policía, sanidad y demás que se establezcan para cumplir los trámites de fiscalización de las actividades conexas con el transporte aéreo.
ASIENTOS-KMS OFRECIDOS	Es el resultado de multiplicar el número de los asientos disponibles en cada etapa de vuelo (de aeropuerto de origen a aeropuerto de destino), por la distancia de la etapa; deben excluirse del cálculo los asientos de los que no se haya podido disponer para el transporte de pasajeros.
AVION CRITICO	Se refiere al tipo de aeronave que un aeropuerto puede recibir, de acuerdo a la resistencia de su pista y la longitud de la misma.
CARGA UTIL DE PASA TOTAL	Es la capacidad máxima de carga (pasajeros, equipaje, carga y correo) que puede transportar una aeronave en vuelo.
ESTIRON	Aeródromo fluvial destinado al acuatizaje de aeronaves anfibias.
HORAS DE VUELO	Es el número de horas de vuelo efectuadas por aeronaves de empresas residentes en el país.
KILOMETROS DE VUELO	Es el total de Kms volados por aeronaves de empresas residentes en el país.
OPERACION AEREA	Es el procedimiento de aterrizaje o de despegue (despegue) de una aeronave. También se le denomina operación de vuelo.
PARQUE	Comprende al total de aeronaves civiles que prestan servicio aerocomercial y servicios especiales, considerándose datos sobre propiedades de la nave, tipo y características técnicas de las mismas.

CUACRU No 5 (b)  
TERMINOLOGIA UTILIZADA  
EN EL TRANSPORTE AEREO.

- PASAJEROS-KM TRANSPORTADOS Es la suma de los productos obtenidos al multiplicar el número de pasajeros transportados por la distancia de la etapa de vuelo (de aeropuerto de origen a aeropuerto de destino).
- PASAJEROS DE PAGO Se consideran pasajeros de pago a aquellos que paguen 25 % o más de la tarifa normal aplicable.
- SERVICIO DOMESTICO Es el servicio de transporte aéreo que se realiza dentro de la frontera del país.
- SERVICIOS ESPECIALES Comprende las actividades incluídas en los servicios : Privado, Instrucción, Turismo, Fumigación Agrícola, Propaganda Aérea y otros no incluídos en el servicio regular y no regular.
- SERVICIO INTERNACIONAL Es el transporte aéreo en que se atraviesa la frontera de más de un Estado.
- SERVICIO NO REGULAR Son los vuelos que no están sujetos a itinerario, frecuencia y horario establecidos.
- SERVICIO REGULAR Vuelos que están sujetos a un itinerario, frecuencia y horario establecidos.
- TONELADAS-KM TRANSPORTADAS Es igual a la suma de los productos obtenidos al multiplicar el número de toneladas de carga, transportadas en cada etapa de vuelo, por la distancia de la etapa.

Fuente : Dirección General de Transporte Aéreo - Ministerio de Transportes y Comunicaciones.



INCREMENTO PORCENTUAL DEL NUMERO DE AERONAVES,  
NUMERO DE ASIENTOS Y CARGA UTIL DE PAGA TOTAL

PERU : 1976  
 (Año Base 1971)

FIGURA Nº 1

70 % de los aeródromos existentes en el país controlados por CURPAC no tienen un pavimento apropiado para el servicio y aún entre los que sí lo tienen, en algunos casos se hace necesario una estabilización o una repavimentación de la pista; ya que muchos de éstos tienen bastante tiempo en servicio y no se les provee de un adecuado mantenimiento y/o conservación, salvo cuando ya se han formado baches y deterioros serios.

Podemos apreciar en el Cuadro No. 5 el Parque Aéreo por Número de Aeronaves (de Servicio Regular, No Regular y Especial), Asientos y Carga Util de Paga Total, según su medio de propulsión y el tipo de servicio que prestan, dentro del período comprendido entre los años de 1971 a 1975. La evolución que se ha podido observar está detallada en la Figura No. 1 en que se ilustra el Crecimiento Porcentual del Número de Aeronaves, Número de Asientos y Carga Util de Paga Total. Si bien en esta figura se aprecia un decrecimiento en el Parque de Aeronaves, vemos que esto no sucede con el Número de Asientos Ofrecidos y la Carga Util de Paga Total; esto tiene su explicación, en la puesta en servicio de aeronaves de mayor capacidad, tanto de carga como de pasajeros; que aún cuando su número es menor que en los períodos precedentes, hay una mayor Carga Util de Paga Total para absorber la creciente demanda, que han dado como consecuencia el incremento de las frecuencias de vuelo, reflejadas en el incremento del número de operaciones de vuelo (aterrizajes y despegues), lo cual se puede apreciar en el Cuadro No. 9. Todo esto es debido al constante crecimiento que experimenta este dinámico medio de transporte, originado en un cambio en los hábitos del público usuario; dadas las ventajas que éste les ofrece dentro de sus varias características.

1.3.1.1 Características del Transporte Aéreo. En relación al servicio que prestan, las características son :

a) La Capacidad de la Aeronave. Esta varía de acuerdo al tipo de aeronave, pero podemos establecer que fluctúa entre los 10 y los 500 pasajeros, esta última capacidad ha sido alcanzada con el surgimiento de los aviones a reacción; para lo cual es necesario conocer el alcance de la aeronave (radio que tiene la aeronave cargada para llegar de un origen a un destino). De acuerdo a esto, se han clasificado en clases de aviones a reacción de corto, mediano y largo alcance (estos últimos son aeronaves de mayor capacidad, ya que debido a los largos trayectos que cubren, la rentabilidad del vuelo se obtiene con una mayor carga útil de paga total).

b) La Distancia-Tiempo. Es la característica del transporte aéreo que relaciona directamente la velocidad y la regularidad de operación de la aeronave considerando la autonomía en tiempo y el alcance en distancia.

La velocidad de los aviones a pistón alcanza a los 400 KPH, ligeramente inferior a la de los aviones actuales de turbopropulsión (por medio de aire) y de gran diferencia con los motores a reacción que dan velocidades mayores a 850 KPH. Aquí cabe hacer una anotación, cual es la subdivisión de las aeronaves en tres tipos :

- SUBSONICAS : cuando la velocidad de la aeronave es menor que la velocidad del sonido..... No. MACH < 1
- SUPERSONICAS : cuando la velocidad de la aeronave es mayor que la velocidad del sonido y está entre los siguientes límites :

$$1 < \text{No. MACH} < 5$$

- HIPERSONICAS : cuando la velocidad de la aeronave es bastante mayor en comparación con la velocidad del sonido :

$$\text{No. MACH} > 5$$

Donde además se sabe que :

$$\text{No. MACH} = \frac{\text{Velocidad de la Aeronave}}{\text{Velocidad del Sonido}} = \frac{V_a}{V_s}$$

$$V_s(\text{aire}) = 1,224.54 \text{ KPH} \quad (t = 15^\circ \text{C})$$

c) La Seguridad. La seguridad dentro del transporte aéreo es tal, que determina que es el medio más eficiente. Según estadísticas se han obtenido los siguientes resultados :

+ El No. de accidentes mortales por cada 100 millones de pasajeros-Km es del orden de :

0.6 % en avión;

0.24 % en ferrocarril;

3.5 % en automóvil.

+ La seguridad en el transporte aéreo es de 5 a 6 veces mayor que en el transporte automovilístico, todo esto debido a que cada cierto No. de horas de vuelo la aeronave es revisada completamente y por lo general en cada vuelo es revisada en forma superficial.

d) La Comodidad. El transporte aéreo es igualado en este aspecto sólo por el transporte marítimo.

Existe una relación entre la capacidad, la comodidad y el precio (mayor en el transporte aéreo) :

$$\text{Comodidad} = f \left( \frac{\text{Precio}}{\text{Capacidad}} \right)$$

CUADRO Nº 6

MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS POR VIA AEREA SEGUN AEROPUERTOS CONTROLADOS POR CORPAC

PERU: 1971 - 1975

AEROPUERTOS	NUMERO DE PASAJEROS														
	1971			1972			1973			1974			1975		
	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS
<b>TOTAL</b>	2'065,146	1'037,230	1'027,916	2'319,361	1'168,617	1'150,744	2'902,557	1'465,363	1'437,194	3'355,178	1'690,991	1'664,187	3'707,413	1'847,438	1'859,975
Anta	499	263	236	10,977	5,790	5,187	11,658	5,944	5,714	14,727	7,755	6,972	13,006	6,762	6,244
Andahuaylas	3,042	1,664	1,378	4,385	2,348	2,037	4,105	2,150	1,955	5,168	2,752	2,416	6,001	3,216	2,785
Arequipa	77,735	38,211	39,524	90,384	44,856	45,528	112,725	54,990	57,735	128,688	64,446	64,242	158,521	80,199	78,322
Ayacucho	14,245	6,800	7,445	20,025	9,537	10,488	26,109	12,647	13,462	32,572	16,359	16,213	46,221	22,513	23,708
Bellavista	1,799	634	1,165	2,050	957	1,093	1,200	460	740	337	156	181	89	69	20
Cajamarca	6,314	3,192	3,122	8,070	3,958	4,112	14,659	7,174	7,485	16,133	8,251	7,882	5,776	3,221	2,555
Cuzco	117,259	58,135	59,124	155,705	77,004	78,701	213,644	106,795	106,849	248,841	125,790	123,051	267,423	133,766	133,657
Chachapoyas	4,929	2,261	2,668	4,885	2,271	2,614	5,770	2,665	3,105	4,062	2,133	1,929	674	328	346
Chiclayo	65,903	32,528	33,375	70,175	34,612	35,563	82,117	40,518	41,599	76,851	37,915	38,936	101,695	50,939	50,756
Chimbote	1,629	821	808	1,862	902	960	1,357	677	680	3,290	1,791	1,499	3,006	1,505	1,501
Huánuco	11,709	5,728	5,981	13,473	6,887	6,586	18,200	9,065	9,135	21,789	10,864	10,925	18,863	9,413	9,450
Iberia	-	-	-	-	-	-	1,481	752	729	2,019	1,049	970	4,265	2,374	1,891
Ilo	1,443	698	745	1,484	665	819	2,112	1,054	1,058	2,429	1,201	1,228	2,379	1,196	1,183
Iquitos	102,282	48,687	53,595	134,763	64,367	70,396	179,648	87,605	92,043	188,296	90,555	97,741	245,514	120,654	124,860
Jauja	468	198	270	318	166	152	722	377	345	90	35	55	495	252	243
Juanjuf	11,404	5,251	6,153	12,466	5,509	6,957	12,066	5,624	6,442	11,936	5,743	6,193	17,683	8,024	9,659
Juliaca	6,146	3,127	3,019	5,834	3,086	2,748	7,905	4,416	3,489	10,310	5,686	4,624	15,799	8,248	7,551
Jorge Chávez	1'339,716	678,844	660,872	1'434,392	730,714	703,678	1'752,564	893,979	858,585	2'087,426	1'059,642	1'027,784	2'175,426	1'088,637	1'086,789
Nacional	493,936	249,234	244,702	585,296	295,161	290,135	776,670	391,430	385,240	929,757	465,954	463,803	1'077,500	541,750	535,750
Internacional	845,780	429,610	416,170	849,096	435,553	113,543	975,894	502,549	473,345	1'157,669	593,688	563,981	1'097,926	546,887	551,039
Manú	-	-	-	-	-	-	255	129	126	5	2	3	19	12	7
Moquegua	171	86	85	254	166	88	395	258	137	101	56	45	636	317	319
Moyobamba	5,281	1,824	3,457	5,770	1,905	3,865	4,918	1,934	2,984	4,223	1,879	2,344	6,967	3,051	3,916
Pto.Maldonado	8,052	3,574	4,478	9,429	4,183	5,246	13,551	6,757	6,794	24,903	12,298	12,605	29,833	13,889	15,944
Picota	184	61	123	201	54	147	75	46	29	-	-	-	-	-	-
Pisco	12	12	-	30	22	8	-	-	-	43	5	38	66	6	60
Piura	44,179	22,101	22,078	51,488	26,041	25,447	61,571	30,625	30,946	71,703	35,580	36,123	87,704	43,631	44,073
Pucallpa	52,339	25,593	26,746	65,613	32,077	33,536	94,199	46,988	47,211	97,901	50,122	47,779	139,399	69,100	70,299
Quincemil	6,278	4,168	2,110	6,517	4,590	1,927	7,477	4,000	3,477	8,496	3,329	5,167	1,565	604	961
Rioja	5,446	2,435	3,011	5,814	2,868	2,946	9,980	5,330	4,650	10,816	5,148	5,668	7,013	3,121	3,892
R. de Mendoza	-	-	-	-	-	-	1,073	428	645	1,232	673	559	279	94	185
Satipo	-	-	-	1,666	852	814	10,061	4,869	5,192	3,910	1,718	2,192	2,113	1,134	979
Shiringayoc	-	-	-	-	-	-	160	81	79	154	116	38	1,094	581	513
Tacna	38,852	19,375	19,477	39,784	19,614	20,170	42,904	21,129	21,775	50,299	25,302	24,997	55,489	26,670	28,819
Talara	10,507	5,183	5,324	11,870	5,685	6,185	17,001	9,169	7,832	12,937	6,410	16,527	16,102	7,913	8,189
Tarapoto	43,611	23,582	20,029	54,467	29,372	25,095	63,745	32,594	31,151	71,723	35,404	36,319	109,741	53,776	55,965
Tingo María	20,461	10,406	10,055	21,685	10,977	10,708	31,088	15,384	15,704	25,207	12,313	12,894	29,780	14,687	15,093
Trujillo	54,196	27,518	26,678	60,747	30,244	30,503	69,972	35,411	34,561	82,999	41,072	41,927	94,768	47,135	47,633
Tumbes	-	-	-	-	-	-	7,130	3,557	3,573	11,236	5,814	5,422	9,085	4,456	4,629
Yurimaguas	8,873	4,180	4,693	12,778	6,338	6,440	18,899	9,748	9,151	22,165	11,528	10,637	27,666	13,312	14,354
Otros	182	90	92	-	-	-	61	34	27	161	99	62	5,258	2,633	2,625

Fuente : CORPAC "Memorias 1971 - 1974"

"Boletines Trimestrales 1975"

CUADRO Nº 7

MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA POR VIA AEREA SEGUN AEROPUERTOS CONTROLADOS POR CORPAC

PERU : 1971 - 1975

(T.M.)

AEROPUERTOS	CARGA TRANSPORTADA POR VIA AEREA														
	1971			1972			1973			1974			1975		
	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS
<b>TOTAL</b>	<b>46,038</b>	<b>25,955</b>	<b>20,083</b>	<b>66,537</b>	<b>38,036</b>	<b>28,501</b>	<b>69,891</b>	<b>40,587</b>	<b>29,304</b>	<b>80,983</b>	<b>46,762</b>	<b>34,221</b>	<b>76,560</b>	<b>43,072</b>	<b>33,488</b>
Anta	1	1	-	105	104	1	14	12	2	46	40	6	34	33	1
Andahuaylas	39	22	17	39	24	15	28	17	11	21	14	7	20	13	7
Arequipa	913	741	172	950	758	192	1,027	872	155	906	757	149	1,078	918	160
Ayacucho	148	121	27	239	202	37	109	81	28	199	129	70	223	183	40
Bellavista	288	53	235	68	44	24	73	30	43	131	1	130	98	10	88
Cajamarca	45	36	9	78	63	15	80	58	22	69	54	15	16	14	2
Cuzco	1,215	880	335	2,020	1,576	444	2,064	1,540	2,224	2,261	1,658	603	1,705	1,327	378
Chachapoyas	142	123	19	76	61	15	92	73	19	67	53	14	4	2	2
Chiclayo	2,704	971	1,733	2,429	806	1,623	2,711	995	1,716	2,380	1,213	1,167	2,148	1,028	1,120
Chimbote	-	-	-	-	-	-	63	7	56	-	-	-	-	-	-
Huánuco	154	129	25	218	195	23	126	103	123	103	94	9	76	71	5
Iberia	-	-	-	-	-	-	429	283	146	608	385	223	1,034	677	357
Ilo	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iquitos	6,023	3,914	2,109	11,470	8,828	2,642	11,209	9,584	1,625	13,649	11,143	2,506	17,374	12,563	4,811
Jauja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juanjuf	653	441	212	528	409	119	540	423	117	396	308	88	640	386	254
Juliaca	119	96	23	130	107	23	77	64	13	62	50	12	86	67	19
<b>Jorge Chávez</b>	<b>18,910</b>	<b>10,176</b>	<b>8,734</b>	<b>29,834</b>	<b>14,752</b>	<b>15,082</b>	<b>32,011</b>	<b>15,886</b>	<b>16,125</b>	<b>38,730</b>	<b>18,628</b>	<b>20,102</b>	<b>34,881</b>	<b>16,268</b>	<b>18,613</b>
Nacional	8,649	2,282	6,367	16,414	4,475	11,939	16,907	4,329	12,578	20,114	4,181	15,933	18,591	4,369	14,222
Internacional	10,261	7,894	2,367	13,420	10,277	3,143	15,104	11,557	3,547	18,616	14,447	4,169	16,290	11,899	4,391
Manu	-	-	-	-	-	-	58	53	5	3	2	1	1	1	-
Moquegua	4	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyobamba	750	588	162	716	632	84	631	480	151	468	389	79	469	409	60
Pto. Maldonado	443	249	194	804	490	314	1,031	553	478	2,004	1,200	804	1,281	601	680
Picota	92	27	65	10	8	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Pisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piura	315	236	79	379	326	53	352	292	60	369	307	62	426	355	71
Pucallpa	1,190	771	419	3,519	2,127	1,392	2,119	1,353	766	2,094	1,856	238	1,015	712	303
Quince Mil	1,422	673	749	1,363	579	784	1,321	593	728	801	272	529	850	350	500
Rioja	660	502	158	539	409	130	1,017	750	267	523	375	148	380	257	123
R. de Mendoza	-	-	-	-	-	-	15	6	9	21	13	8	29	24	5
Satipo	-	-	-	15	2	13	272	2	270	450	-	450	376	49	327
Shiringayoc	-	-	-	-	-	-	42	9	33	43	18	25	153	65	88
Tacna	427	357	70	426	354	72	422	384	38	525	414	111	686	593	93
Talara	199	155	44	347	164	183	234	176	58	260	192	68	291	177	114
Tarapoto	5,102	2,586	2,516	6,185	3,307	2,878	7,390	3,981	3,409	8,693	4,176	4,517	7,011	3,617	3,394
Tingo María	265	175	90	373	207	166	355	183	172	250	146	104	234	106	128
Trujillo	3,467	1,632	1,835	3,022	965	2,057	2,908	1,058	1,850	3,405	1,718	1,687	3,090	1,586	1,504
Tumbes	-	-	-	-	-	-	50	25	25	87	39	48	53	31	22
Yurimaguas	331	286	45	649	536	113	971	648	323	1,305	1,088	217	534	464	70
Otros	17	12	5	-	-	-	49	12	37	50	27	23	264	115	149

CUADRO Nº 8

MOVIMIENTO GENERAL DE CORREO POR VIA AEREA SEGUN AEROPUERTOS CONTROLADOS POR CORPAC

PERU : 1971 - 1975

(T.M.)

AEROPUERTOS	CORREO TRANSPORTADO POR VIA AEREA												1975		
	1971			1972			1973			1974			ENTRADA	SALIDA	
	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA
TOTAL	798.0	397.0	401.0	894.0	481.0	413.0	1,001.7	534.9	466.8	1,222.5	569.0	653.5	1,228.6	662.1	566.5
Anta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Andahuaylas	2.0	-	2.0	1.0	1.0	-	-	-	-	0.2	-	0.2	0.3	0.2	0.1
Arequipa	51.0	28.0	23.0	53.0	36.0	17.0	49.5	31.4	18.1	39.1	14.5	24.6	26.2	17.1	9.1
Ayacucho	7.0	5.0	2.0	7.0	5.0	2.0	3.2	2.3	0.9	7.0	2.0	5.0	5.0	3.4	1.6
Bellavista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cajamarca	8.0	5.0	3.0	7.0	5.0	2.0	6.2	4.0	2.2	5.2	1.5	3.7	1.3	1.0	0.3
Cuzco	63.0	39.0	24.0	58.0	34.0	24.0	41.6	24.7	16.9	35.6	14.6	21.0	24.5	15.4	9.1
Chachapoyas	4.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	4.0	2.6	1.4	3.9	0.8	3.1	-	-	-
Chiclayo	12.0	11.0	1.0	27.0	24.0	3.0	31.0	22.0	9.0	46.2	24.9	21.3	22.4	16.0	6.4
Chimbote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Huánuco	6.0	4.0	2.0	5.0	3.0	2.0	5.0	3.2	1.8	4.7	1.6	3.1	2.5	1.5	1.0
Iberia	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-	0.2	-	0.2	0.3	0.3	-
Ilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Iquitos	17.0	10.0	7.0	28.0	20.0	8.0	23.6	16.7	6.9	18.6	4.2	14.4	18.6	15.1	3.5
Jauja	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juanjuí	2.0	-	2.0	3.0	1.0	2.0	3.3	1.8	1.5	2.8	1.2	1.6	2.8	1.7	1.1
Juliaca	12.0	10.0	2.0	4.0	3.0	1.0	-	-	-	3.1	0.2	2.9	8.7	3.5	0.2
Jorge Chávez	483.0	196.0	287.0	572.0	264.0	308.0	715.7	348.2	367.5	923.0	461.7	461.3	1,021.9	526.0	495.9
Nacional	228.0	62.0	166.0	259.7	75.0	184.0	223.6	67.9	155.7	219.9	152.3	67.6	171.0	52.7	118.3
Internacional	255.0	134.0	121.0	313.0	189.0	124.0	492.1	280.3	211.8	703.1	309.4	393.7	850.9	473.3	377.6
Manú	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moquegua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyobamba	8.0	3.0	5.0	6.0	1.0	5.0	5.3	1.9	3.4	8.2	2.5	5.7	4.7	2.9	1.8
Puerto Maldonado	5.0	4.0	1.0	3.0	3.0	-	4.0	4.0	-	3.9	-	3.9	4.3	2.3	2.0
Picota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piura	25.0	17.0	8.0	29.0	17.0	12.0	25.5	14.8	10.7	23.5	9.1	14.4	20.0	13.2	6.8
Pucallpa	4.0	3.0	1.0	9.0	6.0	3.0	8.0	4.8	3.2	11.2	4.2	7.0	9.5	4.6	4.9
Quince Mil	11.0	6.0	5.0	2.0	2.0	-	3.8	2.5	1.3	5.2	2.8	2.4	-	-	-
Rioja	4.0	-	4.0	6.0	1.0	5.0	6.0	1.6	4.4	5.0	2.6	2.4	2.3	0.6	1.7
R. de Mendoza	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	0.2	1.2	0.2	1.0	-	-	-
Satipo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Shiringayoc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tacna	22.0	12.0	10.0	23.0	14.0	9.0	18.8	12.0	6.8	19.3	6.7	12.6	15.1	9.0	6.1
Talara	9.0	7.0	2.0	7.0	4.0	3.0	7.1	4.4	2.7	6.4	2.5	3.9	4.7	2.5	2.2
Tarapoto	17.0	17.0	-	20.0	19.0	1.0	16.3	14.5	1.8	18.9	3.4	15.5	14.8	9.1	5.7
Tingo María	4.0	3.0	1.0	4.0	3.0	1.0	3.9	2.3	1.6	3.7	1.0	2.7	2.7	1.3	1.4
Trujillo	22.0	15.0	7.0	18.0	14.0	4.0	14.9	12.3	2.6	18.1	4.1	14.0	16.2	11.7	4.5
Tumbes	-	-	-	-	-	-	2.7	1.1	1.6	4.2	2.4	1.8	2.0	0.9	1.1
Yurimaguas	-	-	-	-	-	-	1.7	1.4	0.3	4.1	0.3	3.8	2.8	2.8	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CUADRO Nº 9

MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES DE VUELO SEGUN AEROPUERTOS CONTROLADOS POR CORPAC

PERU: 1971 - 1975

AEROPUERTOS	NUMERO DE OPERACIONES DE VUELO														
	1971			1972			1973			1974			1975		
	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS	TOTAL	ENTRADAS	SALIDAS
<b>TOTAL</b>	<b>96,296</b>	<b>48,109</b>	<b>48,187</b>	<b>103,510</b>	<b>51,674</b>	<b>51,836</b>	<b>112,300</b>	<b>56,142</b>	<b>56,158</b>	<b>119,485</b>	<b>59,600</b>	<b>59,885</b>	<b>132,214</b>	<b>66,129</b>	<b>66,085</b>
Anta	30	15	15	382	191	191	351	174	177	438	221	217	493	248	245
Andahuaylas	134	67	67	224	112	112	201	100	101	188	94	94	216	108	108
Arequipa	4,618	2,314	2,304	4,503	2,253	2,250	5,180	2,595	2,585	5,675	2,855	2,820	7,212	3,616	3,596
Ayacucho	720	360	360	791	395	396	978	494	484	991	494	497	1,219	611	608
Bellavista	772	387	385	515	257	258	366	183	183	150	75	75	128	64	64
Cajamarca	375	185	190	362	182	180	525	262	263	562	281	281	252	126	126
Cuzco	2,397	1,198	1,199	2,822	1,410	1,412	3,925	1,965	1,960	5,268	2,647	2,621	5,724	2,870	2,854
Chachapoyas	388	194	194	336	169	167	393	197	196	246	122	124	64	32	32
Chiclayo	7,706	3,878	3,828	7,460	3,743	3,717	7,570	3,795	3,775	7,068	3,529	3,539	6,899	3,453	3,446
Chimbote	508	255	253	602	301	301	444	220	224	624	314	310	1,370	687	683
Huánuco	873	437	436	985	494	491	807	404	403	565	282	283	396	198	198
Iberia	-	-	-	-	-	-	354	177	177	480	240	240	847	423	424
Ilo	1,557	778	779	1,234	616	618	1,238	623	615	1,078	534	544	1,095	547	548
Iquitos	3,458	1,728	1,730	4,639	2,319	2,320	5,878	2,944	2,934	5,420	2,713	2,707	6,376	3,187	3,189
Jauja	58	29	29	70	35	35	76	38	38	60	30	30	108	54	54
Juanjuf	1,318	659	659	1,220	611	609	866	433	433	1,090	545	545	1,741	871	870
Juliaca	305	152	153	230	115	115	221	110	111	262	130	132	490	244	246
<b>Jorge Chávez</b>	<b>29,198</b>	<b>14,536</b>	<b>14,662</b>	<b>30,887</b>	<b>15,325</b>	<b>15,562</b>	<b>36,231</b>	<b>18,060</b>	<b>18,171</b>	<b>41,635</b>	<b>20,640</b>	<b>20,995</b>	<b>42,911</b>	<b>21,390</b>	<b>21,521</b>
Nacional	16,318	8,095	8,223	18,788	9,269	9,519	22,954	11,419	11,535	26,176	12,908	13,268	25,765	12,837	12,928
Internacional	12,880	6,441	6,439	12,099	6,056	6,043	13,277	6,641	6,636	15,459	7,732	7,727	17,146	8,553	8,593
Manú	-	-	-	-	-	-	72	36	36	4	2	2	6	3	3
Moquegua	52	26	26	118	59	59	86	43	43	80	40	40	322	162	160
Moyobamba	1,209	605	604	1,188	594	594	1,084	542	542	661	331	330	748	374	374
Pto. Maldonado	1,004	501	503	2,023	1,012	1,011	1,692	843	849	3,230	1,619	1,611	2,510	1,253	1,257
Picota	167	79	88	110	55	55	34	17	17	-	-	-	-	-	-
Pisco	3,122	1,554	1,568	3,436	1,722	1,714	3,806	1,897	1,909	2,326	1,164	1,162	1,965	992	973
Piura	8,315	4,160	4,155	7,624	3,801	3,823	6,215	3,108	3,107	7,297	3,648	3,649	8,551	4,282	4,269
Pucallpa	3,719	1,866	1,853	4,499	2,262	2,237	4,355	2,198	2,157	5,424	2,726	2,698	7,476	3,772	3,704
Quince Mil	1,306	652	654	1,537	770	767	1,386	694	692	1,217	609	608	572	288	284
Rioja	1,325	662	663	1,316	658	658	1,541	770	771	1,028	513	515	649	325	324
R. de Mendoza	-	-	-	-	-	-	66	33	33	66	33	33	34	17	17
Satipo	-	-	-	472	234	238	2,952	1,476	1,476	2,703	1,348	1,355	1,855	931	924
Shiringayoc	-	-	-	-	-	-	78	39	39	78	39	39	258	129	129
Tacna	2,194	1,098	1,096	1,654	830	824	2,035	1,017	1,018	2,155	1,077	1,078	1,948	973	975
Talara	2,379	1,192	1,187	4,107	2,056	2,051	4,143	2,070	2,073	3,184	1,588	1,596	4,320	2,161	2,159
Tarapoto	8,247	4,127	4,120	8,673	4,340	4,333	7,050	3,521	3,529	7,874	3,938	3,936	12,025	6,010	6,015
Tingo María	1,444	721	723	1,643	823	820	1,492	746	746	1,260	630	630	1,325	662	663
Trujillo	5,705	2,847	2,858	5,483	2,748	2,735	5,290	2,656	2,634	5,609	2,804	2,805	4,935	2,481	2,454
Tumbes	-	-	-	-	-	-	406	203	203	720	358	362	747	375	372
Yurimaguas	1,645	823	822	2,365	1,182	1,183	2,847	1,426	1,421	2,661	1,333	1,328	2,177	1,089	1,088
Otros	48	24	24	-	-	-	66	33	33	108	54	54	2,250	1,121	1,129

e) El Precio. Es relativamente caro el transporte aéreo y es un factor que limita su desarrollo.

Se estima que el precio por pasajero-Km es de unos US\$ 0.08 (en promedio) para el periodo comprendido entre 1975-1980.

En algunos países este precio varía de acuerdo a la clasificación de los asientos. En los países latinoamericanos, en lo que se refiere a transporte doméstico, no hay esta diferencia de precio; ésto sólo se da en las líneas aéreas internacionales.

1.3.2 Volumen de Tráfico. Es indudable que el transporte aéreo, sigue una franca tendencia de crecimiento. Esto lo podemos apreciar en los cuadros 6, 7, 8 y 9; en los que se indica la variación del Movimiento General de Pasajeros, de Carga, de Correo y de Operaciones de Vuelo respectivamente, en el período comprendido entre 1971 y 1975. Igualmente en los cuadros 10, 11 y 12 se aprecia el Movimiento General de Pasajeros, Carga, Correo y Operaciones de Vuelo correspondientes a los años de 1976, 1977 y 1978 respectivamente.

Todo este tráfico antes mencionado se realiza a través de los aeropuertos y aeródromos controlados por CORPAC, las cuales se detallan en la figura No. 2; que son los que canalizan en sus instalaciones tanto el servicio doméstico como el internacional.

Para los aspectos relativos a este trabajo, a nosotros nos interesa la evolución de este tráfico aéreo en lo referente al servicio doméstico. Es por este motivo que me he permitido hacer una proyección en el desarrollo futuro del tráfico de pasajeros, carga-correo y operaciones de vuelo; teniendo en cuenta el crecimiento observado en los periodos precedentes a partir de 1971 y por un período de 8 años. Esto se puede visualizar



FIGURA Nº 2

## CUADRO Nº 10

## MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS, CARGA, CORREO Y OPERACIONES DE VUELO SEGUN AEROPUERTOS

## CONTROLADOS POR CORPAC

PERU : 1976

TRAFICO	NUMERO DE PASAJEROS			CARGA (T.M.)			CORREO (T.M.)			OPERACIONES DE VUELO		
	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA	TOTAL	ENTRADA	SALIDA
<b>TOTAL</b>	<b>3'983,834</b>	<b>1'995,870</b>	<b>1'987,964</b>	<b>62,939</b>	<b>33,791</b>	<b>29,048</b>	<b>1,210</b>	<b>619</b>	<b>591</b>	<b>135,797</b>	<b>67,920</b>	<b>67,877</b>
Anta	11,637	6,016	5,621	149	74	75	-	-	-	418	211	207
Andahuaylas	4,512	2,290	2,222	15	10	5	1	-	1	301	150	151
Arequipa	163,513	83,700	79,813	990	783	207	43	28	15	6,262	3,139	3,123
Ayacucho	56,234	27,106	29,128	269	179	90	11	8	3	1,674	839	835
Bellavista	127	120	7	139	75	64	-	-	-	126	63	63
Cajamarca	12,782	6,736	6,046	21	16	5	4	3	1	1,235	621	614
Cuzco	276,154	137,798	138,356	1,542	1,133	409	5	2	3	4,702	2,352	2,350
Chachapoyas	813	394	419	-	-	-	-	-	-	35	17	18
Chiclayo	103,694	50,320	53,374	1,936	793	1,143	8	8	-	6,772	3,405	3,367
Chimbote	9,062	4,158	4,904	45	22	23	-	-	-	1,729	864	865
Huánuco	24,391	12,126	12,265	92	80	12	6	4	2	532	266	266
Iberia	2,292	1,210	1,082	615	418	197	-	-	-	696	348	348
Ilo	3,276	1,579	1,697	-	-	-	-	-	-	1,200	599	601
Iquitos	225,348	109,740	115,608	13,889	8,445	5,444	8	4	4	6,804	3,413	3,391
Jauja	1,583	696	887	-	-	-	-	-	-	563	283	280
Juanjuf	23,623	10,869	12,754	741	406	335	-	-	-	2,423	1,213	1,210
Juliaca	15,556	8,128	7,428	85	61	24	-	-	-	446	223	223
Jorge Chávez	2'423,663	1'230,032	1'193,631	27,084	13,419	13,665	1,080	543	537	44,265	22,084	22,181
Nacional	1'134,464	578,657	555,807	11,977	3,203	8,774	259	77	182	26,739	13,325	13,414
Internacional	1'289,199	651,375	637,824	15,107	10,216	4,891	821	466	355	17,526	8,759	8,767
Manú	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1
Moquegua	53	26	27	-	-	-	-	-	-	276	138	138
Moyobamba	8,392	3,803	4,589	386	294	92	3	1	2	777	389	388
Puerto Maldonado	25,183	11,879	13,304	889	389	500	6	3	3	1,517	758	759
Picota	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,207	1,106	1,101
Piura	61,867	33,276	28,591	308	254	54	3	1	2	8,389	4,203	4,186
Pucallpa	121,578	54,528	67,050	902	490	412	-	-	-	5,994	3,003	2,991
Quince Mil	1,375	498	877	663	302	361	-	-	-	437	219	218
Rioja	10,666	4,741	5,925	853	564	289	2	1	1	1,038	519	519
Rodríguez de Mendoza	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Satipo	2,950	1,290	1,660	424	69	355	-	-	-	1,922	958	964
Shiringayoc	192	105	87	62	23	39	-	-	-	174	87	87
Tacna	56,340	28,727	27,613	688	549	139	13	7	6	1,665	831	834
Talara	19,292	9,515	9,777	261	134	127	3	-	-	3,513	1,758	1,755
Tarapoto	125,738	60,209	65,529	6,079	2,946	3,133	1	-	1	14,121	7,057	7,064
Tingo María	38,482	18,527	19,955	278	108	170	4	2	2	1,718	860	858
Trujillo	99,112	48,942	50,170	2,104	1,010	1,094	1	1	-	4,864	2,441	2,423
Tumbes	9,671	4,897	4,774	247	104	143	8	3	5	914	462	452
Yurimaguas	33,012	16,458	16,554	580	350	230	-	-	-	2,207	1,104	1,103
Otros	11,671	5,431	6,240	503	291	212	-	-	-	3,879	1,936	1,943

**CUADRO Nº II**

MOVIMIENTO GENERAL DEL TRAFICO AEREO EN LOS AEROPUERTOS Y AERODROMOS CONTROLADOS POR CORPAC

CLASE I

ACUMULADO ENERO A DICIEMBRE 1977

CLASE III

AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREO - KILOS		AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREO - KILOS	
	E	S	E	S	E	S	E	S		E	S	E	S	E	S	E	S
AERQUIPA	3,564	3,577	79,026	78,986	936,379	256,530	28,427	13,375	ALBERTA	33	33	179	29	23,114	13,013	--	--
AYAJUCHO	912	916	29,531	31,393	250,861	63,679	4,722	2,501	BELLAVISTA	253	253	339	50	137,645	172,765	--	--
CUZCO	2,950	2,952	174,330	169,328	1'658,100	494,219	21,934	14,108	C. COCHA	--	--	--	--	--	--	--	--
CHICLAYO	3,178	3,198	39,593	39,537	724,418	734,495	14,031	1,253	CANANA	--	--	--	--	--	--	--	--
ICUITOS	2,922	2,940	106,367	114,323	10'129,711	6'200,526	8,860	5,317	CIRO ALEGRIA	--	--	--	--	--	--	--	--
LIMA	14,254	14,199	548,498	544,066	4'606,999	12'465,152	56,789	124,713	CHACHAPOYAS	113	113	816	1,162	118,250	--	--	
PISCO	1,847	1,850	--	--	--	--	--	--	GALILEA	--	--	--	--	--	--	--	--
PIURA	3,633	3,639	35,106	34,753	372,776	81,328	9,966	5,467	ISBRIA	374	374	2,081	1,581	739,273	359,245	324	7
PUCALLPA	2,579	2,587	52,561	53,067	658,017	534,941	5,042	1,856	INTUPTO	--	--	--	--	--	--	--	--
TACNA	848	846	25,510	25,742	717,126	134,146	4,262	5,275	INAPARI	--	--	--	--	--	--	--	--
TALARA	1,208	1,198	8,328	8,493	160,512	87,545	3,151	1,372	MOLLENO	74	74	17	17	--	--	--	--
TARAPTO	7,632	7,630	56,487	63,792	5'773,004	6'536,911	8,580	3,329	MOQUEGUA	50	50	93	93	--	--	--	--
TRUJILLO	2,852	2,858	44,983	46,440	3'988,947	3'137,699	3,184	981	PACASMAYO	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL NACIONAL	48,385	48,400	1'201,120	1'210,910	29'976,850	20'728,271	168,948	179,547	P. HERMOZA	--	--	--	--	--	--	--	--
ICUITOS INT.	332	326	3,526	3,588	2'459,843	479,957	--	--	PATRIA	--	--	--	--	--	--	--	--
LIMA INT.	7,648	7,631	522,136	512,457	10'664,859	6'099,365	552,420	329,289	PICOTA	--	--	--	--	--	--	--	--
TALARA INT.	256	262	--	--	3,725	33	--	--	PUCACACA	--	--	--	--	--	--	--	--
TOTAL INT.	8,236	8,219	525,662	516,045	13'128,428	6'579,355	552,420	329,289	P. BERRUZZI	1,191	1,188	3,249	3,192	213,937	151,442	--	--
TOTALES	56,621	56,619	1'726,782	1'726,955	43'105,279	37'307,626	721,368	508,836	PTO. INCA	608	604	1,295	1,492	4,527	5,725	--	--
CLASE II																	
AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREO - KILOS		AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREO - KILOS	
	E	S	E	S	E	S	E	S		E	S	E	S	E	S	E	S
ANDAHUAYLAS	148	147	2,587	2,379	17,530	5,228	228	46	P. MALDONADO	843	839	14,845	16,736	1'048,203	1'360,608	2,956	2,618
ANTA	184	187	4,275	3,200	12,439	2,432	--	47	PTO. VICTORIA	--	--	--	--	--	--	--	--
CAJAMARCA	364	370	6,834	5,643	25,455	4,706	2,908	849	QUINCEMIL	262	263	611	886	310,812	428,738	1	--
CHINGOTE	841	840	3,949	4,544	7,815	8,083	841	5	S. J. APOSENTO	26	26	68	30	10,949	14,703	--	--
HUANUCO	321	321	14,887	15,478	100,104	5,652	2,822	1,247	S. J. DE SISA	--	--	--	--	--	--	--	--
ILO	571	571	1,761	1,939	--	--	--	--	SAN RAMON	--	--	--	--	--	--	--	--
JANUJA	231	233	665	454	8	790	--	--	SANTIA MARIA	74	74	144	94	23,424	75,455	--	--
JUANUI	1,338	1,340	11,073	12,769	394,710	418,942	2,634	340	SAPOSQA	50	50	--	--	--	--	--	--
JULIACA	275	275	11,033	9,330	64,728	40,517	3,652	854	SATIPO	1,603	1,600	1,650	2,543	115,675	570,060	--	--
MOYOBAMBA	382	384	3,036	3,074	221,292	42,975	691	712	SHIBINGAYOC	87	87	350	164	50,679	66,199	--	--
RIOJA	645	645	8,374	9,283	442,308	155,427	2,366	709	TOCACHE	--	--	--	--	--	--	--	--
TENGO MARIA	970	973	21,009	21,699	133,859	127,788	1,670	1,623	UCHIZA	--	--	--	--	--	--	--	--
TUMES	421	429	7,793	7,802	106,858	83,897	1,715	4,677	YAUCA	--	--	--	--	--	--	--	--
YURIMAGUAS	1,224	1,224	16,082	16,684	983,037	994,880	2,158	683	TOTALES	5,641	5,628	25,737	28,069	2'787,688	3'217,953	3,281	2,625
TOTALES	7,915	7,939	113,359	114,278	2'510,143	1'896,317	21,735	11,792	TOTAL GENERAL	70,177	70,186	1'865,878	1'869,302	48'403,109	42'421,595	746,384	523,253

**CUADRO Nº 12**

**MOVIMIENTO GENERAL EN LOS AEROPUERTOS Y AERODROMOS CONTROLADOS POR LA CORPAC  
ACUMULADO ENERO A DICIEMBRE 1978**

AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREG-KILOS		AEROPUERTOS	OPERACIONES		PASAJEROS		CARGA - KILOS		CORREG-KILOS	
	E	S	E	S	E	S	E	S		E	S	E	S	E	S	E	S
1.-ANDAHUAYLAS	61	61	1,151	1,019	8,711	3,158	672	388	36.-PTO. BERMUDEZ	1,314	1,314	4,800	4,792	333,018	242,663	--	--
2.-ANTA	91	91	1,641	1,056	9,785	1,731	--	--	37.-PTO. EICA	514	514	1,185	1,296	3,531	5,634	--	--
3.-AREQUIPA	3,136	3,134	90,689	92,296	959,050	401,182	33,186	18,402	38.-PTO.MALDONADO	891	891	19,711	21,246	1'354,951	1'331,132	1,914	2,101
4.-AYACUCHO	790	788	27,402	30,305	188,458	91,723	5,777	2,992	39.-PTO.VICTORIA	--	--	--	--	--	--	--	--
5.-BELLAVISTA	314	314	640	104	107,500	257,333	--	--	40.-QUINCENIL	99	99	285	401	181,521	220,972	--	--
6.-CAJALLO COCHA	--	--	--	--	--	--	--	--	41.-REQUENA	--	--	--	--	--	--	--	--
7.-CAJAMARCA	128	128	3,500	2,648	20,776	3,956	2,884	717	42.-RICOJA	359	357	5,743	5,773	83,342	32,953	3,342	1,362
8.-CANANA	--	--	--	--	--	--	--	--	43.-S.J.DE SISA	--	--	--	--	--	--	--	--
9.-CERO A'EGRIA	--	--	--	--	--	--	--	--	44.-SAN RAMON	--	--	--	--	--	--	--	--
10.-CHUCCO	3,367	3,364	182,165	175,538	1'671,882	592,130	22,282	17,980	45.-SAPOSCA	6	6	--	--	--	--	--	--
11.-CHAUABAYNAS	22	22	453	430	--	6	--	--	46.-SATIPO	1,428	1,426	2,689	2,454	85,158	610,715	--	--
2.-CHICLAYO	2,250	2,248	54,796	53,464	246,806	183,722	8,835	1,395	47.-TACNA	676	674	27,751	29,589	611,024	136,309	4,714	6,020
5.-CHIMBOTE	822	823	2,531	2,597	13,485	3,715	105	--	48.-TALARA	1,291	1,298	10,142	9,645	288,659	168,515	2,148	1,775
4.-GALILEA	--	--	--	--	--	--	--	--	49.-TARAPOTO	7,137	7,142	54,563	67,055	3'500,557	3'430,943	8,640	3,362
5.-HUANUCO	329	329	15,745	16,142	56,265	13,425	3,845	1,111	50.-TINGO MARIA	940	939	26,018	27,701	208,196	67,259	1,751	1,339
6.-IBERIA	248	248	2,005	1,443	667,026	520,838	312	--	51.-TOCAYCHE	--	--	--	--	--	--	--	--
7.-ILO	529	528	1,874	1,945	3,000	--	--	--	52.-TRUJILLO	1,980	1,981	35,145	37,429	764,965	977,866	1,169	1,956
3.-INUITO	--	--	--	--	--	--	--	--	53.-TUMBES	540	538	12,810	13,456	126,356	119,728	1,797	3,029
9.-INAPARI	6	6	17	13	3,309	3,900	--	--	54.-UCHIZA	--	--	--	--	--	--	--	--
3.-IQUITOS	2,792	2,794	105,266	114,171	13'140,231	10'182,026	5,532	6,542	55.-YAUCA	--	--	--	--	--	--	--	--
1.-LAJUNJA	148	148	1,136	924	--	--	--	--	56.-YURIMAGUAS	1,214	1,213	14,018	14,275	526,780	341,130	2,495	455
3.-JANUVI	1,254	1,225	10,400	10,457	226,866	106,089	2,664	2,167	<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>55,636</b>	<b>55,637</b>	<b>1'324,453</b>	<b>1'342,127</b>	<b>30'729,119</b>	<b>31'292,846</b>	<b>198,676</b>	<b>198,200</b>
3.-JULIACA	218	218	11,151	9,667	14,004	109,335	32	1,694	IQUITOS INTERNAC.	325	329	4,787	3,559	2'369,370	856,589	--	--
1.-LIMA	13,007	13,040	530,703	528,309	3'932,429	10'082,795	70,758	116,643	LIMA INTERNO.	7,670	7,670	513,101	521,072	9'583,803	8'437,656	584,294	356,810
1.-MOLLEDO	92	92	--	--	--	--	--	--	TALARA INTERNAC.	290	218	--	--	74,364	398,708	--	--
1.-MOROGUENA	--	--	--	--	--	--	--	--	<b>TOTAL INTERNAC.</b>	<b>8,225</b>	<b>8,217</b>	<b>517,888</b>	<b>524,631</b>	<b>12'027,537</b>	<b>9'692,953</b>	<b>584,294</b>	<b>356,810</b>
1.-MOTOCAMSA	178	178	812	1,054	30,172	9,353	170	376	<b>TOTALS</b>	<b>63,911</b>	<b>63,904</b>	<b>1'842,341</b>	<b>1'866,753</b>	<b>42'756,656</b>	<b>40'985,799</b>	<b>782,970</b>	<b>555,010</b>
1.-PACASAYAN	--	--	--	--	--	--	--	--	ALENTA X	42	42	165	50	44,247	44,511	--	--
1.-PIAZA VEINOCOA	--	--	--	--	--	--	--	--	S.J.APOSENTO X	12	12	184	8	35,601	9,647	--	--
1.-PUNTA	--	--	--	--	--	--	--	--	SANTA MARIA X	31	31	108	45	35,946	41,741	--	--
1.-PISCO	1,925	1,906	--	--	--	--	--	--	SHYRINGAYOC X	52	52	254	187	63,926	73,935	--	476
1.-PUNTA	3,074	3,073	29,269	29,370	292,472	66,450	8,098	4,710	<b>TOTALES</b>	<b>137</b>	<b>137</b>	<b>711</b>	<b>250</b>	<b>179,720</b>	<b>169,834</b>	<b>--</b>	<b>476</b>
1.-PUCALPA	2,540	2,537	54,651	56,021	1'028,783	974,120	5,194	1,684	<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>64,048</b>	<b>64,041</b>	<b>1'843,052</b>	<b>1'867,048</b>	<b>42'936,376</b>	<b>41'155,633</b>	<b>782,970</b>	<b>555,486</b>
1.-PUNCAVACA	--	--	--	--	--	--	--	--									

X NOTA.- Son Aeródromos controlados por Entidades Particulares.

claramente en la figura No. 3, en que se ilustra el crecimiento del tráfico de pasajeros para el servicio doméstico y vemos que el índice de crecimiento alcanza al 11.4 % y que para 1985 se prevee alcanzar un volumen estimado de pasajeros transportados del orden de 4'600,000. Igualmente en la figura No. 4 aparece el crecimiento del tráfico de carga-correo del servicio doméstico y notamos que el índice de crecimiento es del 5.5 % previéndose transportar para 1985 un volumen estimado de 87,500 toneladas; aquí podemos ver que hay una fuerte caída en el movimiento general de carga-correo en el año de 1976 y otra caída un poco menos pronunciada en 1978. Las dos tienen su fundamento; la primera debida a las alzas en el precio de los fletes ocasionada por la crisis del petróleo a nivel mundial y la segunda consecuencia de la crisis existente en el país debida a la mala situación financiera del país motivada por diversas causas; A pesar de que en marzo de 1977, hubo una fuerte alza en las tarifas de fletes y pasajes, este fenómeno recién se ha hecho sentir a fines de 1977 y comienzos de 1978 en que los mayores costos del transporte incurridos por las empresas generó una desoapitalización originando una falta de liquidez que alcanzó niveles alarmantes el año pasado. Todo esto redundó a la larga en una disminución de las frecuencias de vuelo (por la recesión que se produjo), lo cual se puede apreciar en la figura No. 5 en que se ilustra el crecimiento del tráfico de operaciones aéreas del servicio doméstico que se espera alcance las 160,000 operaciones para 1985.

En cuanto al tipo de aeronaves utilizado para efectuar todo este movimiento de tráfico, cabe anotar que en el año 1978, este transporte se realizó en :

- Aeronaves a Hélice : con aviones DC-3, DC-4, DC-6, Fokker F27 y

MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS - SERVICIO DOMESTICO

PROYECCION EN EL DESARROLLO FUTURO

AÑO	Y	X	$Y' = \frac{\sum Y}{N} + \frac{\sum XY}{\sum X^2} \cdot X$
1971	1'219,366	-7	1'394,479
1972	1'470,265	-5	1'620,306
1973	1'926,663	-3	1'846,132
1974	2'197,509	-1	2'071,959
1975	2'609,487	1	2'297,786
1976	2'694,635	3	2'523,612
1977	2'693,473	5	2'749,439
1978	2'667,581	7	2'975,266

N = 8  
 $Y'_1 = 1'394,479$   
 $Y'_n = 2'975,266$

$$Y' = 2'184,872.38 + 112,913.33 X$$

$$\text{Aumento Anual} = \left[ \sqrt[N-1]{\frac{Y'_n}{Y'_1}} - 1 \right] \times 100 = 11.4 \%$$

DIAGRAMA DEL MOVIMIENTO GENERAL DE PASAJEROS

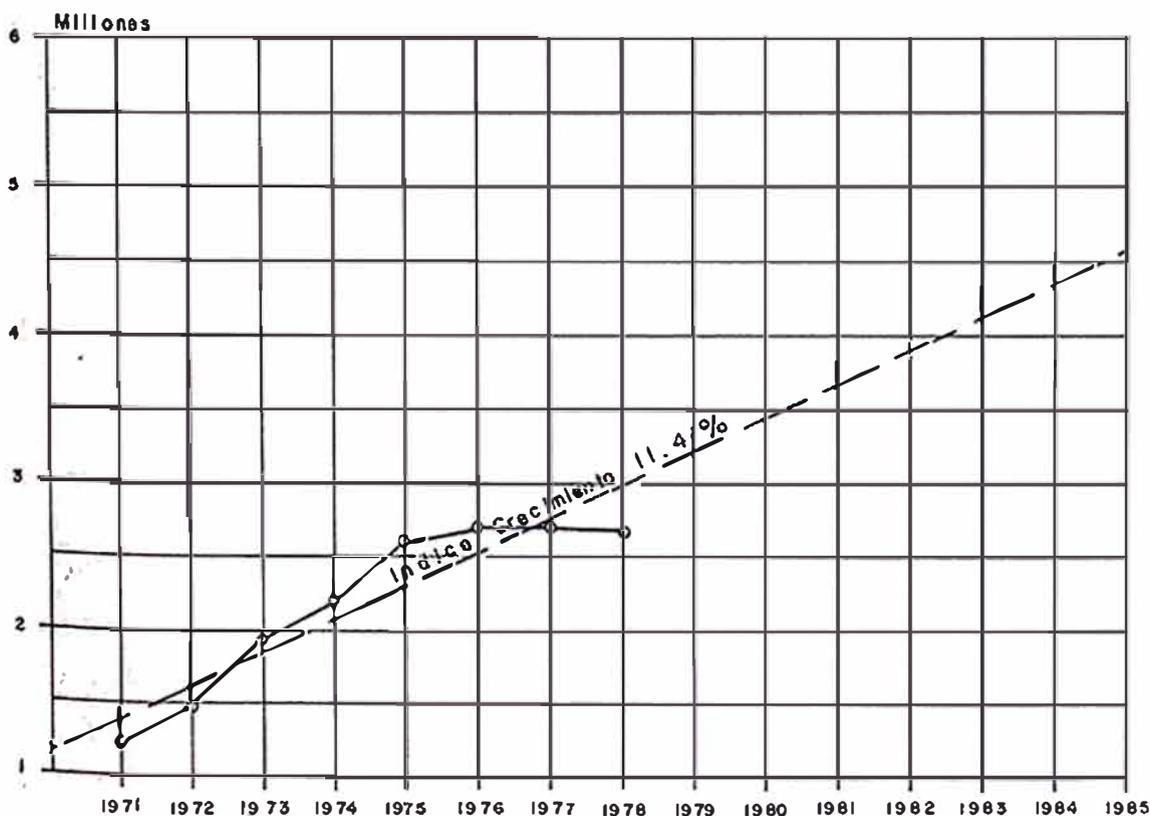


FIGURA Nº 3 CRECIMIENTO DEL TRAFICO DE PASAJEROS - SERVICIO DOMESTICO

MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA - CORREO - SERVICIO DOMESTICO

PROYECCION EN EL DESARROLLO FUTURO

ANO	Y	X	$Y' = \frac{\sum Y}{N} + \frac{\sum XY}{\sum X^2} \cdot X$
1971	36,320	-7	45,971.7
1972	53,698	-5	48,956.3
1973	55,296.6	-3	51,941.0
1974	62,886.4	-1	54,925.6
1975	60,647.7	1	57,910.2
1976	48,221	3	60,894.8
1977	71,505	5	63,879.4
1978	62,768.4	7	66,864.1

N = 8  
 $Y'_1 = 45,971.7$   
 $Y'_n = 66,864.1$

$$Y' = 56,417.89 + 1,492.31 X$$

$$\text{Aumento Anual} = \left[ \sqrt[N-1]{\frac{Y_n}{Y_1}} - 1 \right] \times 100 = 5.5 \%$$

DIAGRAMA DEL MOVIMIENTO GENERAL DE CARGA - CORREO

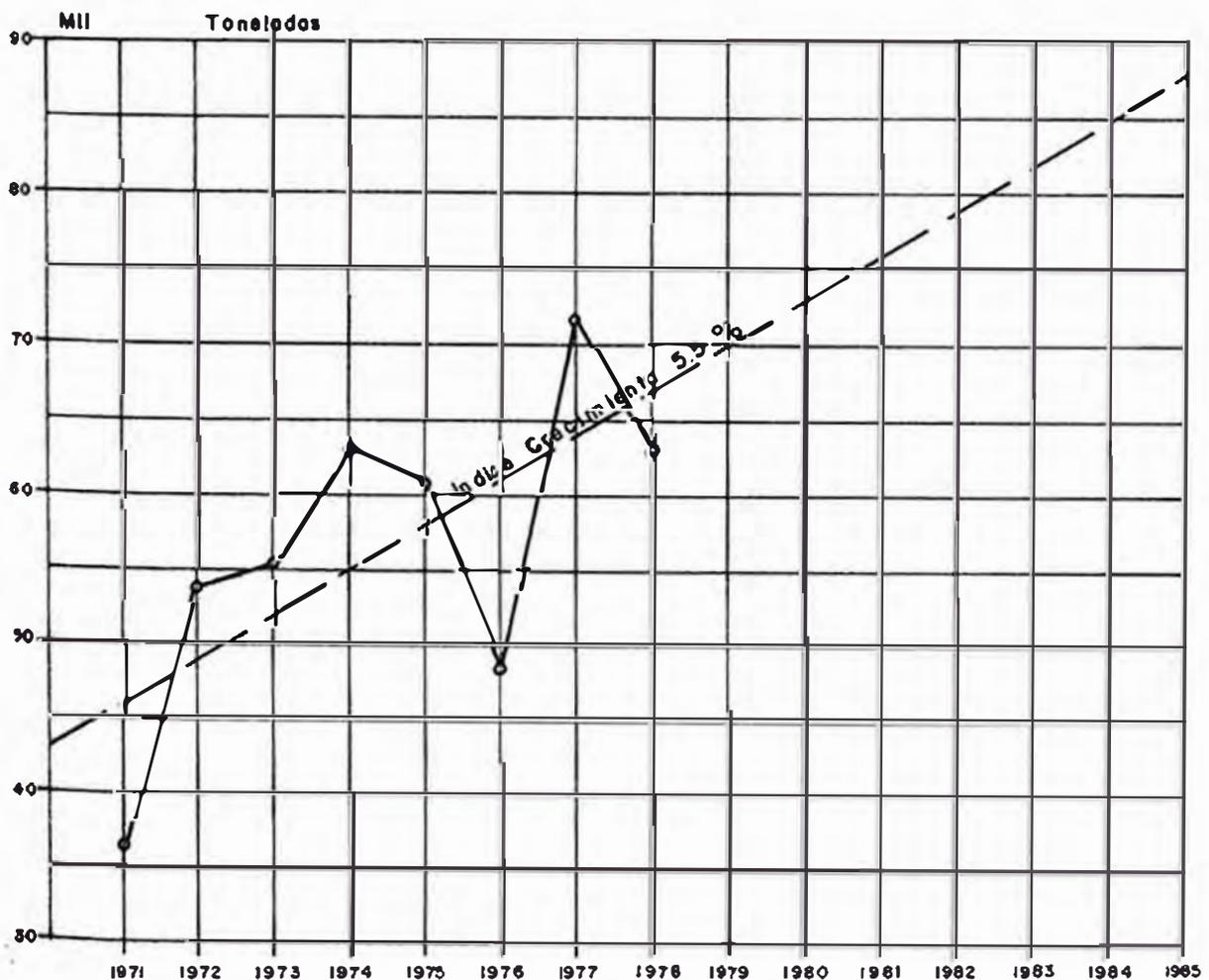


FIGURA Nº 4 CRECIMIENTO DEL TRAFICO DE CARGA - CORREO - SERVICIO DOMESTICO

MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES - SERVICIO DOMESTICO  
PROYECCION EN EL DESARROLLO FUTURO

AÑO	Y	X	$Y' = \frac{\sum Y}{N} + \frac{\sum XY}{\sum X^2} \cdot X$
1971	83,416	-7	87,976
1972	91,411	-5	93,082
1973	99,023	-3	98,188
1974	104,026	-1	103,293
1975	115,068	1	108,399
1976	118,271	3	113,505
1977	123,908	5	118,611
1978	111,647	7	123,717

N = 8  
 $Y'_1 = 87,976$   
 $Y'_n = 123,717$

$$Y' = 105,846.25 + 2,552.90 X$$

$$\text{Aumento Anual} = \left[ \sqrt[N-1]{\frac{Y'_n}{Y'_1}} - 1 \right] \times 100 = 5\%$$

DIAGRAMA DEL MOVIMIENTO GENERAL DE OPERACIONES AEREAS

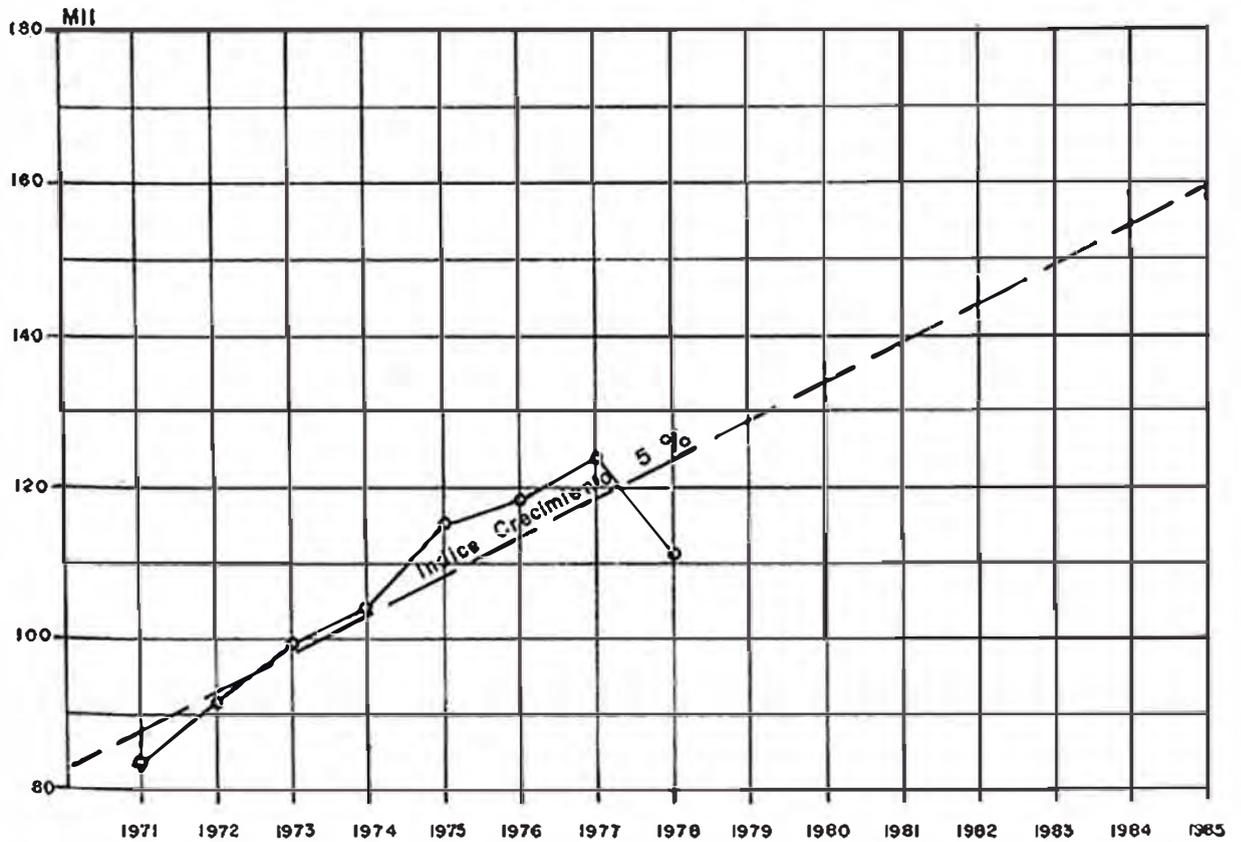


FIGURA Nº 5 CRECIMIENTO DEL TRAFICO DE OPERACIONES AEREAS - SERVICIO DOMESTICO

también en aeronaves STOL (Short Take-Off and Landing : aeronaves de aterrizaje y despegue en distancias cortas) Cessna, Twin Otter, Beechcraft, Piper, etc.

- Aeronaves a Reacción : con aviones Fokker F28, DC-8-51, BAC-1-11-475, BAC-1-11-500 y BOEING 727.

- Aeronaves Militares : con aviones Hércules C-130, Buffalo DHC-5, DC-4; aeronaves STOL Pilatus Porter, Twin Otter; y con helicópteros MIL MI-8, MIL MI-6, Bell UH-1H, Bell Twin 212 y Sud Alouette II y Sud Alouette III.

Vemos aquí pues, que de todo este volumen de tráfico transportado por los diferentes tipos de aeronaves, solamente en las operaciones de vuelo de las aeronaves militares, se puede apreciar la utilización del helicóptero como medio de transporte; los cuales se utilizaron tanto con fines militares como con fines de explotación comercial, así como también para labores de acción cívica y social a las regiones más apartadas y abandonadas del país y para misiones de rescate y salvamento de ocurrencia eventual.

Dentro de la actividad comercial desarrollada por los helicópteros, el 90 % de las operaciones está destinada al transporte de carga, como son los equipos y maquinarias para prospección petrolífera en la Selva y zonas alejadas de difícil acceso en las que se hace imprescindible su uso como apoyo operacional y logístico.

Todo este transporte por medio de helicópteros está circunscrito al Grupo Aéreo No. 3, que es el que canaliza todo este movimiento, en exclusividad, a todas las demás zonas del país; debido a que no existen otras compañías, ni públicas ni privadas que exploten comercialmente este sector. Por lo tanto es pues notorio, que en nuestro país no ha alcanzado un verdadero desarrollo este medio de transporte, lo cual propugna el presente trabajo.

1.3.3 Posible Red de Servicio Aéreo por Helicópteros. El papel cada vez mayor que desempeña el helicóptero como elemento importante en el sistema nacional de transporte, ha dado lugar a que se despierte el entusiasmo ante las posibilidades de esta aeronave versátil. Un factor importante en el desarrollo de dichas posibilidades, es la provisión de un sistema adecuado de helipuertos.

El primer helicóptero práctico fue proyectado y construido en los Estados Unidos poco antes de la Segunda Guerra Mundial y comenzó a utilizarse por los servicios militares en 1943. Los helicópteros civiles fueron introducidos en 1946 e inmediatamente se encontraron múltiples usos para los mismos. Las operaciones de helicópteros se han expandido rápidamente desde entonces y son empleados mayormente por los explotadores comerciales. La adaptabilidad del helicóptero ha hecho posible su utilización en una impresionante variedad de actividades. Entre sus funciones se pueden citar : patrullas de policía, ambulancia aérea, búsqueda y salvamento, casos de emergencia civil, transporte de funcionarios ejecutivos y hombres de negocios, silvicultura, tratamientos aéreos, desarrollo de recursos, ayuda a la construcción y servicios de transporte público.

La extraordinaria expansión en el uso militar de los helicópteros en los últimos años, presagia el futuro crecimiento de la utilización de este tipo de aeronaves en actividades civiles. Desde el punto de vista de su utilización como aeronaves de transporte comercial, las operaciones de éstos pueden ser clasificadas en los tres tipos siguientes :

1. Transporte en grandes regiones metropolitanas entre varios aeropuertos en la región y entre los aeropuertos y el centro de la ciudad o centros determinados de la urbe.

2. Transporte interciudadino, entre ciudades que no necesaria-

mente estén todas en una región metropolitana.

3. Servicio de conmutación suburbana en una gran región metropolitana entre áreas residenciales apartadas y el centro o centros de negocios.

La investigación de nuevos métodos para aumentar la eficiencia en los negocios, ha hecho pensar en la posibilidad de emplear helicópteros para la descarga de barcos y el transporte aéreo de pescado, directamente desde el barco pesquero hasta la planta de elaboración. Los gobiernos, los fabricantes y las líneas aéreas continúan estudiando la posibilidad de que el transporte público por helicópteros (VTOL) se extienda hasta niveles hasta ahora no alcanzados, y de aplicaciones insospechadas en el momento actual.

El desarrollo que adquiere en la actualidad el transporte aéreo con helicópteros, tiene como razón casi exclusiva las características especiales que cubre este transporte. No puede decirse que se deba al más bajo costo, ni a la mayor comodidad o rapidez de estas aeronaves, pero existen razones que lo hacen indispensable en el presente y lo harán más aún en el futuro. La principal, consiste en que acercándose las estaciones terminales a los centros comerciales generadores del tráfico se consiguen, para ciertas distancias, ahorros de tiempo en relación con los transportes efectuados por aviones de ala fija. Se compensa así la mayor velocidad de vuelo de éstos al no tener que utilizar otros medios secundarios terrestres, necesarios para el acceso a los inicios y fines del viaje.

Al comparar este nuevo medio de transporte con los existentes en la actualidad se observa que para que pueda influir decisivamente en la modalidad del futuro tráfico, deberá tener las siguientes ventajas sobre los medios actuales: mayor velocidad, indepen-

dencia de caminos fijos (como carriles, calzadas, canales, etc), mayor comodidad, mayor economía y una seguridad conveniente.

En cuanto a la mayor velocidad, no puede decirse que el helicóptero tenga características superiores a las del avión de ala fija. La velocidad de crucero conseguida con ellos no pasa en la actualidad de 282 Km/h (175 mph), dependiendo del tipo de helicóptero, y aunque, más o menos fácilmente, puede llegarse a 350 Km/h, será inferior a la mitad de la normal en los aviones usados en el tráfico aéreo. Ahora bien, si se observa que el tiempo necesario para efectuar un transporte se compone en general de dos términos :

$$t = t_e + t_p$$

en el que  $t_e$  es el tiempo empleado entre estación y estación, y  $t_p$  es el tiempo marginal perdido, o suma de los tiempos  $t_a$  necesarios para el acceso a las estaciones terminales, y  $t_g$  perdido en formalidades, equipajes, boletos, policía, etc., se obtiene que la velocidad efectiva que se consigue en el viaje puede representarse por :

$$v_e = \frac{d}{t} = \frac{v_m \cdot t_e}{\frac{d}{v_m} + t_p} = \frac{v_m}{1 + t_p \left(\frac{v_m}{d}\right)}$$

en las que  $d$  y  $v_m$  son la distancia y la velocidad media conseguida entre estaciones terminales.

Considerando para los diferentes medios de transporte las velocidades y tiempos marginales normales siguientes :

Avión .....	$V_m = 900 \text{ km/h}$ , $t_a = 70 \text{ min}$ y $t_g = 30 \text{ min}$
Helicóptero .....	$V_m = 220 \text{ km/h}$ , $t_a = 10 \text{ min}$ y $t_g = 15 \text{ min}$
Ferrocarril .....	$V_m = 100 \text{ km/h}$ , $t_a = 10 \text{ min}$ y $t_g = 10 \text{ min}$
Omnibus .....	$V_m = 70 \text{ km/h}$ , $t_a = 10 \text{ min}$ y $t_g = 10 \text{ min}$
Automóvil particular ...	$V_m = 80 \text{ km/h}$ , $t_a = 0 \text{ min}$ y $t_g = 10 \text{ min}$

se obtienen las curvas de la figura No. 6, en las que se observa que las velocidades efectivas obtenidas con el helicóptero son superiores a las de cualquier medio de transporte para distancias en línea recta comprendidas entre 30 y 360 km. Para mayores distancias, es el avión el medio más rápido y para menores distancias, el automóvil particular.

Es por tanto, evidente la superioridad del helicóptero desde el punto de vista de velocidad eficaz, por lo que se explica el amplísimo porvenir de este medio de transporte en distancias hasta de 360 kilómetros.

Desde el punto de vista de independencia de caminos e instalaciones fijas, segunda de las condiciones necesarias a un nuevo transporte, es clara la superioridad del helicóptero, ya que hasta las estaciones terminales, únicos establecimientos necesarios, se reducen al mínimo, tanto en costo como en superficies ocupadas, que son análogas a las de las estaciones urbanas de omnibuses.

En cuanto a comodidad de pasajeros, puede decirse que para las cortas etapas de aplicación en el transporte con helicópteros, no son necesarias cualidades especiales, como las imprescindibles en largos trayectos, transoceánicos o nocturnos, por lo que puede compararse con la conseguida hasta ahora en cualquiera de los medios actuales. Por otra parte, los trayectos de tres horas de duración máxima, tienen su aplicación principal en el mundo de negocios, con

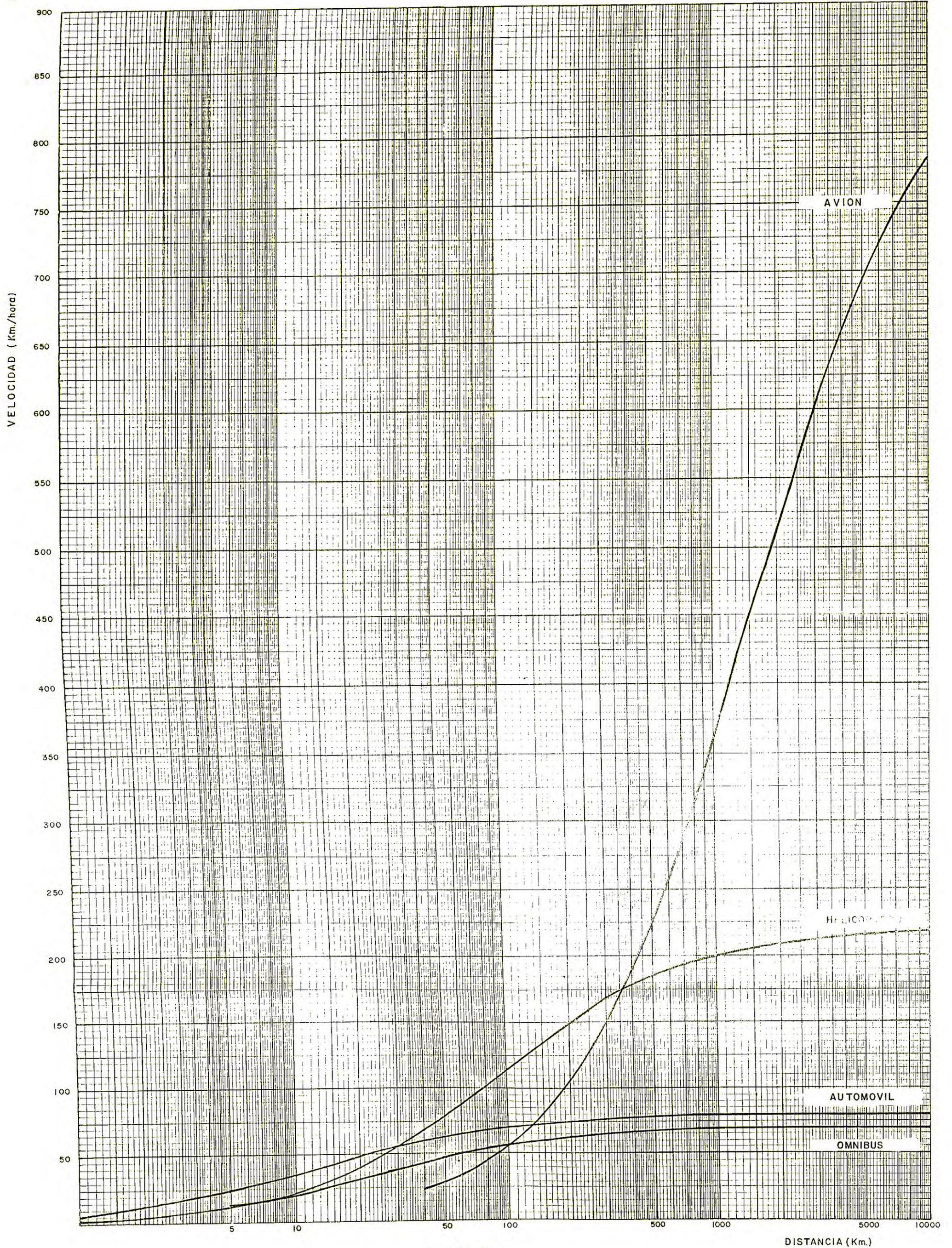


FIGURA Nº 6

DISTANCIA (Km.)

idas y vueltas en el día, por lo que el confort conveniente se obtiene solamente con cómodos asientos y eliminando ruidos y vibraciones de motores, lo cual se consigue fácilmente en los helicópteros, y con superioridad sobre cualquier medio terrestre.

La dificultad esencial del helicóptero reside en la economía del transporte, punto en el que hasta ahora no ha sido posible obtener superioridad sobre los demás medios. Para darnos una idea de esto podemos decir que el precio por pasajero/km para los aviones actualmente en servicio es en promedio unos US \$ 0.08, mientras que en los helicópteros es de alrededor de unos US \$ 0.22 por pasajero/km, comparando aeronaves de tipo comercial. El costo por asiento/km de los actuales helicópteros con capacidad para 20 o 30 pasajeros comienza a aumentar significativamente cuando el radio de acción pasa de los 150 km. A medida que aumenta la distancia, el costo por asiento/km aumenta demasiado para que el helicóptero pueda competir con otras formas de transporte. Por ello el helicóptero no ha logrado competir en condiciones económicas en ningún segmento del mercado de viajes interurbanos. Sin embargo los helicópteros comerciales de gran tamaño que ya han comenzado a entrar en servicio no tienen estas limitaciones. Productos de la tecnología moderna, resultan más baratos de operar, más rápidos y capaces de atraer mayor cantidad de pasajeros ofreciéndoles mayor comodidad y radio de acción. Dado que el costo por asiento/km es menor en el caso de un helicóptero grande que en el de uno chico, es una ventaja evidente usar un helicóptero que ofrezca gran capacidad y gran radio de acción en condiciones de carga completa. Hay modelos para 44 pasajeros con un radio de acción de más de 1000 km a una velocidad normal de crucero de 250 km/h. La carga útil máxima del modelo para todo uso es de cerca de 13,300 kg.

Tal vez lo más importante es que el helicóptero de gran tamaño puede reducir la congestión de los aeropuertos, que es inherente al crecimiento del tráfico aéreo de corta distancia entre ciudades y un factor limitador de él. Además, en los vuelos desde el centro de una ciudad al centro de otra, los helicópteros pueden hacer disminuir el tiempo total del viaje, comparados con aviones de ala fija. Operando desde una plataforma de helipuerto, eliminarán el largo recorrido en taxi, automóvil o tren a la partida y a la llegada y disminuirán la espera previa al vuelo, así como la espera durante él. Los helicópteros modernos de gran tamaño pueden disminuir el tiempo de vuelo entre centros urbanos que se encuentren separados por hasta 740 km de distancia.

Entre los adelantos tecnológicos incorporados en la nueva generación de helicópteros se encuentran las palas del rotor de materiales compuestos de fibra de vidrio/carbono para lograr menor ruido, mejor performance y confiabilidad, y menores costos; la transmisión equipada con sistemas de lubricación redundantes para aumentar la seguridad durante las operaciones sobre el agua; el accionado de mandos a prueba de atascamiento para mayor seguridad; sistemas avanzados de control de vuelo para disminuir el trabajo del piloto y facilitar las operaciones de vuelo por instrumentos; disminución de la vibración y el ruido en la cabina; tecnología aplicada al motor comparable solo con la de los últimos aviones de reacción para ejecutivos; e instalaciones de combustible resistentes al impacto para evitar incendios en caso de accidentes.

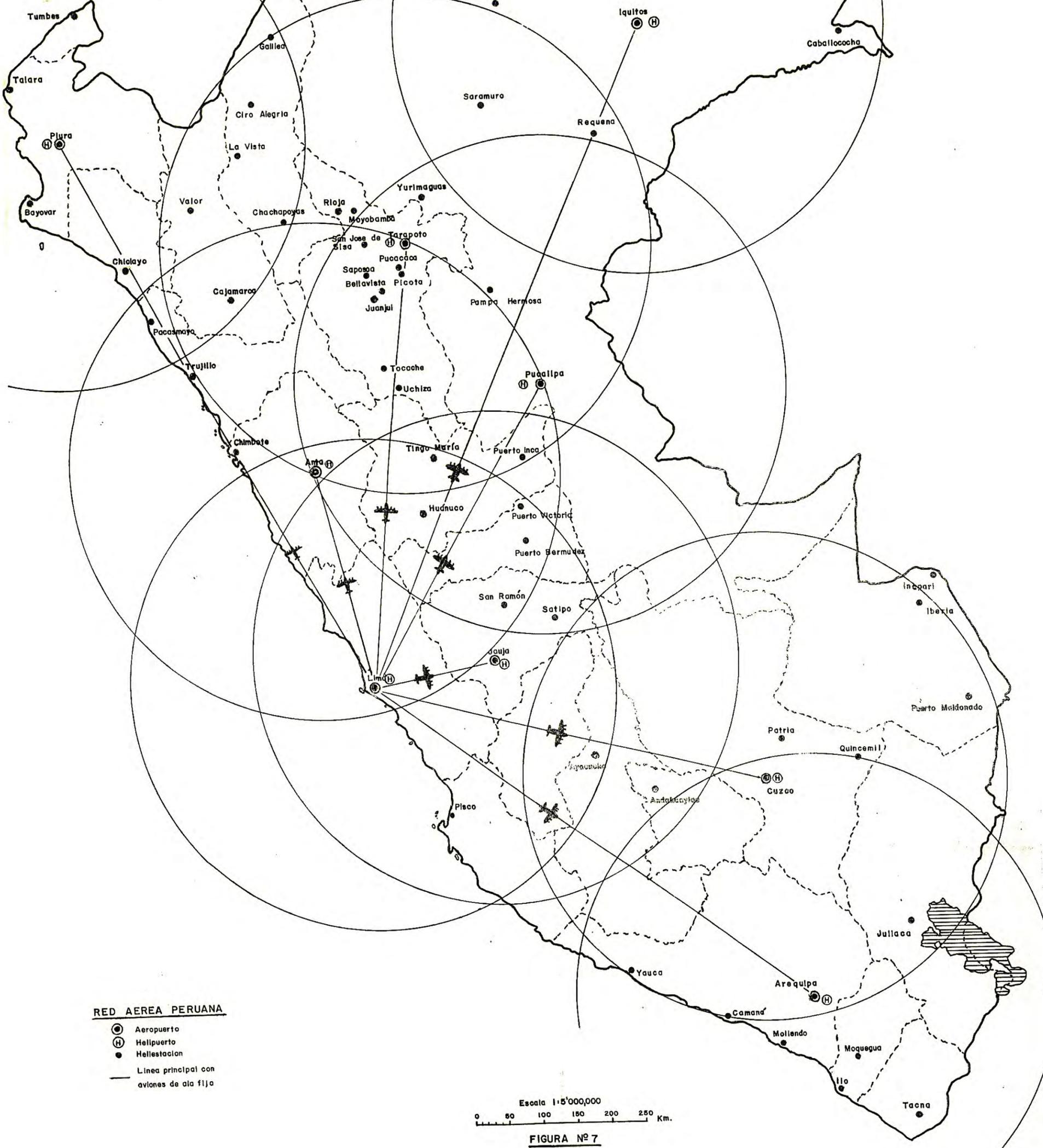
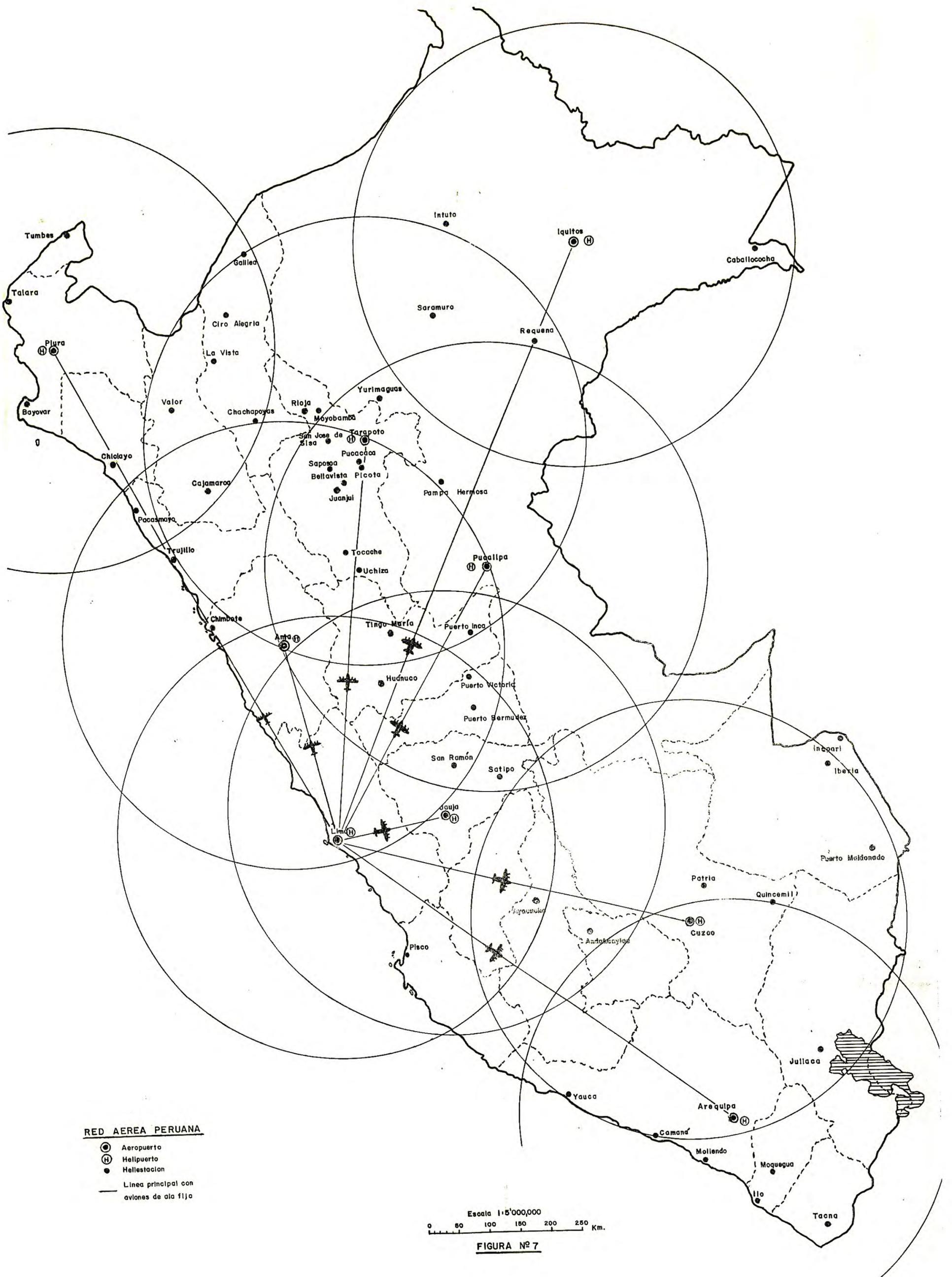
Se ha observado que los costos de operación del helicóptero convencional para 20 pasajeros comienzan a aumentar rápidamente más allá del radio de acción de 150 km, y que los costes de los nuevos giroaviones comerciales son inferiores a los de las actuales aero-

naves. Y lo que es más, siguen descendiendo cuando las operaciones alcanzan más allá de los 740 km, lo que permite considerar la posibilidad de usarlo en operaciones de transporte entre ciudades.

El resultado neto debería ser el costo operacional directo mínimo logrado hasta el momento en helicópteros comerciales. Se estima que los costos por hora de este tipo de aeronave serán inicialmente de 900 dólares, descendiendo luego a menos de 700 una vez que estos modelos hayan sido suficientemente perfeccionados. Esto se traduce en un costo de cerca de US\$ 0.075 por asiento/km disponible, lo que equivale a un tercio de la cifra correspondiente a los helicópteros pequeños actuales. También se prevén disminuciones similares por tonelada/km en la esfera del transporte de carga.

Por lo tanto se esperan pues, con seguridad de éxito, que se obtengan precios de costo análogos a los de los aviones de ala fija, al desarrollarse el tráfico con bimotores de 40 o más plazas, por lo que puede mirarse este punto como resuelto; pero si se observa que el costo de la estación terminal de una línea servida por helicópteros, es enormemente inferior al presupuesto de un aeropuerto, es posible llegar a la conclusión de que resulta este transporte de mayor economía, aún cuando sean construídos los helipuertos por las compañías aéreas y los aeropuertos por entidades estatales, que cobren solamente un tanto por ciento del costo de establecimiento por los derechos de utilización. Si ambos transportes tuvieran que costearse las estaciones terminales necesarias, la ventaja de los helicópteros sería definitiva. En el presente, es necesario compensar esa diferencia de costos con la máxima economía de tiempo, por lo que es necesario atender, como punto primordial, al emplazamiento de los terminales de helicópteros.

Desde el punto de vista de seguridad, puede decirse depende demasiado de la opinión particular que se tenga de la seguridad. Via-



jando en ferrocarril (medio considerado en la actualidad como el más seguro) es posible pensar en los millares de tornillos y tirafones que sujetan los rieles y en las múltiples manos que manejan tanto el material móvil como las agujas, pasos a nivel, aparatos de bloqueo, etc. Frente a ellos, las vías aéreas carecen de tantos y diversos elementos humanos y mecánicos, y puede oponerse la confianza que se tenga en la escasa y especializada tripulación de la aeronave. El helicóptero es una aeronave más, con la mayor seguridad sobre los aviones de poder descender en autorrotación.

De la comparación entre los diferentes medios de transporte se deduce la eficacia de los nuevos helicópteros en las comunicaciones entre poblaciones situadas a distancias inferiores a 350 km, y las grandes posibilidades de los mismos en circuitos hasta de 740 kilómetros de radio. También tiene aplicación especial este medio de transporte, en la rápida comunicación de los aeropuertos con los centros de poblaciones, con el objeto de complementar el transporte rápido aéreo de correos y urgentes mercancías.

#### DESARROLLO DE UNA RED NACIONAL DE HELIPUERTOS.-

Del estudio de las distancias económicas de transporte con el empleo de helicópteros, se deduce que, complementando con este medio líneas aéreas servidas por aeronaves de ala fija, se obtiene una eficacia mucho mayor que con el empleo de un solo elemento, empleando cada uno de ellos en lo que verdaderamente sea eficaz.

Es así que se puede desarrollar la red aérea peruana, como se ilustra en la figura No. 7, basada en unas líneas principales servidas por aviones para acceso a los centros regionales periféricos, como son Arequipa, Piura, Trujillo, Iquitos, Huaráz, Cuzco, Tarpoto, etc., y estableciendo redes de transporte regionales con helicópteros, los que desarrollarían el tráfico interior de cada zona.

## CAPITULO II. LOS HELICOPTEROS

2.1 CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS.- Entre éstas podemos citar las siguientes :

2.1.1 Diseño de los Helicópteros. Los diseños de los helicópteros, varían considerablemente, pero todos ellos vuelan empleando aproximadamente los mismos medios. Las palas de los rotores actúan como un ala giratoria para el helicóptero, eliminándose la necesidad de un ala fija como la que utilizan los aeroplanos. El helicóptero adquiere sustentación vertical directa del sistema de palas del rotor. Los cambios de dirección se logran inclinando el disco del rotor (plano de la circunferencia descrita por la punta de las palas) en la dirección deseada de viraje, y/o aplicando el par de giro a un rotor de cola.

2.1.2 Tipos de helicópteros. Los helicópteros utilizados actualmente en servicios civiles se diferencian por el número de rotores principales, el número y tipo de los motores y su tamaño y peso.

Los primeros diseñadores de helicópteros experimentaron con una variedad de configuraciones. Sin embargo los únicos diseños que encontraron apropiados para producirse eran aquellos que usaban ya sea, uno o dos rotores principales. La mayoría de helicópteros de menos de 1600 kg (3500 lb) de peso bruto máximo emplean un sistema con un rotor principal. Los helicópteros más grandes son fabricados con distintos diseños : un rotor principal, rotores en tándem (un rotor principal adelante y otro atrás) y rotores intermedios (dos rotores montados uno al lado del otro). A cada uno de estos tipos corresponden, varias y distintas ventajas, y todos tienen usos eficaces. Hoy en día, el diseño con el rotor principal intermedio es utilizado sólo para helicópteros militares, pero los diseños de rotor simple y en tándem son usados tanto por usuarios civiles como

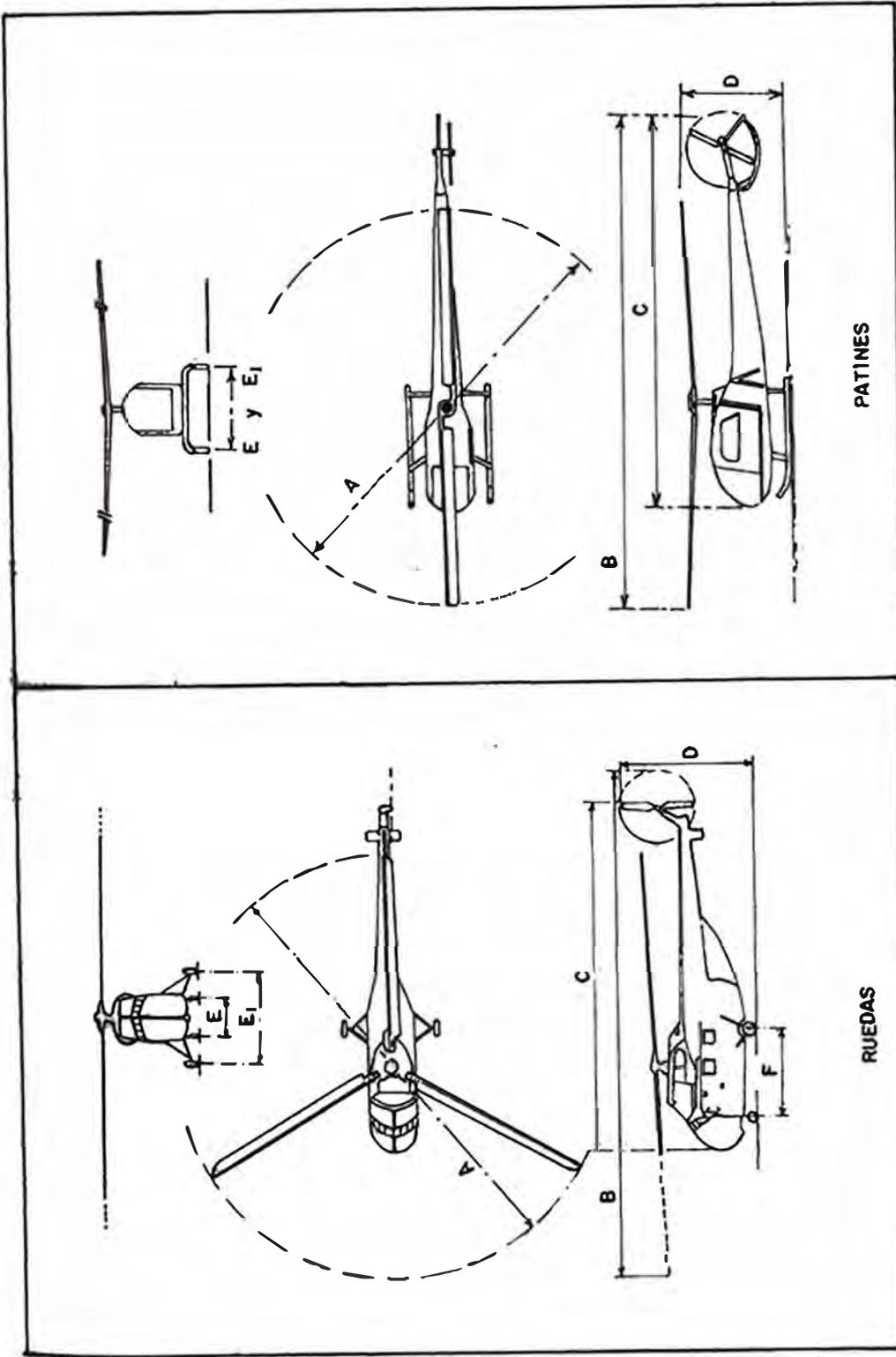


FIGURA Nº 8 DIMENSIONES DE LOS HELICOPTEROS - UN SOLO ROTOR

por usuarios militares.

Antes de 1962, todos los helicópteros civiles fueron de diseño de un solo motor; pero en el transcurso de ese año, entraron en servicio dos tipos nuevos de helicópteros con motores gemelos. Estos nuevos diseños tenían motores de turbinas a gas que proporcionaban mayor potencia por lb de peso del motor, que los convencionales, que eran motores con movimiento alternativo (a pistón). Al mismo tiempo, entraron en servicio otros helicópteros nuevos, que tenían un motor de turbina a gas. Aquí cabe hacer la introducción de un término que se usa a menudo en la literatura correspondiente a este tipo de aeronaves, y es la del helicóptero compuesto, el cual se define como un vehículo que tiene un rotor motriz y adicionalmente alas cortadas y propulsores convencionales para el vuelo hacia adelante. El rotor motriz es utilizado para el ascenso y descenso, y los propulsores convencionales les proveen de velocidades mayores que aquellas alcanzadas con un helicóptero puro con vuelo hacia adelante.

2.1.3 Configuración de los helicópteros. En las figuras No. 8 y 9 se ilustran las configuraciones de los helicópteros con mayor uso hoy en día, así como también sus dimensiones principales. Igualmente en los cuadros No. 13 (a) y (b) figuran las características de los helicópteros más saltantes en lo referente a sus dimensiones, peso bruto máximo, número de motores, capacidad de carga y el volumen del tanque de combustible. Aún cuando es susceptible de variación cada vez que se introducen modificaciones o se ponen en servicio nuevos modelos, esta información es útil para proporcionar una idea general de las dimensiones y configuración de los helicópteros; así como también para proceder al diseño de helipuertos.

Debe observarse que los helicópteros de 2 a 5 plazas constituyen hoy en día cerca del 95 % de la flota de helicópteros civiles,

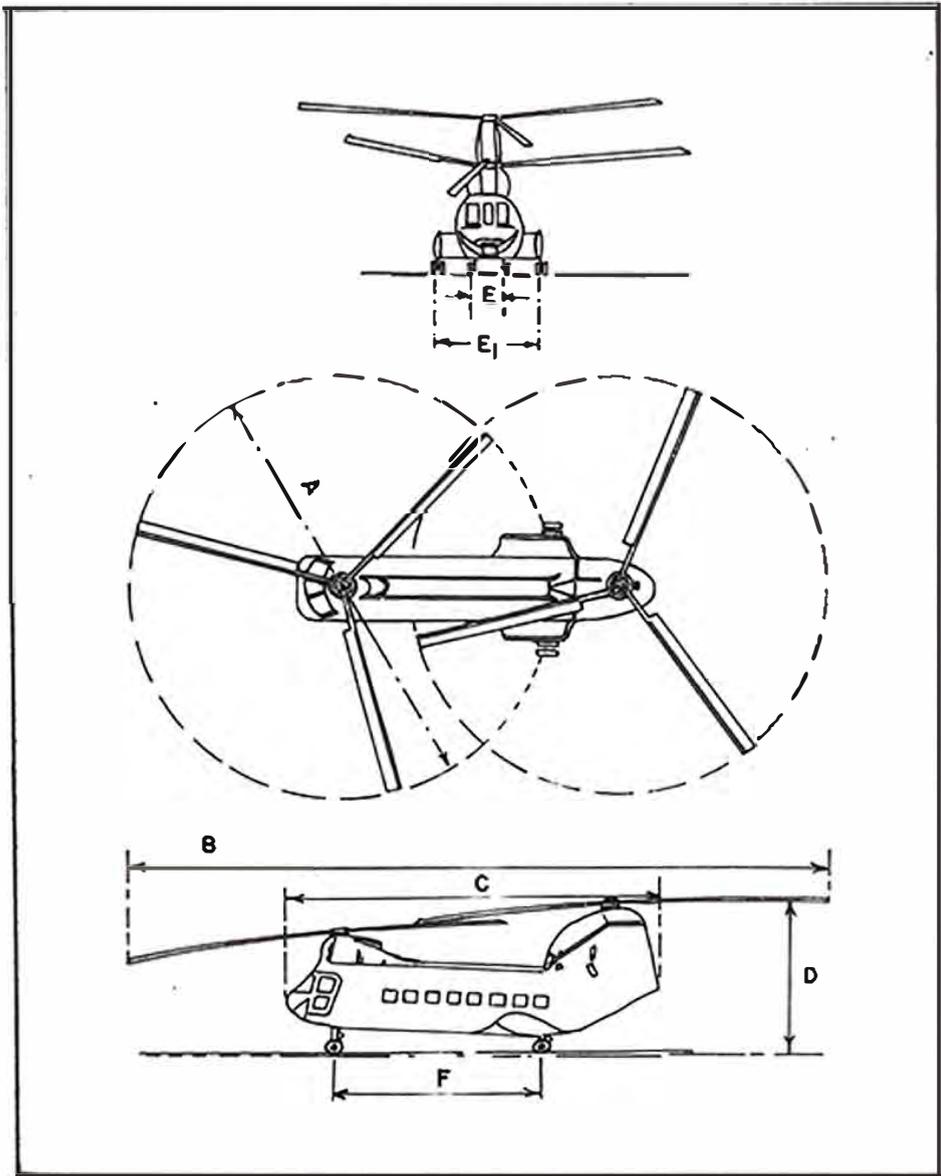


FIGURA. N°9 DIMENSIONES DE LOS HELICOPTEROS - DOS ROTORES

CUADRO N° 13 (a)

## CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS

COMPAÑIA	DESIGNACION DEL MODELO	A DIAMETRO DEL ROTOR		B LONGITUD TOTAL		C LONGITUD DEL FUSELAJE		D ALTURA		E ANCHO DE VIA TREN DELANTERO		E <sup>1</sup> ANCHO DE VIA TREN TRASERO		F DISTANCIA ENTRE EJES DE RUEDAS		PESO BRUTO MAXIMO		MOTORES	NUMERO DE		CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE			
		m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas	m	pies y pulgadas		Kg	lb	TRI-PU-LAN-TES	PA-SA-JE-ROS	lt	Gal EUA
ARDC/BRANTLY	B-2	7.21	23 8	8.53	28 0			2.14	7 0	1.72	5 7	1.72	5 7	x	x	726	1,600	1	1	1	114	30		
	B-2B	7.25	23 9	8.53	28 0			2.10	6 9	1.77	5 8					760	1,670	1	1	1	117	31		
	305	8.70	28 6	10.58	32 11	7.44	24 5	2.45	8 0			1.85	6 10	2.14	7 0	1,310	2,900	1	1	4	162	43		
ARDC/OMEGA	RP-440	11.71	38 5	14.73	48 4			3.96	13 0			4.19	13 9			2,336	5,150	2	1	2-3	288	76		
AEROTECNICA	AC-12	8.50	27 11	8.30	27 3	7.55	24 9	3.10	10 2	2.00	6 7			3.50	11 6	820	1,810	1						
	AC-14	9.60	31 6	10.00	32 10	8.13	26 8	3.10	10 2	2.00	6 7			3.50	11 6	1,350	2,980	1						
AGUSTA	A-101G	20.40	66 11	24.60	80 6	19.20	62 8	6.56	21 6	0.44	1 5	4.40	14 5	5.24	17 2	12,900	28,400	3	2-3	36	2,160	570		
	102	14.50	47 4	17.92	58 10	12.73	41 11	3.23	10 7	2.45	8 0	2.45	8 0	x	x	3,900	8,600	1						
	103	7.40	24 3			6.13	20 1	2.23	7 4	1.54	5 1	1.54	5 1	x	x	460	1,010	1						
	104	7.95	26 1	9.30	30 6	6.35	20 10	2.35	7 11	1.64	5 5	1.64	5 5	x	x	640	1,410	1						
	115	11.33	37 2	13.30	43 8	9.90	32 6	2.94	9 8	2.29	7 6	2.29	7 6	x	x	1,390	3,060	1						
BELL	47J	11.33	37 2	13.24	43 5	9.88	32 5	2.84	9 4			2.28	7 6	2.92x	9 7x	1,270	2,800	1						
	47G	11.27	37 0	13.10	43 0			2.83	9 4	2.29	7 6	2.29	7 6	x	x	1,340	2,950	1	1	2	227	60		
	47J-2	11.27	37 0	13.10	43 0			2.90	9 6	2.14	7 0	2.14	7 0	x	x	1,340	2,950	1	1	3	180	48		
	47G-2	10.72	35 2	12.63	41 5	9.27	30 5	2.87	9 5	2.28	7 6	2.28	7 6	3.08x	10 1x	1,130	2,500	1						
	47G-3B-2	11.30	37 1	13.15	43 2	9.90	32 6	2.84	9 4	2.28	7 6	2.28	7 6	x	x	1,340	2,950	1	1	2	216	57		
	47G-4A	11.30	37 1	13.15	43 2	9.90	32 6	2.84	9 4	2.28	7 6	2.28	7 6	x	x	1,340	2,950	1	1	2	216	57		
	47G-5	11.30	37 1	13.15	43 2	9.90	32 6	2.84	9 4	2.28	7 6	2.28	7 6	x	x	1,340	2,950	1	1	2	216	57		
	204	13.41	44 0	16.15	53 0	13.00	42 8	3.43	11 3			2.54	8 4	3.30x	10 10x	3,270	7,200	1						
	204B	14.61	48 0	17.40	57 0	12.98	42 7	4.42	14 6	2.59	8 5	2.59	8 5	x	x	3,860	8,500	1	1	14	625	165		
	205A	14.61	48 0	17.41	57 1	12.77	41 11	4.42	14 5	2.75	9 0	2.75	9 0	x	x	2,150	4,750	1	1	14	815	215		
	205A-1	14.63	48 0	17.40	57 1	12.65	41 6	4.39	14 5															
	206	10.21	33 6	11.28	37 0	8.28	27 2	2.64	8 8	1.77	5 10	1.77	5 10	x	x	1,310	2,890	1						
	206A	10.20	33 4	11.80	39 1	9.50	31 2	2.93	9 6	1.95	6 4	1.95	6 4	x	x	760	1,675	1	1	4	288	76		
	212	14.61	48 0	17.41	57 1	12.77	41 11	4.00	13 1	2.64	8 8	2.65	8 8	x	x	2,260	5,000	2	1	15	815	215		
	TWIN 212	16.00	52 6	19.00	62 4	13.66	44 10	4.66	15 3	2.65	8 8	2.65	8 8	x	x	2,260	5,000	2	1	15	1,408	372		
	UH-1H	16.00	52 6	19.00	62 4	13.66	44 10	4.00	13 1	2.66	8 9	2.66	8 9	x	x	5,080	11,200	2	1	11	1,407	372		
	BOEING-VERTOL	107	14.63	48 4	24.89	81 8	13.59	44 7	5.13	16 10			4.42	14 6			4,310	9,500	1					
107 II		15.22	50 0	25.50	83 5			5.13	16 10			4.24	13 11	7.55	24 9	7,550	16,650	2						
DOMAN	LZ5-2	14.63	48 0	19.18	62 11	11.58	38 0	4.90	16 1	2.28	7 6			2.97	7 9	2,360	5,200	1						
ENSTROM	F-28A	9.75	32 0	8.90	29 4	8.56	28 1	2.75	9 0	2.10	6 7	2.10	6 7	x	x	975	2,150	1	1	2	114	30		
FAIRCHILD-HILLER	12-C	10.67	35 0	12.34	40 6	8.97	29 5	2.97	9 9	2.33	7 8	2.33	7 8	x	x	1,130	2,500	1	1	3	174	46		
	UH-12E, E4	10.80	35 5	14.30	40 8			2.99	9 10	2.16	7 1			2.28x	7 6x	1,270	2,800	1	1	4	255	69		
	FH-1100	10.80	35 5	12.60	41 4	8.56	28 5	2.80	9 2	2.20	7 3	2.20	7 3	x	x	1,247	2,750	1						
FIAT	7002	12.00	39 4	14.91	48 11	6.55	21 6	2.98	9 10					x	x	399	880	1	1	0	13	3.5		
GALAXIE	G-100	7.82	25 8	9.14	30 0	7.06	23 2	2.29	7 6	1.83	6 0	1.83	6 0	x	x	700	1,550	1						
HUGHES	269A	7.62	25 0	8.63	28 4	6.79	22 3	2.41	7 11	1.98	6 6	1.98	6 6	x	x	758	1,670	1	1	2	95	25		
	269 & 300	7.61	25 0	8.54	28 0	6.80	22 4	2.44	8 0	1.98	6 6	1.98	6 6	x	x	1,155	2,550	1	2	3	242	64		
	500 EXECUTIVE	8.05	26 4	9.20	30 4	7.01	23 0	2.50	8 2	1.85	6 10	1.85	6 10	x	x			1						

x Patines  
+ Flotadores  
∅ No se aplica

CUADRO Nº 13 (b)

CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS

COMPANIA	DESIGNACION DEL MODELO	A		B		C		D		E		E <sub>1</sub>		F		PESO BRUTO MAXIMO		MOTORES	NUMERO DE		CAPACIDAD DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE	
		DIAMETRO DEL ROTOR		LONGITUD TOTAL		LONGITUD DEL FUSELAJE		ALTURA		ANCHO DE VIA TREN DELANTERO		ANCHO DE VIA TREN TRASERO		DISTANCIA ENTRE EJES DE RUEDAS		Kg	lb		TRI-PU-LAN-TES	PA-SA-JE-ROS	lt	Gal EUA
		m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas	m	pies y pul-gadas							
KAMAN	K-600	14.33	47 0	14.33	47 0	7.67	25 2	4.75	15 7	2.11	6 11	2.54	8 4	2.49	8 2	4,400	7,500	1				
	K-700	14.33	47 0	17.80	58 7	12.75	41 11	4.00	13 4	1.91	6 3	2.54	8 4			3,800	8,400	2	4	8	2,540	678
KAWASAKI-BELL	47G3B-KH4	11.32	37 2	13.30	43 8	8.99	29 6	2.88	9 5	2.29	7 6	2.29	7 6	x	x	1,293	2,850	1	1	3	208	55
LOCKHEED-CALIFORNIA	L-286	10.67	35 0	13.00	42 8	9.90	32 6	2.88	9 5	1.20	3 11	1.20	3 11	x	x	2,135	4,700	1	2	3	288	78
MESSERSCHMITT-BOLKOW	BOLKOW BO-105	9.80	32 2	11.90	39 2	8.55	28 1	2.98	9 9	2.40	7 11	2.40	7 11	x	x	2,000	4,410	2	1-2	3-5	570	150
MIL	MI-8	21.29	69 10	25.33	83 1	18.30	60 1	5.65	18 6			4.50	14 9	4.25	13 11	11,100	24,470	2	2-3	25	1,870	494
	MI-6	35.00	114 10	42.02	137 10	33.16	108 10	9.15	30 1			7.50	24 7	9.17	30 1	42,000	92,594	2	3-5	65	17,250	4,557
OMEGA	SB-12	11.89	39 0	14.46	47 5	11.73	38 6	3.96	13 0	1.14	3 9	3.58	11 9	3.05	10 0	1,970	4,350	2				
OMNIPOL	HC-2	8.80	28 10	10.47	34 6	7.40	24 4	2.55	8 5			2.02	6 8	1.96	6 5	700	1,550	1				
	HC-3	11.60	38 1	13.40	43 11	9.60	31 6	3.40	11 2	1.00	3 3	2.50	8 2	2.64	8 8	1,550	3,410	1				
SCHEUTZOW	MODEL B	8.25	27 0	9.50	31 2	7.21	23 8	2.60	8 6	2.14	7 0	2.14	7 0	x	x	705	1,550	1	1	1	83	22
SIAI-MARCHETTI	SILVERCRAFT SH-4	9.03	29 7	10.47	34 4	7.65	25 1	2.98	9 9	1.74	5 8	1.74	5 8	x	x	862	1,900	1	1	2	110	29
SIKORSKY	S-55	16.18	53 0	19.00	62 4			4.66	15 4			3.35	11 0	3.20	10 6	3,260	7,200	1	2	7-10	700	185
	S-55A	16.15	53 0	18.98	62 3	12.85	42 2	4.65	15 3	1.42	4 8	3.35	11 0	3.20	10 6	3,400	7,500	1				
	S-56	21.95	72 0	25.24	82 10	19.80	64 11	6.55	21 6			6.02	19 9	11.25	36 11	14,060	31,000	2				
	S-58	17.07	56 0	20.06	65 10	14.38	47 2	4.85	15 11			3.66	12 0	8.61	28 3	5,910	13,000	1	2	16	1,070	283
	S-61	18.90	62 0	22.14	72 8	18.16	59 7	5.13	16 10			3.96	13 0	7.16	23 6	8,630	19,000	2				
	S-61L	18.90	62 0	22.10	72 7	22.12	72 7	5.11	16 10			3.96	13 0	7.17	23 6	8,610	18,950	2	3	28	1,550	410
	S-61N	18.90	62 0	21.90	72 0	18.00	59 4	5.60	18 5	4.27	14 0	∅	∅	7.30	23 11	8,610	18,950	2	3	26-28	1,552	410
	S-61R	18.90	62 0	22.20	73 0	17.80	57 4	5.55	18 3	4.06	13 4	∅	∅	5.19	17 1	10,000	22,050	2	3	30	2,559	676
	S-62	16.15	53 0	18.97	62 3	13.59	44 7	4.88	16 10			3.35	11 0	5.43	17 10	3,400	7,500	1	1-2	10	709	187
	S-62A	16.15	53 0	19.00	62 4	13.58	44 7	4.87	16 10			3.66	12 0	5.49	18 0	3,400	7,500	1	2	10	1,225	324
	S-62C	16.15	53 0	18.97	62 3	13.59	44 7	4.87	16 10	3.68	12 2	∅	∅	5.20	17 0	3,760	8,300	1				
SIKORSKY-WESER	S-64, WFS-64	21.95	72 0	26.66	87 6	21.28	69 10	7.42	24 4			6.02	19 9	7.45	24 5	17,240	38,000	2				
SUD-AVIATION	ALOUETTE II	10.20	33 6	12.05	39 6	9.70	31 10	2.75	9 0			2.08x	6 10x	3.06x	10 0x	1,500	3,310	1	1	4	395	104
	ALOUETTE III	11.00	36 1	12.83	42 1	10.18	33 5	2.97	9 9			2.30+	7 7+	2.87+	9 5+	2,100	4,630	1	1	6	565	149
	DJINN 1221	11.00	36 1	11.00	36 1	5.31	17 5	2.62	8 7			2.59	8 6	3.40	11 1	760	1,660	1				
VERTOL	42/44	13.41	44 0	26.21	84 4	16.00	52 6	4.70	15 5			1.93	6 4	2.10	6 11	6,820	15,000	1				
	YHC-18	17.98	59 0	29.72	97 6	15.24	50 0	5.59	18 4			4.37	14 4	7.48	24 6	14,970	33,000	2				
WESTLAND	WASP	10.14	32 3	12.29	40 4	9.29	30 6	2.94	9 8	2.64	8 8	2.64	8 8	2.77	9 1	2,490	5,500	1				
	WESSEX 31	17.07	56 0	20.06	65 10	15.29	50 2	4.85	15 11			3.66	12 0	8.58	28 2	6,120	13,500	1				
	WESSEX 60 SER. 1	17.06	56 0	20.09	65 10	15.10	49 7	4.93	16 2	4.06	13 4	∅	∅	∅	∅	6,169	13,600	2	1	17	1,410	372
	WHIRLWIND 1/2	16.15	53 0	18.90	62 0	12.90	42 4	4.77	15 8	1.42	4 8	3.43	11 3	3.84	12 7	3,630	8,000	1				
	WHIRLWIND 3	16.15	53 0	18.90	62 0	13.46	44 2	4.77	15 8	1.42	4 8	3.43	11 3	3.84	12 7	3,630	8,000	1				

x Patines  
 + Flotadores  
 ∅ No se aplica

y que los tipos grandes de helicópteros de transporte, se emplean principalmente por las líneas aéreas que ofrecen servicios regulares mediante helicópteros. Los servicios comerciales con helicópteros, así como los propietarios de helicópteros privados y de negocios, existen en Estados Unidos y varios otros países (no en el nuestro); y constituyen el mayor movimiento de helicópteros. Los servicios regulares de helicópteros efectuados por las líneas aéreas, son una pequeña parte de la actividad total.

## 2.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS HELICOPTEROS.-

2.2.1 Operación. Las características de los helicópteros, con su capacidad inherente de volar verticalmente, les permiten despegar con seguridad de áreas despejadas no mucho mayores que la propia aeronave. Al despegar el helicóptero por regla general, asciende verticalmente unos cuantos pies por encima de la superficie del helipuerto, y entonces acelera hacia adelante y hacia arriba, siguiendo una trayectoria inclinada, hasta llegar a la velocidad de subida, para continuar luego hasta la altitud en ruta. Al aterrizar el helicóptero corrientemente desciende de la altitud en ruta, a velocidad reducida, hasta hallarse en vuelo estacionario (velocidad horizontal nula) a varios pies por encima de la superficie. El verdadero aterrizaje se realiza entonces en un lento descenso vertical de 0.90 a 1.20 mt (3 o 4 pies) hasta un punto elegido del helipuerto o en la plataforma de estacionamiento del helipuerto. Durante la fase final de aterrizaje, se puede volar lateralmente, para colocar el helicóptero en la posición más conveniente. Las velocidades de ascenso y de descenso varían de 30 a 60 nudos, dependiendo del tipo de aeronave.

2.2.2 Velocidades. Las velocidades normales del helicóptero varían desde cero (en vuelo estacionario) hasta 282 km/h (175 mph), depen-

CUADRO No 14 (a)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES.

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO			
	Bell Helicopter Company			
	47G-3B-2 47G-4A 47G-5	205A	206A	212
A. Longitud total (ft).....	43.2	57.1	39.1	57.1
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	37.12	48.0	33.3	48.0
C. Altura total (ft).....	9.3	14.4	9.5	13.1
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	8.3	7.2	6.3	6.5
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	5.83	8.5	5.2	8.5
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....				
G. Ancho de vía (ft).....	7.5	9.0	6.3	8.7
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	3.1	5.9	2.3	6.5
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....				
K. Número de rotores principales.....	1	1	1	1
L. Número de motores.....	1	1	1	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	SK	SK	SK	SK
N. Presión de llantas principales (psi).....				
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....				
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	2.34	5.25	3.84	5.52
R. Radio de giro (ft).....				
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Pistón 220 HP	Turboeje 1,400 HP	Turboeje 317 SHP	Turboeje 1,700 HP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)..	1/2	1/14	1/4	1/15
U. Máxima carga de pago (lbs).....	1,058	4,463	1,925	4,415
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	12	248	56	268
W. Capacidad de combustible (gal).....	57	215	76	215
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	1,475	4,750	1,675	5,000
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	2,950	9,500	3,350	10,000
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....				

+ SK - patines

CUADRO No. 14 (L)

CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO				
	Boeing- Boelkow	Boeing-Vertol			
		105	107-II	157	177
A. Longitud total (ft).....	38.9	83.3	110.4	139.2	98.9
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	32.2	50.0	63.0	70.0	60.0
C. Altura total (ft).....	12.9	16.9	21.2	30.0	19.0
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	9.0	9.9	11.2	11.6	7.4
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	6.2	NO	NO	NO	NO
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	-	24.8	31.6	45.7	22.5
G. Ancho de vía (ft).....	8.5	12.9	10.5	20.0	11.2
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	6.7	16.7	21.0	30.0	15.2
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	-	12.5	18.0	22.0	-
K. Número de rotores principales.....	1	2	2	2	2
L. Número de motores.....	2	2	2	3	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	SK	D	H	D	H
N. Presión de llantas principales (psi).....	-	150	88	-	28
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	-	150	88	-	88
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	5.5	4.8	8.1	9.3	8.1
R. Radio de giro (ft).....	-	51	81	102	56
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Turbocaje 400 HP	Turbocaje 1,250 SHP	Turbocaje 4,700 SHP	Turbocaje 4,700 SHP	Turbocaje 3,750 SHP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	1/4	3/25	3/57	3/93	3/33
U. Máxima carga de pago (lbs).....	1,600	5,000	11,400	18,600	17,273
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	45	169	300	510	1,440
W. Capacidad de combustible (gal).....	154	350	880	1,280	1,129
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	2,250	3,500	-	-	15,867
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	4,500	19,000	45,900	71,300	46,000
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....	-	25	-	-	78

+ SK - patines

D - triciclo doble con ruedas dobles en la nariz

H - cuatro ruedas, dobles adelante y simples atrás

CUADRO No 14 (c)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO				
	Brantly Helicopter (AROC)		R.J. Enstrom Corporation	Fairchild-Hiller Corporation	
	B-2B	305	F-28A	UH-12	FH-1100
A. Longitud total (ft).....	28.0	32.92	29.3	40.7	41.33
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	23.75	28.5	32.0	35.4	35.33
C. Altura total (ft).....	6.75	8.0	9.0	9.4	9.20
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	-	-	6.0	-	-
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	4.25	4.25	4.7	5.5	6.0
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	-	7.0	-	-	-
G. Ancho de vía (ft).....	5.7	6.83	6.55	7.5	7.2
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	-	-	3.1	-	-
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	.....				
K. Número de rotores principales.....	1	1	1	1	1
L. Número de motores.....	1	1	1	1	1
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	SK	C	SK	SK	SK
N. Presión de llantas principales (psi).....	-	30	-	-	-
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	-	28	-	-	-
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	3.77	4.65	2.67	2.85	2.80
R. Radio de giro (ft).....	.....				
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Pistón 180 HP	Pistón 305 HP	Pistón 205 HP	Pistón 305 HP	Turboeje 275 HP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	1/1	1/4	1/2	1/2	1/4
U. Máxima carga de pago (lbs).....	-	-	700	-	1,020
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	6	16.7	-	-	145
W. Capacidad de combustible (gal).....	31	43	30	46	-
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	835	-	1,075	1,400	1,375
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	1,670	2,900	2,150	2,800	2,750
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....	.....				

+ SK - patines      C - triciclo con ruedas dobles en la nariz

CUADRO No 14 (d)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO			
	Hughes Tool Company			Kaman Corporation
	300	269A	500E	K-700
A. Longitud total (ft).....	28.89	28.89	30.3	58.58
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	25.29	25.29	26.33	47.0
C. Altura total (ft).....	8.2	8.2	8.2	12.75
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	6.62	6.62	7.0	12.0
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	3.83	3.83	4.25	No hay
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....				
G. Ancho de vía (ft).....	6.3	6.3	6.8	8.33
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	2.75	2.75	2.4	-
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	-	-	-	6.25N/8.33M
K. Número de rotores principales.....	1	1	1	2
L. Número de motores.....	1	1	1	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	SK	SK	SK	E
N. Presión de llantas principales (psi).....	-	-	-	120
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....				
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	3.32	3.32	4.68	6.35
R. Radio de giro (ft).....	-	-	-	30
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Pistón 180 HP	Pistón 180 HP	Turboeje 278 HP	Turboeje 1,530 HP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	1/2	1/1	2/3	2/12
U. Máxima carga de pago (lbs).....	712	665	1,427	2,850
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	-	-	40	248
W. Capacidad de combustible (gal).....	30	30	64	200
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	835	835	1,275	-
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	1,670	1,670	2,550	8,400
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....				

+ SK - patines

E - triciclo doble con rueda de cola

CUADRO No 14 (e)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO			
	Lockheed Aircraft Company			Scheutzw Helicopter Corporation
	L-286	CL-1026	CL-1090	Modelo 8
A. Longitud total (ft).....	42.0	60.58	124.5	31.17
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	35.0	51.2	102.0	27.0
C. Altura total (ft).....	8.0	15.25	30.85	8.5
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	7.1	12.5	18.66	-
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	6.5	10.0	21.0	4.2
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	-	17.46	38.58	-
G. Ancho de vía (ft).....	4.0	9.0	12.5	7.0
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	3.3	4.16	9.16	2.7
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	-	12	20	-
K. Número de rotores principales.....	1	1	1	1
L. Número de motores.....	1	2	4	1
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	SK	A	A	SK
N. Presión de llantas principales (psi).....	-	120	200	-
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	-	90	205	-
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	5.61	11.35	9.88	2.70
R. Radio de giro (ft).....	-	34.6	66	-
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Pistón 550 SHP	Turboeje 3,435 SHP	Turboeje 3,750 SHP	Pistón 180 HP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	1/4	3/30	4/95	1/1
U. Máxima carga de pago (lbs).....	910	6,000	19,000	550
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	-	150	647	-
W. Capacidad de combustible (gal).....	80	418	1,400	22
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	2,350	10,200 P	32,400 P	775
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	4,700	23,500	80,690	1,550
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....				

+ SK - patines            A - triciclo con rueda en la nariz

CUADRO No 14 (F)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO			
	Sikorsky Aircraft Division			
	S-55	S-58	S-61L	S-61N
A. Longitud total (ft).....	62.2	65.8	72.83	72.83
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	53.0	56.0	62.0	62.0
C. Altura total (ft).....	15.25	15.9	17.0	18.83
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	8.17	9.67	12.25	12.63
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	8.75	9.5	10.33	10.33
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	10.5	28.25	23.47	23.9
G. Ancho de vía (ft).....	11.0	12.0	13.0	14.0
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	6.5	6.42	6.5	8.5
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	NA	NA	13	13
K. Número de rotores principales.....	1	1	1	1
L. Número de motores.....	1	1	2	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	F	B	E	E/Anfibio
N. Presión de llantas principales (psi).....	55	35	95	95
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	40	30	75	75
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	3.27	5.27	6.3	6.3
R. Radio de giro (ft).....	29.2	31	45.5	46.17
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Pistón 600 8HP	Pistón 1,525 8HP	Turboeje 1,500 SHP	Turboeje 1,500 SHP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	2/10	2/16	3/30	3/28
U. Máxima carga de pago (lbs).....	1,500	3,200	3,500	3,500
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	330	350	185	150
W. Capacidad de combustible (gal).....	185	290	410	410
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	2,100 P	5,750 P	4,225 P	4,225 P
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	7,200	13,000	19,000	19,000
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....	-	-	55	55

+ F - cuatro ruedas simples      B - triciclo con rueda de cola      E - triciclo doble con rueda de cola

CUADRO No 14 (g)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO		
	Sikorsky Aircraft Division		
	S-62	S-64	S-65
A. Longitud total (ft).....	62.25	88.5	88.2
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	53.0	72.0	72.0
C. Altura total (ft).....	16.0	25.4	24.9
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	9.17	13.17	9.9
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	8.75	16.0	16.0
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	17.83	24.42	27.0
G. Ancho de vía (ft).....	12.17	19.75	13.0
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	7.25	9.4	8.9
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	NA	-	17.0
K. Número de rotores principales.....	1	1	1
L. Número de motores.....	1	2	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	8/Anfibio	A	D/Anfibio
N. Presión de llantas principales (psi).....	75	95	95
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	60	115	100
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	3.68	10.3	10.3
R. Radio de giro (ft).....	25.5	54	50.83
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Turboeje 1,250 SHP	Turboeje 4,500 SHP	Turboeje 3,080 SHP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	2/12	3/2	3/38
U. Máxima carga de pago (lbs).....	1,400	20,000	15,400
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	440	-	14,425
W. Capacidad de combustible (gal).....	182	880	627
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	3,480 P	17,700 P	7,800 P
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	7,900	42,000	42,000
Z. Area de la huella del neumático (sq.in).....	-	175	79

+ B - triciclo con rueda de cola

A - triciclo con rueda en la nariz

D - triciclo doble con ruedas dobles en la nariz

CUADRO No 14 (n)  
CARACTERISTICAS DE LOS HELICOPTEROS  
SUMINISTRADAS POR LOS FABRICANTES

RELACION DE DATOS	FABRICANTE Y MODELO		
	Sikorsky Aircraft Division		Lear Industries Inc.
	S-65-200 Compuesto	ABC Airliner	Gates Twinjet
A. Longitud total (ft).....	97.5	132.0	47.7
B. Diámetro del rotor principal (ft).....	79.0	94.0	40.0
C. Altura total (ft).....	27.75	35.5	12.3
D. Altura suelo-rotor principal (ft).....	13.33	21.5	9.0
E. Diámetro del rotor de cola (ft).....	20.0	No hay	6.8
F. Distancia entre ejes de ruedas (ft).....	34.08	57.0	11.1
G. Ancho de vía (ft).....	14.33	17.0	5.0
H. Altura suelo-rotor de cola (ft).....	8.0	No hay	2.25
J. Espaciamiento entre ruedas (in).....	18.3	26.0	-
K. Número de rotores principales.....	1	2	1
L. Número de motores.....	3	2	2
M. +Tipo del tren de aterrizaje.....	D	D	F
N. Presión de llantas principales (psi).....	220	225	75
P. Presión de llantas de la nariz (psi).....	235	225	-
Q. Empuje del rotor (lbs/sq.ft).....	13	15	4.8
R. Radio de giro (ft).....	53	78	11.2
S. Motor propulsor (tipo y potencia).....	Turboeje 5,500 SHP	Turboventilador 17,300 SHP	Turboeje 474 SHP
T. Número de asientos (tripulación/pasajeros)...	4/86	5/110	2/8-12
U. Máxima carga de pago (lbs).....	17,200	22,000	2,700
V. Máxima capacidad de carga (cu.ft).....	500	880	70
W. Capacidad de combustible (gal).....	1,350	2,400	180
X. Carga máxima por rueda/patines (lbs).....	13,250 P	18,000 P	1,500
Y. Peso bruto máximo (lbs).....	63,600	104,000	6,000
Z. Área de la huella del neumático (sq.in).....	-	-	20

+ D - triciclo doble con ruedas dobles en la nariz

F - cuatro ruedas simples

diendo del tipo de helicóptero. Los helicópteros compuestos del futuro podrán alcanzar velocidades de hasta 563 km/h (350 mph).

Los helicópteros raramente necesitan volar a más de 300 a 450 metros (1000 a 1500 pies) por encima del suelo, aunque muchos pueden hacerlo a más de 3000 metros (10,000 pies) sobre el nivel del mar.

2.2.3 Características de Seguridad. El helicóptero tiene varias características de seguridad exclusivas, siendo una de las principales la posibilidad de efectuar el vuelo estacionario a unos cuantos pies del suelo, mientras se llevan a cabo varias verificaciones de seguridad importantes antes de someter el helicóptero al pleno despegue. El helicóptero emplea una parte considerable de su potencia en realizar el vuelo estacionario, y el piloto es capaz de mantener la aeronave en esta posición mientras él comprueba todos los instrumentos, para asegurarse de que el motor y los demás accesorios funcionan correctamente. Asimismo, él puede comprobar si todos los mandos de vuelo funcionan adecuadamente y si la aeronave está cargada de acuerdo a los límites de seguridad de peso y centraje. Otra característica en cuanto a la seguridad del helicóptero es que puede efectuarse un aterrizaje de precaución casi en cualquier sitio, en caso que el piloto reciba alguna indicación de que uno de los componentes no funciona correctamente.

2.2.4 Operación de Emergencia. En caso de que se pare el motor o en otra situación de emergencia en vuelo, el helicóptero monomotor puede planear hasta efectuar un aterrizaje seguro por medio de la autorrotación. Durante esta maniobra, el rotor principal sigue girando libremente, desacoplado del motor, y produce la suficiente sustentación para que el helicóptero pueda planear hasta realizar un aterrizaje satisfactorio.

Los helicópteros monomotores no son capaces de continuar el vue-

lo a nivel si se para el motor y deben realizar un aterrizaje por autorrotación de inmediato. En la mayoría de los casos, los helicópteros de varios motores pueden continuar el vuelo a nivel con un motor no operativo. Pero hay ciertos casos, sin embargo, en que ellos no pueden continuar el vuelo a nivel y deben descender gradualmente a un área de aterrizaje despejada. Es necesario que las rutas de vuelo para todos los helicópteros monomotores y algunos helicópteros multimotores, sean seleccionadas de tal manera de poder proporcionar lugares adecuados para aterrizajes de emergencia a lo largo de la ruta.

## CAPITULO III. LOS HELIPUERTOS

3.1 GENERALIDADES.- Se hace la clasificación de helipuertos para indicar las diferencias principales en los tipos de instalaciones para las operaciones de helicópteros. La clasificación ayuda en el planeamiento y la zonificación de helipuertos, y sirve para enumerar los factores operacionales que influyen en las consideraciones respecto al aprovechamiento del terreno, y las instalaciones y servicios auxiliares.

3.1.1 Dimensiones. Un helipuerto puede ser de tamaño superior al mínimo recomendado en el presente trabajo. En el Capítulo V, se trata acerca de la capacidad y dimensiones de los helipuertos privados y públicos. El tamaño se refiere a las dimensiones del área de aterrizaje y de despegue.

3.1.2 Tipos de Helicópteros. Los tipos de helicópteros se refieren a los que figuran en las siguientes categorías :

(1) Los helicópteros de la categoría normal son aparatos de 2,700 Kg (6,000 lbs) o menos, de peso total máximo, que se utilizan principalmente en vuelos privados, de negocios, fletados o comerciales, excluidas las operaciones de transporte aéreo.

(2) Los helicópteros de la categoría de transporte son aparatos monomotores o multimotores de peso ilimitado, utilizados en los servicios de pasajeros, regulares o no regulares.

3.1.3 Instalaciones Auxiliares. Estas pueden incluir las instalaciones para pasajeros y/o carga, estacionamiento de helicópteros, abastecimiento de combustible e instalaciones de mantenimiento en el helipuerto. Una heliestación no tiene ninguna de estas instalaciones, y sólo es un punto de carga y descarga, de pasajeros o carga.

3.2 CLASIFICACION DE LOS HELIPUERTOS.- Existe un gran desacuerdo entre las diferentes entidades, sobre las denominaciones y tipos en los que pueden clasificarse estas estaciones terminales de helicópteros. No obstante, parece conveniente una primera división en dos grandes grupos, en relación con los objetivos que cumplen y las funciones que desarrollan.

Así, se da el nombre de " helipuertos " a los terminales de los servicios regulares de helicópteros que, como tales, necesitan estar dotados de ayudas de vuelo visuales (VFR : Visual Flight Rules) e instrumentales (IFR : Instrument Flight Rules), y cumplir con las condiciones dimensionales convenientes para poder estar abiertos al tráfico con toda seguridad y regularidad el 95 % de días como mínimo.

El nombre de " heliestaciones " se reserva a los terminales destinados a recibir el tráfico irregular o eventual de los helicópteros, sean dependientes de servicios públicos o de propiedad particular.

Por su situación, tanto unos como otros pueden ser terrestres, en azoteas, en islas artificiales, muelles, puentes, etc. según el lugar de emplazamiento elegido.

Los helipuertos se clasifican de acuerdo con el uso a que se destinan, en lo referente a los helipuertos civiles, del modo siguiente :

Clase I - Privado

Clase II - Público (Pequeño)

Clase III - Público (Grande)

Un helipuerto privado es todo aquél cuyo uso se limita al propietario o a las personas autorizadas por éste. Los helipuertos de hospitales y del departamento de policía se clasifican como helipuertos privados dado que su utilización está restringida.

Un helipuerto público es todo aquél que está abierto al público en general y en el que no se requiere autorización previa del propietario para aterrizar. Sin embargo, las instalaciones y servicios que se proporcionen pueden limitar las operaciones a los helicópteros de determinadas dimensiones o pesos.

Los helipuertos se subclasifican, además, según las instalaciones auxiliares de que disponen, del modo siguiente :

Subclase A - Instalaciones auxiliares mínimas, sin edificios, mantenimiento ni abastecimiento de combustible (una heliestación).

Subclase B - Instalaciones auxiliares limitadas, sin mantenimiento ni abastecimiento de combustible.

Subclase C - Instalaciones auxiliares completas, incluyendo mantenimiento y abastecimiento de combustible.

Cualquier helipuerto puede ser de propiedad o funcionamiento privado o público. El que sea privado o público no afecta su subclasificación.

3.3 DESIGNACION DE HELIPUERTOS.- Un helipuerto se reconoce y se define como un área para el aterrizaje y despegue de helicópteros, pero no cualquier sitio utilizado para este propósito necesita ser denominado como helipuerto. Muchas áreas libres, normalmente utilizadas para otros propósitos pueden recibir operaciones ocasionales o eventuales de helicópteros. Para diferenciar estos lugares de los helipuertos, aquéllos se designan como " Areas de Aterrizaje fuera del Helipuerto " . Se hace esta distinción para enfatizar que no es necesario ni factible el establecer un helipuerto para todas las operaciones de los helicópteros. El hecho de restringir a los helicópteros solamente a la utilización de las áreas oficialmente designadas como helipuertos, limitaría innecesariamente la utilidad

de esta versátil aeronave.

- a. Aplicación. No es práctico recomendar criterios para zonas de aterrizaje que serían utilizadas eventualmente. Este trabajo se aplica sólo a los lugares que se desarrollan para servir regularmente a los helicópteros durante el futuro previsible.
- b. Estado de Desarrollo. El grado de desarrollo de los helipuertos se fomenta cuando se ha juzgado innecesario o no económico el construir una instalación a su máxima capacidad o potencial desde un inicio. Los helipuertos desarrollados en una escala modesta para cubrir las necesidades actuales pueden generalmente ser ampliados o modificados para poder cubrir los mayores requerimientos del futuro, previendo un suficiente espacio de terreno para su desarrollo.

3.4 HELIPUERTOS DE SERVICIOS ESPECIALES.- En muchas ciudades, diferentes gobiernos han provisto de servicios especiales a la comunidad. Estos servicios incluyen patrulla de policía, control del tráfico, extinción de incendios y transporte de emergencia en ambulancias aéreas. Los beneficios potenciales de tales operaciones, recién comienzan a ser reconocidos. Se puede anticipar que se desarrollarán una multitud de helipuertos para servicios especiales en ciudades a todo lo largo y ancho del país. Un ejemplo de este tipo es el helipuerto de los hospitales.

## CAPITULO IV. ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO

La elección del emplazamiento de un helipuerto lleva implícitas cuatro consideraciones importantes : 1) la localización y el trazado deseados; 2) la seguridad operacional; 3) el efecto en el espacio aéreo de navegación; y 4) el efecto en las comunidades circundantes (ó cercanas). Cada una de estas consideraciones se examina someramente, a fin de proporcionar una base general para la elección del emplazamiento.

4.1 LOCALIZACION Y TRAZADO.- Los helipuertos pueden estar situados en el suelo o sobre estructuras adecuadas, en tierra o sobre el agua. Los emplazamientos a nivel del suelo son los menos costosos de preparar, y normalmente proporcionan el acceso más comodo para las personas que utilizan el helipuerto. En comparación, las azoteas u otras estructuras elevadas pueden reducir o eliminar la adquisición de terrenos, y frecuentemente proporcionan mejor acceso en vuelo hasta el helipuerto.

El trazado del helipuerto depende principalmente de las características de operación de los helicópteros y del tipo de instalaciones auxiliares que se deseen. Por lo tanto, si se desea una instalación de aterrizaje mínima para un helicóptero, y no se requieren instalaciones auxiliares, será suficiente un emplazamiento relativamente pequeño. El trazado debe estar de acuerdo con las recomendaciones del Capítulo V.

La demanda de travesías de corta duración exige que la consideración preponderante sea el ahorro de tiempo y la mayor comodidad de los pasajeros; de lo contrario, los beneficios de la modalidad de transporte por helicóptero dejarían de obtenerse plenamente. La elección del emplazamiento requiere la determinación de las fuentes

geográficas de la demanda de tráfico. Para tomar una decisión documentada es necesario comparar el tiempo total de viaje con el de otros medios de transporte.

Antes de estudiar la elección del emplazamiento para los helipuertos públicos, debe determinarse si se han hecho otros estudios, tales como un plan para un sistema de aeropuertos metropolitanos. Asimismo, el estudio para la elección del emplazamiento debe relacionarse con el plan general y el plan de transporte para toda el área. Estos últimos planes serán de ayuda para la elección del emplazamiento del helipuerto, por cuanto pueden contener información acerca de los proyectos de utilización del terreno y datos sobre el origen y destino del transporte de superficie. Este procedimiento puede proporcionar un medio de comparar los tiempos de viaje de los helicópteros con los tiempos de viaje proyectados de otros medios de transporte.

Desde el punto de vista económico, y con el objeto de obtener la máxima eficacia, es absolutamente necesario que las estaciones terminales de helicópteros estén situadas próximas a los centros de los núcleos generadores de tráfico (Torre del Centro Cívico, Crillón, Bolívar, etc), y que operen éstos en las zonas edificadas centrales de las grandes ciudades, hacia el aeropuerto. De otra manera dejará de tener eficacia este tipo de transporte y no podrá tener éxito comercial alguno. En el estudio de velocidades efectivas obtenidas con los diferentes medios de transporte, así como en el ahorro de tiempo, se ha partido de la base de que la distancia desde cualquier punto del núcleo de la población a la estación terminal sea, como máximo, un recorrido de cinco minutos de duración, lo que obliga a que con las velocidades conseguidas en las poblaciones de alto tráfico rodado tengan que situarse dentro de un radio de 1.5 a 2.5 kilómetros, cifras que pueden aumentarse si se consigue en la población un acceso despejado y rápido al helipuerto.

Esta circunstancia exige, en ciertas poblaciones, más de un helipuerto, que sirviendo a diferentes zonas den lugar a un mayor rendimiento en el transporte.

El número de helipuertos necesario tendrá, por tanto, que ser determinado sobre la base de que los grandes grupos de pasajeros tengan un rápido y cómodo acceso a los mismos, pero al mismo tiempo debe mantenerse este número lo bastante reducido para asegurar la frecuencia conveniente de servicios en cada uno de los helipuertos. Una consideración importante a tener también en cuenta, será la comparación económica entre el costo de varios pequeños helipuertos y uno grande, y las posibilidades de encontrar las áreas convenientes en zonas urbanas de alto costo superficial.

El número de helipuertos comerciales debe ser en todo caso reducido al máximo, por la necesidad que existe de centralizar el control del tráfico aéreo en toda la ciudad, problema que se reduce al disminuir el número de puntos de utilización. No obstante, cuando existan varias áreas generadoras de tráfico, será preciso el establecimiento de uno o varios helipuertos o heliestaciones adicionales.

Para el fácil acceso a los helipuertos deberían tener éstos, servicios de transporte urbano masivo, subterráneos o no, y de autobuses, así como un acceso franco de automóviles y una disposición adecuada de los servicios para reducir a 250 metros como máximo, las distancias a pie que necesiten recorrer los pasajeros.

#### 4.1.1. Distancias e interferencias entre helipuertos y aeropuertos.

La existencia de varios helipuertos en un núcleo de población origina, en general, interferencias en el tráfico, que es preciso evitar, por lo que hay que establecer los espacios aéreos necesarios a cada una de las instalaciones, y fijar las distancias a que pueden estar situados.

Depende esta distancia de los medios empleados en el acceso aéreo a los mismos, y no existe razón particular alguna para que en caso de vuelo visual no se puedan situar a cualquier distancia.

En caso de vuelo instrumental, es necesario recurrir a situarlos, o muy juntos en lugares adyacentes, o muy separados para evitar interferencias. En todo caso, las distancias intermedias son las que originan mayores inconvenientes. Por otra parte, la distancia mínima entre dos helipuertos estaría determinada, en gran parte, por las direcciones en que convergieran las rutas, y si las que alimentan a un helipuerto no pasan sobre el otro, sería posible emplazarlos más próximos.

De todos modos, es necesario estudiar las trayectorias de aproximación de vuelo instrumental en cada uno de los helipuertos, para evitar conflictos, así como fijar los espacios aéreos particulares, que serían los únicos espacios regidos por las torres de control de cada uno de ellos.

En el estudio del tráfico aéreo de la zona, se deberá tener en cuenta la interferencia que pueda existir con las rutas servidas por aeroplanos, considerando detalladamente los problemas de control de tráfico y los espacios aéreos de cada uno de los diferentes servicios. Los helicópteros deberán tener libertad absoluta de operar, sin que haya restricciones impuestas por otras aeronaves, y, por tanto, es necesario cerciorarse de que el emplazamiento del helipuerto estará fuera de los sectores de aproximación y acceso a los aeropuertos.

4.1.2 Condiciones atmosféricas de la zona. En el estudio del lugar de emplazamiento influirán de manera análoga a los aeropuertos las cualidades meteorológicas de la zona, y aunque hasta el presente no ha existido la necesidad de ninguna otra cualidad especial en los emplazamientos, conviene considerar las circunstancias locales

que concurren en el lugar, que es posible no puedan llamarse meteorológicas, y es la razón de agruparlas bajo el título anterior. Existe un primer punto a considerar en las operaciones metropolitanas, sobre la presencia de humos que perjudican la visibilidad. Estos humos reducen, por lo menos, el número de operaciones con visibilidad, perjudicando los accesos al helipuerto o heliestación, que debe cumplir como condición básica, que el número de operaciones con visibilidad sean las máximas.

Por otra parte, el helicóptero es afectado por la dirección y velocidad del viento en los aterrizajes y despegues, sobre todo por los vientos de cola, que impiden las operaciones, por lo que es necesario tener en cuenta las direcciones principales de operaciones y prever, en la mayoría de los casos dos direcciones opuestas. Ráfagas, turbulencias, y corrientes descendentes perjudiciales, se producen de manera especial en las zonas urbanas.

En relación con los vientos de costado, la mayor dificultad consiste durante el rodaje de los helicópteros monomotores. No obstante, pueden estos helicópteros volar con velocidades laterales hasta de 25 nudos (45 Km/h), por lo que, si no puede llegarse a establecer esta cifra como componente normal del viento en el aterrizaje, casi se le aproxima. Por otra parte, es muy poco frecuente que un helicóptero tenga en realidad que aterrizar con viento de costado, porque, aun cuando sea necesario efectuar la aproximación de esta forma, es generalmente posible aproar las aeronaves al viento en el momento del contacto con el suelo. De este modo será factible a un helicóptero tomar tierra con vientos de costado hasta de 40 nudos (75 km/h). Se adoptan sistemas en la actualidad para evitar las dificultades de rodaje de estos helicópteros monomotores, que consisten en dotar a los aparatos de trenes de aterrizaje giratorios.

Los helicópteros bimotores tándem, no presentan dificultad alguna con los vientos de costado; no obstante, y aunque exista la posibilidad de construir helipuertos de una sola dirección de aproximación, conviene dejar este tipo de helipuertos para aquellos lugares en que las direcciones de los vientos son muy fijas y definidas. Por otra parte, el problema de aproximación en dirección única significa una trayectoria de despegue también única, lo que lleva consigo el problema de los vientos de costado en tierra, que deben evitarse.

Como mínimo, deben conseguirse dos direcciones de aproximación opuestas, para evitar vientos de cola, más perjudiciales aún que los de costado.

La proximidad de grandes edificios da origen a turbulencias, que deberán ser mínimas en el lugar del emplazamiento de un helipuerto, especialmente cuando estas turbulencias causan corrientes descendentes, peligrosas desde todo punto de vista. El alcance o carácter de las turbulencias no pueden ser previstas para una condición determinada de los edificios circundantes, por lo que será necesario efectuar mediciones de dirección y de velocidad del viento durante un espacio de tiempo tan largo como sea posible, para poder deducir las condiciones especiales del lugar.

4.2 SEGURIDAD OPERACIONAL.- Una de las consideraciones más importantes en cuanto a la seguridad de un helipuerto, consiste en la disponibilidad de trayectorias adecuadas de aproximación-salida que lleguen hasta el helipuerto. Estas trayectorias deberían pasar sobre terrenos en los que existan áreas adecuadas utilizables para aterrizajes de emergencia, en relación a la altitud propuesta del helicóptero y su performance de autorrotación. Esta precaución es

necesaria para todos los helicópteros excepto los multimotores que puedan mantenerse en vuelo con un solo motor. Es corriente procurar que las rutas de aproximación-salida pasen sobre vías acuáticas, playas, parques, campos de golf, terrenos industriales y terrenos sin construir. Otras vías recomendadas son las que coinciden con las carreteras, autopistas y terrenos despejados con un mínimo de obstáculos. El objetivo es proporcionar puntos de aterrizaje de emergencia adecuados para el caso de que se produzca una falla de la propulsión. Generalmente se evita que las rutas pasen sobre zonas urbanas residenciales, parques de recreo, distritos comerciales y otras áreas densamente pobladas. Como mejor se realiza una evaluación precisa del emplazamiento de un helipuerto y de sus rutas, así como de los posibles obstáculos para el vuelo, es haciendo una verificación mediante un vuelo en helicóptero, junto con una inspección detallada del lugar del emplazamiento. Cuando se ha determinado que la operación de un helipuerto es aceptable, basándose en puntos de aterrizaje de emergencia concretos, entonces deben tomarse medidas concertadas para asegurar la continuación de la existencia de estas zonas de emergencia. Varios helipuertos se han visto forzados a cesar en sus operaciones a causa de la eliminación de áreas de aterrizaje de emergencia debido a construcciones o cambios en la utilización del terreno. Los comentarios no se aplican a las operaciones de helicópteros en ruta.

4.3 EFEECTO EN EL USO DEL ESPACIO AEREO.- Es necesario estudiar la mayoría de los emplazamientos de helipuertos proyectados para determinar el efecto que su utilización podrá tener en el uso eficiente y seguro del espacio aéreo. Este aspecto de la elección del emplazamiento es extremadamente importante, particularmente cuando el lugar se encuentra cerca de un aeropuerto de mucho tránsito o

de otras actividades aeronáuticas establecidas. Los emplazamientos de helipuertos que pudieran perturbar las operaciones de aterrizaje y despegue de un aeropuerto establecido o estar en conflicto con los procedimientos de vuelo por instrumentos establecidos, o que pudieran afectar de algún otro modo la utilización eficiente y segura del espacio aéreo por las aeronaves, se considerarían inobjetable normalmente a no ser que pudieran elaborarse procedimientos para asegurar la compatibilidad de las operaciones.

4.4 EFFECTO EN LA COMUNIDAD CIRCUNDANTE.- Como los helicópteros pueden operar con seguridad en emplazamientos de reducidas dimensiones, frecuentemente se proyectarán helipuertos para áreas en las que anteriormente no ha habido ninguna actividad aeronáutica.

En consecuencia, el proyectista es muy probable que tenga que tomar parte activa en el aleccionamiento del público, especialmente de los propietarios de viviendas cercanas, acerca de las características especiales del helicóptero que hacen que resulte aceptable en lugares próximos a las zonas habitadas.

#### 4.4.1 Leyes Locales.

a) Las leyes de zonificación guardan una relación muy importante con los helipuertos. El examen de los reglamentos existentes relativos a zonificación y otros asuntos similares y las prácticas de diversas ciudades, indican que las leyes locales son mayormente inadecuadas en lo que atañe a los helipuertos. Algunos reglamentos de zonificación urbana se refieren a los aeropuertos, pero normalmente éstos aportan criterios de zonificación más restrictivos de lo que sería apropiado para los helipuertos. En consecuencia, con frecuencia es necesario revisar los reglamentos relativos a la zonificación, a fin de que tengan debidamente en cuenta esta singular faceta del transporte moderno.

b) En general, los reglamentos de zonificación deberían tratar los helipuertos como un uso permitido en las zonas industriales, fabriles, agrícolas o sin zonificar. Además, pudiera permitirse o aceptarse condicionalmente la utilización de algunos helipuertos (especialmente los que no disponen de instalaciones auxiliares o los que solo tienen instalaciones limitadas) en ciertos distritos comerciales, de ventas al por menor y de negocios. También debería preverse en grado razonable en las leyes apropiadas el uso ocasional o infrecuente, con poco tiempo de aviso, de lugares de aterrizaje para helicópteros.

4.4.2 Restricciones de Zonificación en cuanto a Altura. La selección de trayectorias de aproximación-salida y el establecimiento de restricciones de zonificación en cuanto a la altura, para proteger a los helipuertos de propiedad pública, son pasos importantes en el proceso de elección del emplazamiento. Los reglamentos de zonificación del helipuerto deberían incluir un mapa con las superficies imaginarias apropiadas para el helipuerto. Este mapa debería identificar las limitaciones de altura de toda propiedad en la vecindad del helipuerto.

4.4.3 Niveles de Ruido. El ruido causado por las operaciones de helicópteros dentro de áreas pobladas o cerca de éstas, es un factor importante que ha de tenerse en cuenta en el planeamiento de helipuertos. Un helipuerto debería estar situado de modo que el ruido producido por los helicópteros no cause molestias indebidas a los habitantes de los alrededores. El ruido del helicóptero es mayor directamente por debajo de la trayectoria de vuelo, al despegar y al aterrizar. Al principio, muchas personas prestarán una atención especial al ruido del helicóptero, por ser un tipo de sonido distinto del que están acostumbrados a oír. Por lo tanto, es dentro del área adyacente donde debe prestarse atención a los niveles de

ruido. Cada caso debería evaluarse de acuerdo con sus circunstancias especiales. Si en un área particular el ruido del helicóptero en operaciones terrestres sigue siendo un problema, se puede lograr disminuir el ruido construyendo cercas amortiguadoras de sonido, colocando plantíos de arbustos, u otro material absorbente de sonido.

4.5 HELIPUERTOS SITUADOS EN AEROPUERTOS.- A medida que aumenta el número de operaciones de helicópteros hacia un aeropuerto, deberían establecerse áreas designadas para helipuertos dentro del mismo. Las operaciones de enlace de los helicópteros con las áreas del centro de la ciudad y las comunidades circundantes deberían aterrizar y despegar en lugares convenientemente situados respecto a las instalaciones del terminal.

El área de aterrizaje y despegue debería estar situada de tal manera que :

- a) se obtengan trayectorias de aproximación-salida libres de obstáculos;
- b) se proporcione una separación adecuada respecto al tránsito de aviones. La distancia entre el eje de la pista del aeropuerto y el helipuerto debería determinarse basándose en el criterio utilizado para la clasificación del aeropuerto;
- c) quede cerca de los lugares donde han de efectuar su presentación antes del vuelo los pasajeros de los aviones; y
- d) se evite que durante el rodaje se mezclen los aviones y los helicópteros.

Los posibles lugares para el emplazamiento de helipuertos dentro de un aeropuerto incluyen :

- a) la azotea del edificio terminal;
- b) la plataforma adyacente al edificio terminal utilizada por los aviones;

- c) una azotea sobre el área de estacionamiento de automóviles; y
- d) otras áreas al nivel del suelo cerca del edificio terminal, pero separadas de la plataforma para los aviones.

Todos los emplazamientos arriba mencionados tienen sus ventajas y sus inconvenientes. Normalmente, un emplazamiento a nivel del suelo es más fácil de establecer. Una manera poco costosa de lograr este tipo de emplazamiento consiste en reservar parte de la plataforma terminal de los aviones para el aterrizaje y despegue de los helicópteros. Otro plan consiste en construir una zona especial para operaciones de helicópteros en la parte aeronáutica del edificio terminal.

4.6 ORIENTACION.- Aunque los helicópteros pueden maniobrar con vientos de costado relativamente fuertes, las áreas de despegue y de aterrizaje deberían estar orientadas de modo que las operaciones puedan hacerse contra el viento. Otras consideraciones que afectan a la orientación son las áreas habitadas adyacentes, las áreas restringidas, la topografía del lugar y los obstáculos. Se deben tomar en cuenta las consideraciones expuestas en el acápite 4.1 y las recomendaciones del capítulo V.

## CAPITULO V. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS HELIPUERTOS

5.1 GENERALIDADES.- La mayoría de los helipuertos que están actualmente en funcionamiento, en el mundo, son de uso privado y se emplean para fines diversos, pero generalmente están relacionados con las actividades de empresas privadas. Los helicópteros que utilizan estos helipuertos son predominantemente pequeños y de un solo motor. Sin embargo, varias empresas se han interesado recientemente en helicópteros mayores de un solo motor, y de tamaño mediano con dos motores, para el transporte de personal ejecutivo. Se espera que esta tendencia continúe, especialmente en las principales áreas metropolitanas. El desarrollo de los servicios regulares de helicópteros para el transporte público se ha limitado a las áreas de varias de las ciudades más importantes y pobladas del mundo; Nueva York, Chicago, Los Angeles, San Francisco, Londres, etc.

La totalidad de dichos servicios han sido prestados en operaciones dentro de la ciudad hasta el aeropuerto y entre aeropuertos. Esta situación es probable que prevalezca hasta que entren en servicio los helicópteros o aeronaves VTOL de la próxima generación.

Dos de los beneficios fundamentales que pueden esperarse de esta modalidad de transporte en etapas cortas son :

- a) el establecimiento de mejor servicio para el público,
- b) el alivio de la congestión en el espacio aéreo o en tierra, o en ambos a la vez, en los grandes aeropuertos utilizados por aeronaves que presten servicios de larga distancia.

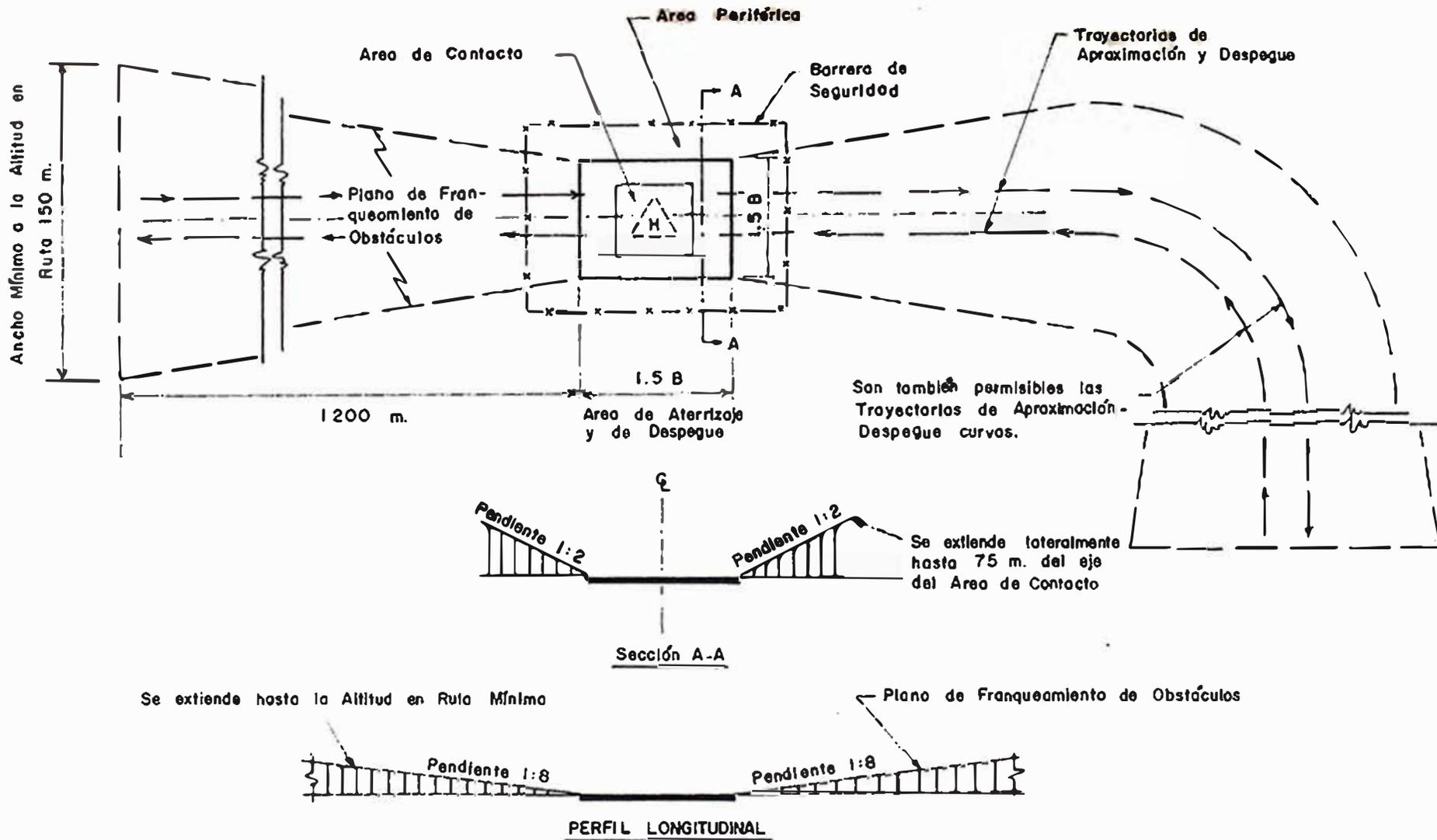
5.2 TRAZADO DEL HELIPUERTO.- Las dimensiones, forma e instalaciones de los helipuertos se determinan por una diversidad de factores relacionados entre sí, principalmente la naturaleza del emplazamiento disponible, las dimensiones y performance del helicóptero,

y los edificios u otros objetos que se hallen en el área circundante. Aunque los helipuertos pueden ser de forma cuadrada, rectangular o circular, pueden resultar igualmente funcionales los de forma irregular. Los requisitos mínimos de seguridad operacional no variarán de un trazado a otro.

5.2.1 Dimensiones de los Helipuertos. Las dimensiones de los elementos de operación de los helipuertos dependen del helicóptero o helicópteros que se espera hayan de utilizarlos y del grado y extensión de actividades previsto. La administración del helipuerto debería efectuar un estudio de planificación general amplio y tratar de prever las condiciones futuras hasta donde sea posible. Sería muy costoso que el helipuerto llegase a resultar anticuado prematuramente.

a) Áreas de Aterrizaje y de Despeque. Las dimensiones del área de aterrizaje y de despeque (Figura No. 10) deberían ser suficientes para acomodar cualquiera de los diversos modelos de helicópteros que se espera utilizarán el helipuerto. En el caso de un helipuerto privado, la longitud mínima que se recomienda para el área debería ser por lo menos 1.5 veces la longitud total del helicóptero; el ancho del área debería ser también 1.5 veces la longitud total del helicóptero. Los helipuertos públicos deberían tener un área de aterrizaje y de despeque, con una longitud igual por lo menos a 2 veces la longitud total del helicóptero y un ancho de 1.5 veces la longitud total del helicóptero (Figura No. 11).

b) Excepciones de las recomendaciones referentes al área de aterrizaje y de despeque. Pueden resultar aceptables dimensiones inferiores a las indicadas más arriba, si el emplazamiento está rodeado de un área periférica excepcionalmente extensa. Un ejemplo de tal helipuerto sería un muelle que se prolongara hacia el agua y que tuviera aproximaciones sin obstáculos por sus tres lados. Por



NOTA: La dimensión B es igual a la longitud total del helicóptero.

FIGURA Nº 10 TRAZADO DE UN HELIPUERTO PRIVADO

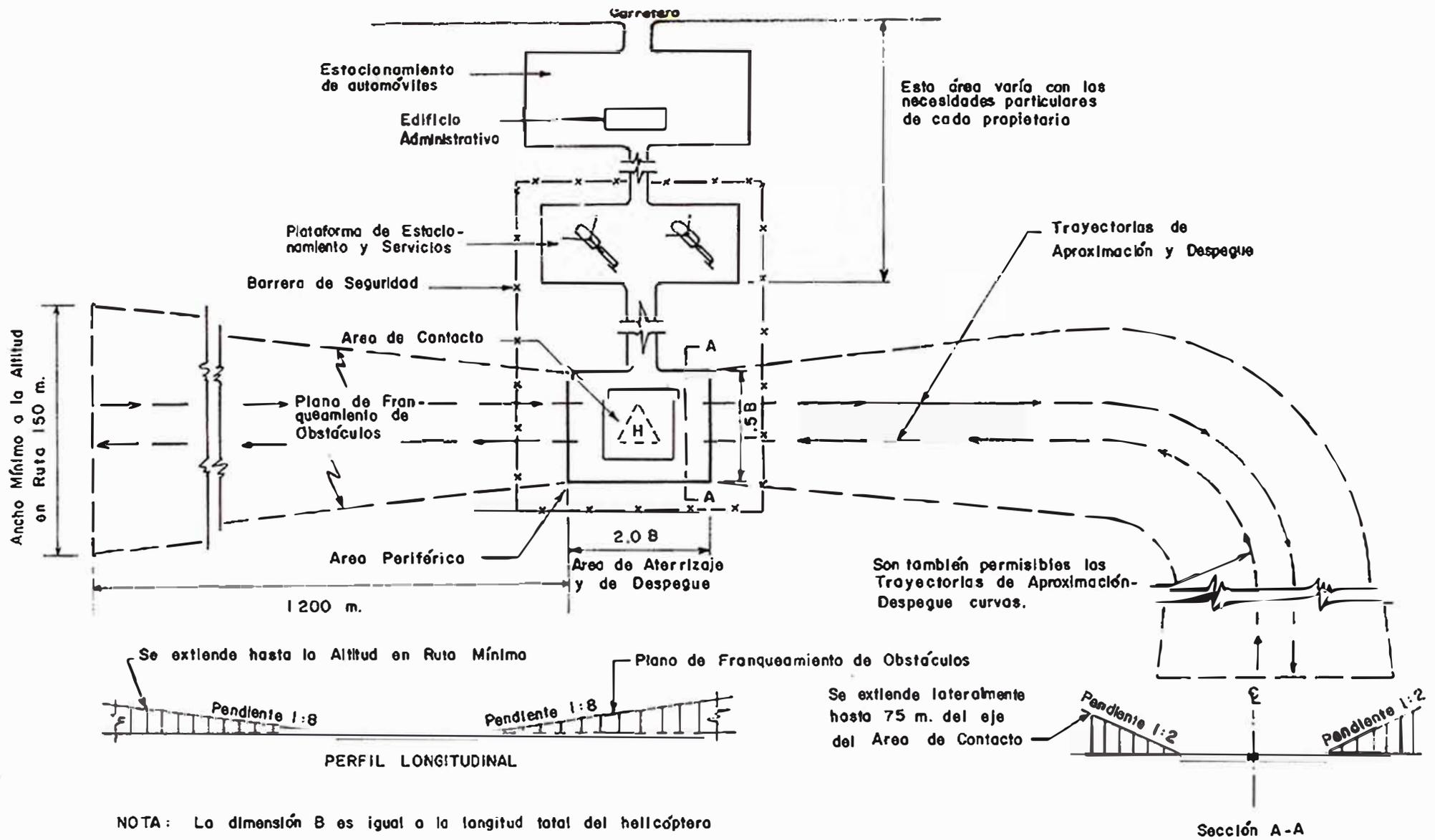
otra parte, en el caso de un helipuerto elevado podría necesitarse una longitud mayor para el área de despegue si no hay lugares adecuados para aterrizaje de emergencia, disponibles a lo largo de la ruta de salidas.

c) Helipuertos Circulares. En el caso de los helipuertos circulares, el diámetro del área de aterrizaje y de despegue debería ser igual a la dimensión mayor recomendada anteriormente para cada clase de helipuerto.

d) Helipuertos cuya elevación sea de menos de 300 metros (1000 pies) sobre el nivel del mar. Se aplican las dimensiones mínimas recomendadas anteriormente para el área de aterrizaje y de despegue, para todos los helipuertos cuya elevación sobre el nivel del mar sea de 300 metros (1000 pies) o menos.

e) Helipuertos cuya elevación sea de más de 300 metros (1000 pies) sobre el nivel del mar. Para elevaciones de más de 300 metros (1000 pies) por encima del nivel del mar, se recomienda incrementar la longitud del área de aterrizaje y de despegue, o el diámetro (si fuera circular) en 15 % por cada 300 metros (1000 pies) de elevación, por encima de 300 metros (1000 pies) sobre el nivel del mar; aún cuando, generalmente, no es necesario un aumento en el tamaño de los helipuertos, si los helicópteros están provistos de sobrealimentación capaz de proporcionarles una performance adecuada o si se reduce la carga para obtener dicha performance.

f) Área de Contacto. Las dimensiones del área de contacto deben ser iguales al diámetro del rotor del helicóptero. Sin embargo, para los helicópteros pequeños, un área de contacto de 6 x 6 metros (20 x 20 Pies) se ha estimado suficiente. La resistencia de la superficie en esta área debería calcularse para que resista la carga dinámica de las ruedas del helicóptero.



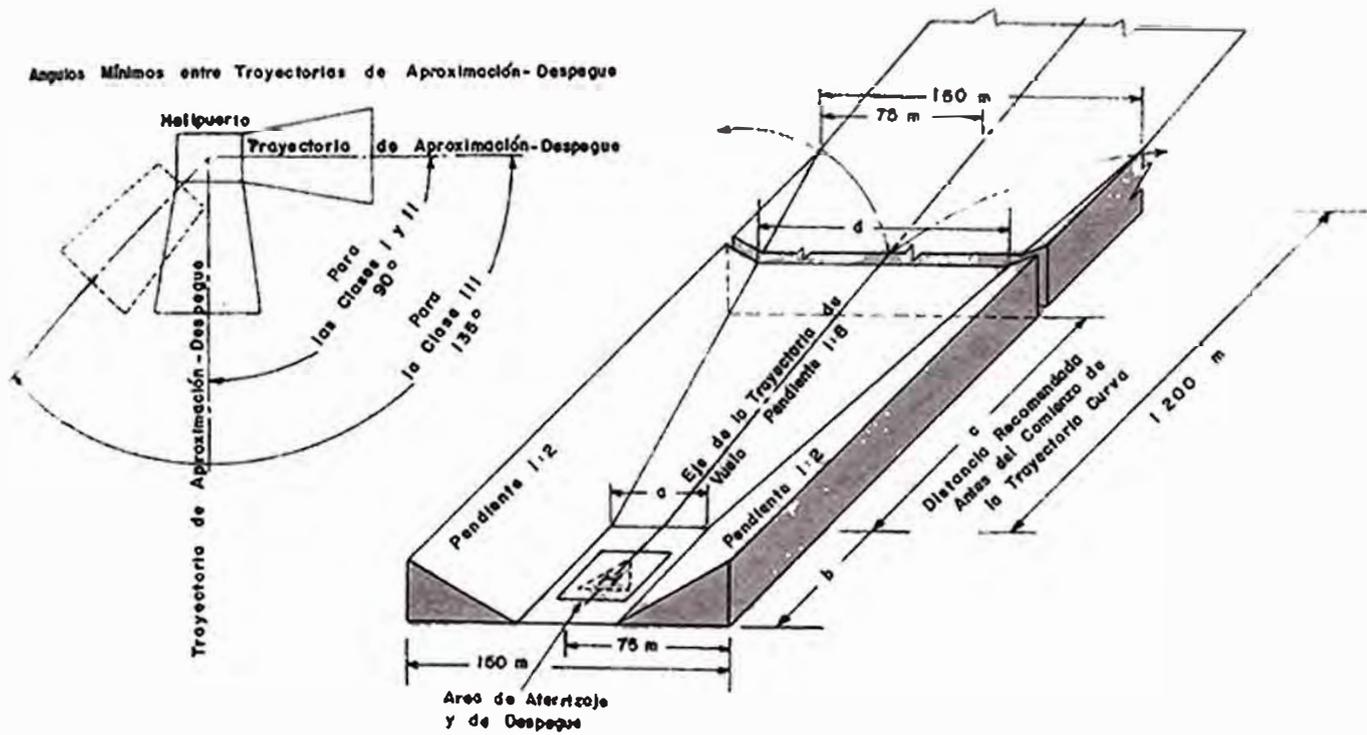
**FIGURA Nº 11 TRAZADO DE UN HELIPUERTO PUBLICO**

### 5.3 TRAYECTORIAS DE APROXIMACION - SALIDA.-

5.3.1 Generalidades. Las trayectorias de aproximación-salida se eligen de modo que proporcionen las líneas de vuelo más ventajosas hasta el área de aterrizaje y de despegue, y a partir de ésta. Estas trayectorias empiezan en el borde del área de aterrizaje y de despegue, y están orientadas lo más directamente posible en la dirección de los vientos dominantes. Es conveniente que haya por lo menos dos trayectorias, las cuales debieran estar separadas por un arco de por lo menos 90 grados para los helipuertos privados y de la Clase II, y de 135 grados para los helipuertos de la Clase III (figura No. 12). Las trayectorias curvas son bastante prácticas y resultan necesarias en muchos casos para proporcionar una ruta adecuada. En la figura No. 13 se muestra un ejemplo de las mismas.

El radio de la trayectoria curva variará de acuerdo con la performance de cada helicóptero y el ángulo de inclinación lateral utilizado. Suponiendo que el ángulo de inclinación lateral sea pequeño, el radio de la trayectoria curva sería de 210 metros (700 pies) aproximadamente. Debe disponerse de áreas de aterrizaje de emergencia a lo largo de todas las trayectorias de aproximación-salida en todos los helipuertos, excepto en aquéllos utilizados por los helicópteros multimotores que pueden seguir volando y satisfacer ciertos requisitos de performance ascensional con un motor inactivo.

5.3.2 Tipos de Operaciones. Las operaciones de aeronaves previstas pueden ser tanto por las reglas de vuelo visual (VFR), como por las de vuelo por instrumentos (IFR). Si se espera que habrán de realizarse operaciones IFR, las características de las trayectorias de aproximación-salida serán considerablemente diferentes. Por esta razón, a continuación se trata separadamente cada una de las operaciones IFR y VFR.



Clase del Helipuerto	a	b	c	d	Ángulo Mínimo entre Trayectorias de Aproximación-Despeque	Radio de la Trayectoria Curva
I Privado	1.5	1.5	90 m	60 m	90°	210 m
II Público Pequeño	1.5	2.0	90 m	90 m	90°	210 m
III Público Grande	1.6	2.0	120 m	90 m	136°	460 m

Las dimensiones a y b se expresan como múltiplos de la longitud total del helicóptero

**FIGURA Nº12 TRAYECTORIAS DE APROXIMACION-DESPEGUE Y DIAGRAMA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS PARA OPERACIONES EN CONDICIONES V.F.R.**

#### 5.4 FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS PARA LAS OPERACIONES VFR.-

5.4.1 Generalidades. Se establecen planos imaginarios de franqueamiento de obstáculos para los helipuertos con el fin de identificar aquellos objetos que puedan constituir obstáculos para el vuelo de los helicópteros. Dichos planos definen los márgenes verticales y de transición sobre la superficie del terreno en la proximidad del helipuerto (Figura No 12), los cuales se refieren solamente a las operaciones VFR (vuelo visual).

5.4.2 Planos de Franqueamiento de Obstáculos para la Aproximación-Salida. Los planos de franqueamiento de obstáculos, orientados de acuerdo con las trayectorias de aproximación-salida, se extienden hacia afuera y hacia arriba, desde el borde del área de aterrizaje y de despegue hasta la altitud en ruta, con un ángulo correspondiente a una pendiente de 8 metros horizontalmente y 1 metro verticalmente (1:8). El ancho de la superficie del plano inclinados coincide con la dimensión del área de aterrizaje y de despegue en el límite del helipuerto (pero sin exceder de 90 metros) y se ensancha uniformemente hasta alcanzar un ancho de 150 metros, a los 1,200 metros del área de aterrizaje. Los planos son simétricos respecto al eje de las trayectorias de aproximación-salida. Sin embargo, estas trayectorias pueden ser curvas, como se ve en la Figura No 13.

5.4.3 Superficies de Transición. Los planos de franqueamiento de obstáculos situados adyacentemente a la zona de aterrizaje y a las superficies de franqueamiento de obstáculos para la aproximación-salida son superficies de transición o "superficies inclinadas laterales", establecidas para identificar como obstáculos los objetos que penetren a través de ellas. Tales obstáculos podrán ser compatibles o no con la seguridad del vuelo, de acuerdo con el estudio que se haya hecho del emplazamiento. Las superficies inclinadas laterales se extienden hacia afuera y hacia arriba, desde los bordes laterales del

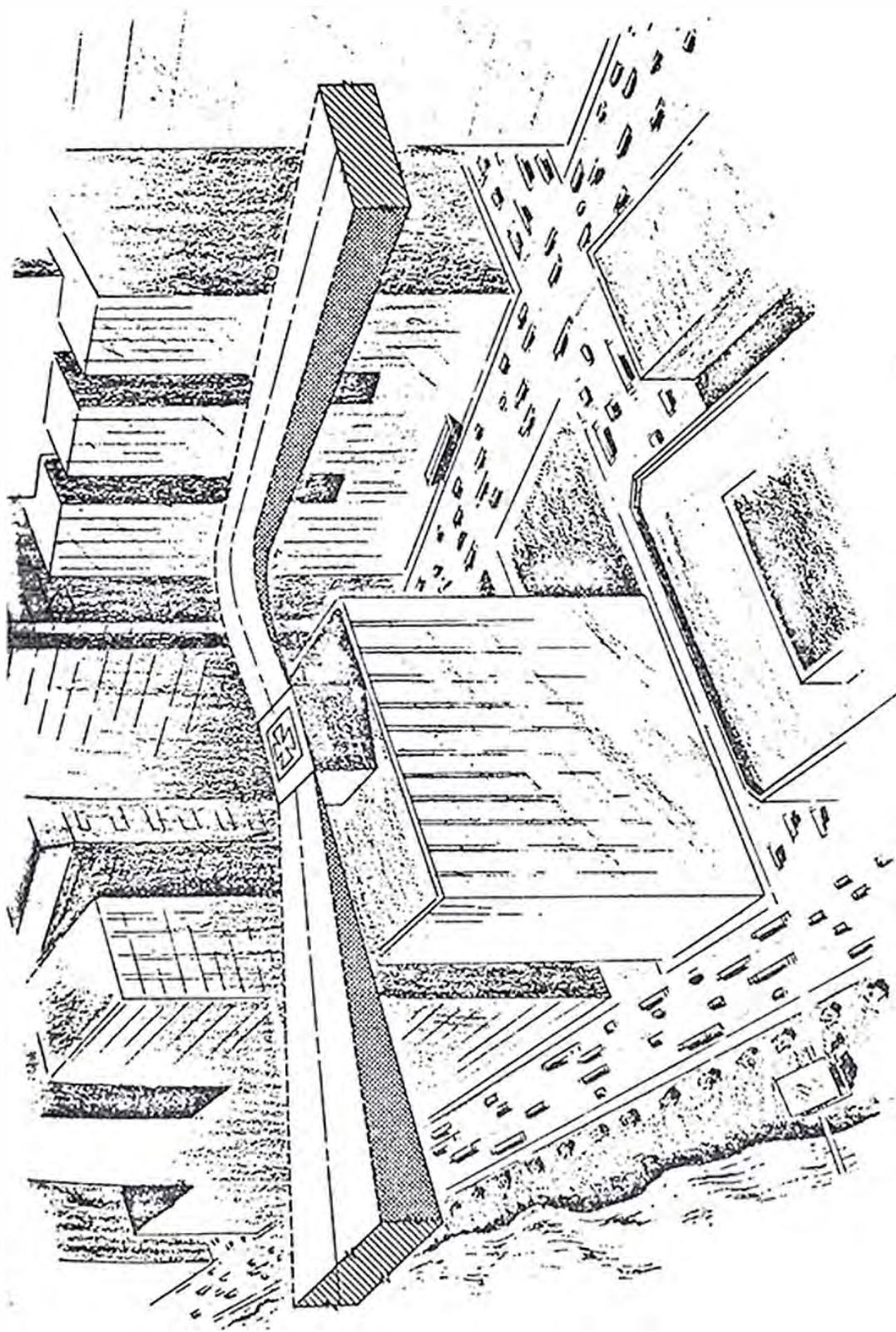


FIGURA Nº 13 - EJEMPLO DE SUPERFICIES DE APROXIMACION - SALIDA CURVAS

área de aterrizaje y de despegue y desde la superficie de franqueamiento de obstáculos para la aproximación-salida con una pendiente de 2 metros horizontalmente y de 1 metro verticalmente (1:2) hasta una distancia de 75 metros del eje de la superficie de franqueamiento de obstáculos para la aproximación-salida.

## 5.5 FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS PARA LAS OPERACIONES IFR DE PRECISION.-

5.5.1 Generalidades. En la actualidad, las operaciones IFR de los explotadores civiles son muy limitadas. Hasta el presente, ningún helipuerto civil cuenta con los medios necesarios para los aterrizajes de precisión por instrumentos. Sin embargo, para que un helipuerto funcione como centro de transporte en un área metropolitana importante, debería tener la misma confiabilidad operacional que un aeropuerto importante. Esto significa que deberían poderse realizar aproximaciones por instrumentos con visibilidades o techos sumamente bajos. Por lo tanto, se recomiendan criterios para la planificación y proyecto de helipuertos con capacidad para operaciones IFR de precisión. Estos criterios no deben ser interpretados como reglas operacionales. Su intención es estrictamente permitir que un helipuerto importante sea planeado y construido de acuerdo con el mejor asesoramiento de que se dispone en la actualidad. Con ello se pretende evitar que en el futuro se produzcan restricciones cuando las aproximaciones de precisión para helipuertos lleguen a ser una realidad.

5.5.2 planos de Franqueamiento de Obstáculos para la Aproximación-Salida. Los planos de franqueamiento de obstáculos en la dirección de la aproximación IFR de precisión se extienden hacia afuera y hacia arriba desde el borde del área de aterrizaje con una pendiente de 15 metros horizontalmente y de 1 metro verticalmente (1:15). El

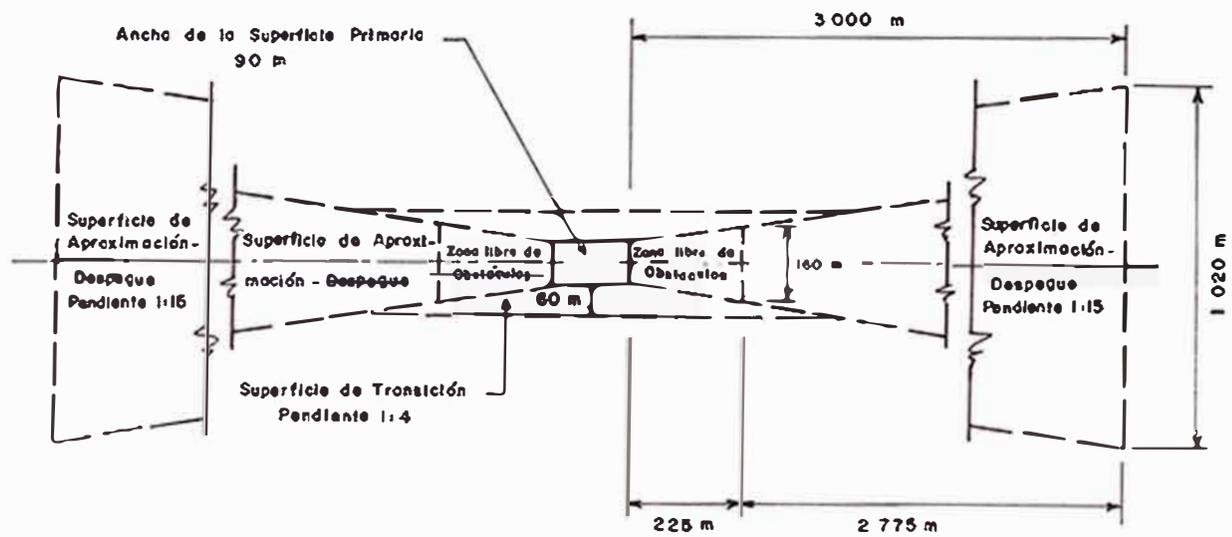


FIGURA Nº 14 - SUPERFICIES DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS PARA OPERACIONES EN CONDICIONES IFR DE PRECISION.

ancho del plano inclinado en el área de aterrizaje es el mismo de la superficie primaria, 90 metros, y se ensancha uniformemente hasta alcanzar un ancho de 1,020 metros a la distancia de 3,000 metros del área de aterrizaje. El plano es simétrico respecto al eje de la trayectoria de aproximación-salida. En la figura No 14 se muestran dichos planos.

5.5.3 Superficie Primaria. La superficie primaria es un plano imaginario centrado sobre el área de aterrizaje y de despegue. Su longitud coincide con la del área de aterrizaje. Su ancho es de 90 metros.

La elevación del plano es la misma que la elevación mayor en el área de aterrizaje (Figura No 14).

5.5.4 Superficies de Transición. Los planos de franqueamiento de obstáculos adyacentes a la superficie primaria y a las superficies de franqueamiento de obstáculos para la aproximación-salida son superficies de transición o "superficies inclinadas laterales". Las superficies inclinadas laterales se extienden hacia afuera y hacia arriba desde los bordes de la superficie primaria y de la superficie de aproximación-salida con una pendiente de 4 metros horizontalmente y 1 metro verticalmente (1:4). Las superficies inclinadas laterales se extienden hasta una distancia de 60 metros del borde de la superficie primaria y de 105 metros del eje de la superficie de aproximación-salida (Figura No 14).

5.5.5 Protección del Espacio Aéreo. Para proteger adecuadamente el helipuerto, las superficies imaginarias descritas anteriormente deben estar bajo el control de la autoridad local. Las disposiciones de zonificación que establecen restricciones en cuanto a la altura (4.4.2) pueden ser suficientes en cuanto a algunas porciones de dichas superficies. Sin embargo, el área más cercana a la aproximación es crítica y lo ideal sería que la misma fuera propiedad de la autoridad local. Para fomentar el control de esta área se han desig-

nado "áreas despejadas" para la porción inicial de 225 metros de las superficies de aproximación IFR y de 120 metros de las superficies de aproximación VFR. (Esas longitudes están basadas en que la superficie imaginaria tenga una longitud de 15 metros sobre el terreno). Las autoridades locales debieran adquirir el control de las áreas despejadas mediante título de propiedad o por servidumbre. En el caso de un helipuerto elevado, los "derechos sobre el espacio aéreo" pudieran ser adecuados si mediante ellos se obtiene un control equiparable a una servidumbre. Se recomienda que se obtenga un control hasta una altura de 15 metros sobre el nivel del terreno.

5.6 AREA PERIFERICA.- Para los helipuertos privados y de la Clase II se recomienda como zona de seguridad libre de obstáculos, un área periférica alrededor del área de aterrizaje y de despegue con un ancho mínimo de una cuarta parte de la longitud total del helicóptero y no menor de 3 metros. Para los helipuertos de la Clase III se recomienda una anchura mínima igual a la mitad de la longitud total del helicóptero. Se recomienda una valla de seguridad a lo largo del borde exterior del área periférica, para impedir la entrada de personas no autorizadas en el área de operaciones de los helicópteros. En esta área no debiera haber objetos peligrosos ni efectuarse operaciones que no sean compatibles con la seguridad de los helicópteros que maniobran en el helipuerto. En esta área se permiten las ayudas para la navegación situadas con arreglo a sus funciones.

5.7 AREA DE ESTACIONAMIENTO DE HELICOPTEROS.- Las dimensiones del área de estacionamiento vienen determinadas por el tamaño de los helicópteros que se espera que utilicen dicha área y el promedio

de tráfico pronosticado durante el período de máxima actividad (en cuanto se refiere al número de puestos). La longitud y el ancho de cada puesto de estacionamiento debiera ser igual a la longitud total del helicóptero. La separación entre cada puesto variará de acuerdo con el tamaño de la aeronave, pero se considera que la separación mínima debe ser de 3 metros. El número mínimo de puestos, normalmente debiera ser dos. Las posiciones de estacionamiento de helicópteros normalmente son adyacentes al área de aterrizaje y de despegue.

5.8 EDIFICIO ADMINISTRATIVO Y AREA DE SERVICIOS.- El edificio administrativo y el área de servicios, si se necesitan, incluirán una plataforma con espacio suficiente para las maniobras de helicópteros y estacionamiento. En algunos lugares, quizá se necesiten también hangares de servicio y de almacenamiento, y un edificio de mantenimiento. La necesidad de estas diversas instalaciones, su importancia, y el espacio requerido para ellas, dependerán del propósito general a que se destine el helipuerto, la frecuencia de las operaciones actuales y previstas, y el volumen de pasajeros, correo y carga.

5.9 CONSTRUCCION DE LA SUPERFICIE DEL HELIPUERTO.- A continuación se describen brevemente los requerimientos básicos para la construcción del área de aterrizaje y de despegue, pista de taxeo y la plataforma para los helipuertos al nivel del suelo.

a. Pendiente y Drenaje. El propósito de la pendiente es el de proveer de áreas en las cuales la aeronave pueda operar seguramente, y para asegurar un adecuado control de drenaje. Las áreas operativas para helicópteros deberán estar libres de cambios abruptos de pendientes y de pendientes excesivas. La pendiente deberá ser pla-

neada para proveer la circulación del agua superficial a su máxima magnitud posible, con el fin de minimizar su estancamiento y saturación. Cuando la inclinación del terreno por sí sola no pueda suministrar un drenaje satisfactorio, se puede utilizar algún sistema de alcantarillas y/o un sistema de subdrenaje, para que el agua superficial y subyacente causen inconveniencias a la operación de los helicópteros.

b. Construcción del Pavimento. Los efectos del empuje del aire hacia abajo causado por el rotor y la ingestión de aire por la turbina del motor, sugiere algún tipo de estabilización de las superficies de aterrizaje y estacionamiento, si el helipuerto no está sembrado con césped. Si las instalaciones van a ser utilizadas frecuentemente, la mayoría de los lugares requerirá de una pavimentación. Los pavimentos, pueden consistir de un suelo local estabilizado o de agregados con un tratamiento de una superficie bituminosa. El espesor del pavimento variará con el tipo de suelo y las condiciones climáticas. Se deberá seleccionar un tipo de superficie que sirva a las necesidades del helipuerto más económicamente, desde el punto de vista del costo inicial y del mantenimiento requerido.

## 5.10 PAVIMENTACION DEL HELIPUERTO.-

5.10.1 Generalidades. Los pavimentos para los helipuertos situados en la superficie se construyen de forma que proporcionen un apoyo adecuado para las cargas impuestas por las aeronaves que utilicen los helipuertos y para obtener una superficie uniforme apropiada para todas las condiciones metereológicas, libre de polvo y otras partículas que pudieran ser aventadas o levantadas por la corriente de aire desplazada por el rotor. Es posible que algunos helipuertos no requieran áreas operacionales pavimentadas. Las condiciones

del emplazamiento pueden ser adaptables para el establecimiento de una superficie de césped adecuada para operaciones limitadas de helicópteros pequeños. Puede ser posible construir una superficie de áridos-césped mejorando la estabilidad del terreno mediante la adición de áridos antes de sembrar el césped. Sin embargo, en muchas áreas, no es posible obtener y mantener una superficie de césped estable, debido a condiciones meteorológicas adversas o tránsito muy intenso. En estas condiciones, es necesario construir un pavimento apropiado para todas las condiciones meteorológicas.

#### 5.10.2 Suelo.

- a) Una de las consideraciones básicas en el proyecto de los pavimentos es la identificación y evaluación exactas de los suelos que sirven de cimiento al pavimento. En el Manual de Proyecto de Aeródromos de la OACI Parte 3 - Pavimentos, puede encontrarse texto de orientación sobre la clasificación de los suelos.
- b) El terreno de fundación soporta la carga impuesta por la aeronave y utiliza la instalación. El pavimento sirve para distribuir esta carga en el terreno de fundación sobre un área mayor que la de contacto del neumático o patín. Los pavimentos más gruesos distribuyen la carga sobre un área más extensa del terreno de fundación. Por lo tanto, cuanto más inestable sea el terreno de cimentación, mayor será el área de distribución de carga requerida; consecuentemente, mayor será el espesor requerido para el pavimento.

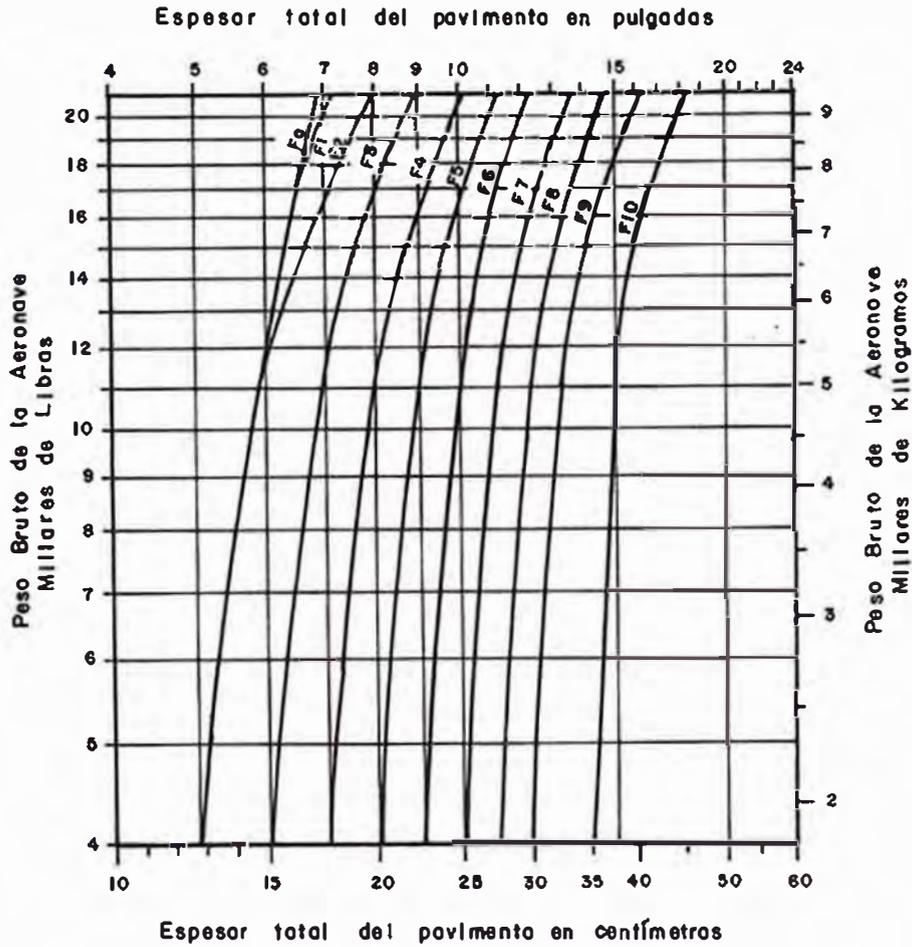
#### 5.10.3 Espesor del Pavimento.

- a) La determinación del espesor del pavimento se basa en el análisis teórico de la distribución de la carga a través de los pavimentos y los suelos, el análisis de los datos experimentales y un estudio del comportamiento de los pavimentos en condiciones reales de servicio. Las curvas de espesor de pavimentos presentadas en la Figura No 15 han sido preparadas para pavimentos flexibles en base

**Nota:**

La curva  $F_0$  fija el espesor requerido de la capa de base más la capa de rodadura.

Para este curva se ha supuesto un espesor mínimo de la capa de rodadura de 2.5 cm. (1 pulgada).



**FIGURA Nº 15 - ESPEJOR TOTAL DEL PAVIMENTO**

a una correlación de los datos obtenidos. Los pavimentos construídos de acuerdo con estas normas han resultado satisfactorios. Sin embargo, un proyecto de pavimento que se basa en el CBR (California Bearing Ratio) también ofrecería un espesor aceptable.

b) Los espesores de la capa de base dados en la figura No 15 varían entre 10 y 17 cm (4 a 7 pulgadas), mientras que los espesores de la capa de sub-base varían desde cero hasta 35 cm (0 a 14 pulgadas). Las categorías del terreno de cimentación que aparecen en ella, se han basado en los grupos de suelos correspondientes y las condiciones de helada y drenaje establecidos por la FAA y que aparecen en el Manual de Proyecto de Aeródromos de la OACI, Parte 3 - Pavimentos.

c) Obsérvese, sin embargo, que en algunos casos las cargas impuestas por el equipo terrestre pueden ser mayores que las correspondientes a las aeronaves. En tales casos, el pavimento debe proyectarse más bien para que soporte al equipo que a la aeronave.

5.10.4 Pavimento Flexible. Los pavimentos para los helicópteros de menos de 9,000 Kg (20,000 lb) de peso bruto, normalmente se construyen con materiales de los que se puede disponer localmente, con una capa de rodadura bituminosa. Para construir dichos pavimentos, se requiere la adecuada coordinación en cuanto al proyecto, construcción e inspección, para asegurar la mejor combinación de los materiales disponibles y un nivel elevado de calidad.

#### 5.10.5 Pavimento Rígido.

a) No se requieren criterios de proyecto especiales en cuanto a los pavimentos rígidos, debido a que el mínimo de 15 cm (6 pulgadas) de espesor de los pavimentos de concreto establecido por la FAA, servirá satisfactoriamente para los helicópteros con un peso bruto de hasta 9,000 Kg (20,000 lb).

b) Los pavimentos destinados a los helicópteros de más de 9,000 Kg

(20,000 lb) de peso bruto podrán ser bituminosos o de concreto de cemento Portland. En el Manual de Proyecto de Aeródromos, Parte 3 - Pavimentos, pueden encontrarse las especificaciones para el proyecto de pavimentos para estas aeronaves.

5.10.6 Césped. El césped es generalmente el tipo más económico de superficie para un helipuerto que sirva a helicópteros pequeños (con operaciones limitadas), y también proporciona una protección eficaz contra la erosión debida al viento o al agua. Las condiciones locales determinarán la elección del tipo de césped que debe emplearse.

5.10.7 Aridos-césped.

a) La combinación áridos-césped difiere del área habitual de césped en que la estabilidad del suelo ha sido aumentada aumentándose los materiales granulares antes de sembrar el césped. El objetivo de esta clase de construcción es facilitar un área de aterrizaje que conserve su consistencia en condiciones meteorológicas húmedas y que a pesar de ello retenga suficiente tierra para permitir el crecimiento del césped. Una franja de esta clase sirve para helicópteros que tengan un peso bruto que no exceda de 4,500 Kg (10,000 lb).

b) El material utilizado en la combinación áridos-césped consiste en cualquier material de que pueda disponerse en el lugar a fin de realizar la construcción en la forma más económica posible.

c) El espesor del terreno que es conveniente estabilizar con los materiales granulares varía con el tipo de suelo, el frenado y las condiciones climatológicas. Mediante la Figura No 15 puede determinarse el espesor total que ha de ser estabilizado. Por ejemplo, para servir a aeronaves que pesen 4,100 Kg (9,000 lb) sobre un terreno de cimentación de la clasificación F6, el espesor debería ser 25 cm (10 pulgadas).

5.10.8 Criterios Geométricos. Los criterios recomendados para las pendientes longitudinales y transversales aparecen en el Cuadro No 15.

CUADRO No 15 (a) - RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO RECOMENDADOS

CRITERIOS GEOMETRICOS	CRITERIOS DE DISEÑO	COMENTARIOS
LONGITUD DEL AREA DE ATERRIZAJE		
Clase I (Privados)	1.5 veces la longitud total del helicóptero	Para evitar que el helipuerto resulte anticuado prematuramente, debe proyectarse teniendo en cuenta el tamaño de las aeronaves futuras. Debe darse especial consideración a los helipuertos elevados.
Clase II (Públicos, Pequeños)	2.0 veces la longitud total del helicóptero	
Clase III (Públicos, Grandes)	2.0 veces la longitud total del helicóptero	
ANCHO DEL AREA DE ATERRIZAJE		
Clase I	1.5 veces la longitud total del helicóptero	Igual a los anteriores.
Clase II	1.5 veces la longitud total del helicóptero	
Clase III	1.5 veces la longitud total del helicóptero	
LONGITUD Y ANCHO DEL AREA DE CONTACTO		
Clase I	Un diámetro de rotor	Igual a los anteriores.
Clase II	Un diámetro de rotor	
Clase III	Un diámetro de rotor	
ANCHO DEL AREA PERIFERICA		
Clase I	1/4 de la longitud total del helicóptero, 3 metros mínimo	Esta área constituye una zona de seguridad en relación con el área de aterrizaje. Cualquier valla debiera estar sobre el borde externo del área periférica. Además, ninguna aeronave debiera estacionarse en ella.
Clase II	1/4 de la longitud total del helicóptero, 3 metros mínimo	
Clase III	1/2 de la longitud total del helicóptero	

CUADRO No 15 (b) - RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO RECOMENDADOS

CRITERIOS GEOMETRICOS	CRITERIOS DE DISEÑO	COMENTARIOS
ANCHO DE LA CALLE DE RODAJE		
Clase I	5 metros	El rodaje en vuelo rasante pudiera eliminar la necesidad de calles de rodaje.
Clase II	6 metros	
Clase III	12 metros	
PENDIENTES DE LOS PAVIMENTOS	2 % como máximo	
PENDIENTE DE LA BERMA LATERAL	5 % como máximo para los primeros 3 metros 3 % para el resto	Estas son las pendientes óptimas.
RADIO DE LA CURVA DE ENLACE DEL PAVIMENTO	7.5 metros como mínimo	
ANCHO DE LA BERMA LATERAL PARA EL AREA DE CONTACTO		
Clase I	Variable	
Clase II	3 metros	
Clase III	Hasta el borde del área de aterrizaje y de despegue	
ANCHO DE LA BERMA LATERAL PARA LAS CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMAS		
Clase I	Variable	
Clase II	3 metros	
Clase III	6 metros	

CUADRO No 15 (c) - RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO RECOMENDADOS

MARGENES DE SEPARACION LATERAL	CRITERIOS DE DISEÑO	COMENTARIOS
DESDE EL BORDE DEL AREA DE ATE- RRIZAJE HASTA LAS AERONAVES ESTACIONADAS		
Clase I	7.5 metros	Ninguna porción de la aeronave debería penetrar la superficie de transición.
Clase II	15 metros	
Clase III	30 metros	
DESDE EL BORDE DEL AREA DE ATE- RRIZAJE HASTA LA LINEA DE EDIFICIOS		
Clase I	Variable	Los edificios no deberían penetrar la superficie de transición.
Clase II	15 metros	Supone la existencia de plataforma de estacionamiento entre los edi- ficios y el área de aterrizaje.
Clase III	45 metros	Basándose en los requisitos ILS.

CUADRO No 15 (d) - RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO RECOMENDADOS

MARGENES DE SEPARACION LATERAL	CRITERIOS DE DISEÑO	COMENTARIOS
DESDE EL BORDE DEL AREA DE ATERRIZAJE HASTA EL LIMITE DE LA LINEA DE LA PROPIEDAD(LADO OPUESTO AL TERMINAL)		
Clase I	Variable	Los edificios situados en la línea de propiedad no deberían penetrar la superficie de transición.
Clase II	15 metros	Proporciona margen de seguridad con los edificios de dos plantas en la línea de propiedad.
Clase III	30 metros	Basándose en los requisitos ILS.
SEPARACION ENTRE LOS EJES DE APROXIMACIONES VFR PARALELAS		
Clase I	60 metros mínimo	Para operaciones VFR simultáneas.
Clase II	60 metros mínimo	Para operaciones VFR simultáneas.
Clase III	90 metros mínimo	Para operaciones VFR simultáneas.
DESDE EL EJE DE LA CALLE DE RODAJE HASTA UN OBSTACULO		
Clase I	Variable	El extremo del rotor debería mantener una separación con el obstáculo de 3 metros, como mínimo.
Clase II	15 metros	
Clase III	30 metros	

5.10.9 Corriente de aire desplazada por el rotor. La corriente de aire desplazada por el rotor puede tener un efecto importante en el personal, el equipo y los edificios. El efecto del aire desplazado debe ser considerado en las fases de operación correspondientes al aterrizaje, el despegue y el rodaje en vuelo rasante.

5.10.10 Consideraciones de Diseño.

- a) Las velocidades de la corriente de aire desplazada directamente debajo de la aeronave son una función de la carga del rotor y causan la erosión del área de aterrizaje. Es necesario estabilizar hasta cierto punto el área de aterrizaje, aún cuando se utilicen aeronaves de baja carga de rotor.
- b) La comodidad del personal y el funcionamiento de los equipos, en la vecindad del área de aterrizaje, son afectados por las altas velocidades y la turbulencia engendrada en la superficie por la corriente de aire desplazada, la que está en función más bien del peso bruto que de la carga del rotor. La tendencia de la circulación de aire en la superficie a mover los objetos que se encuentran sobre el terreno se produce aún con aeronaves de baja carga de rotor, y puede causar considerables molestias hasta con helicópteros pequeños de un solo motor.
- c) Por lo tanto, el proyectista de helipuertos debe tener en cuenta que la necesidad de estabilizar el área de aterrizaje viene determinada por la carga de rotor del helicóptero que se espera que utilice el helipuerto. Las velocidades en la superficie y los niveles de turbulencia en la vecindad del área de aterrizaje estarán en función del peso bruto de la aeronave. Así, puede esperarse que los helicópteros actuales de tamaño mayor y los próximos helicópteros y aeronaves VTOL presenten problemas importantes en cuanto a la corriente de aire desplazada hacia abajo.
- d) En los helipuertos que tengan un área de contacto pavimentada

debería estabilizarse la totalidad del área de aterrizaje y de despegue para impedir la erosión del suelo.

e) Cuando se lleva a cabo el rodaje en vuelo rasante, debería estabilizarse un área aproximadamente igual al diámetro de un rotor, a partir del eje del área de rodaje designada.

f) En el área de carga y de descarga, los puestos de estacionamiento de los helicópteros deberían estar emplazados a una distancia de un diámetro de rotor de toda estructura, esto es, desde el borde del puesto de estacionamiento designado hasta el borde de un edificio.

5.11 RODAJE.- Cuando el helicóptero se dirige rodando o volando a ras del suelo, desde el área de aterrizaje hasta un puesto de estacionamiento, debiera proporcionarse una distancia como margen lateral, desde el extremo del rotor hasta un objeto, igual a un radio del rotor. Cuando el helicóptero vuela sobre el terreno, el margen lateral debiera proporcionar un mínimo de 3 metros entre el extremo del rotor y un objeto.

NOTA.- Los criterios recomendados para otros espacios laterales despejados aparecen en el Cuadro No 15.

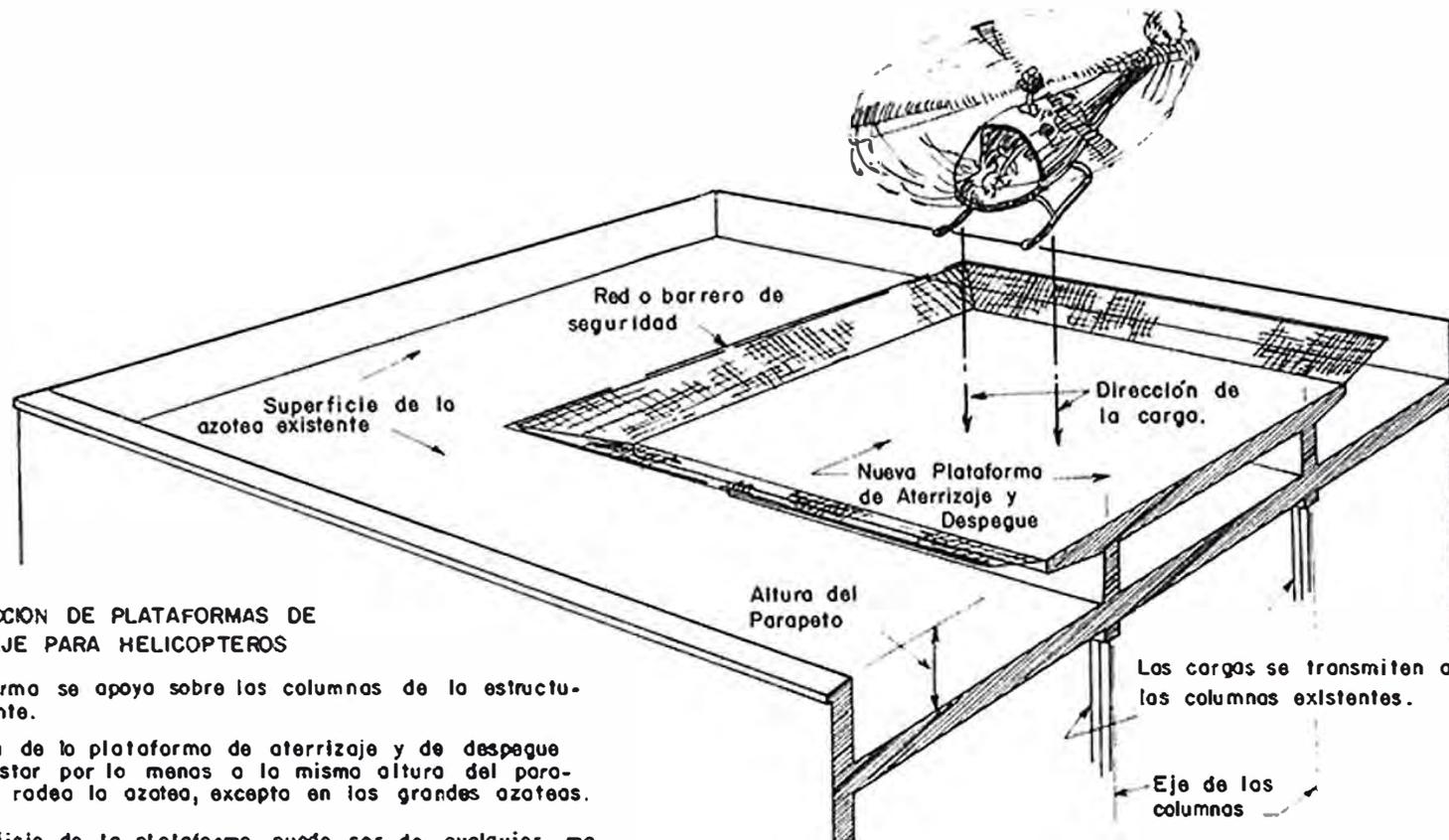
## CAPITULO VI . HELIPUERTOS ELEVADOS

6.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.- Cuando no se disponga de emplazamiento a nivel del suelo o éstos sean generalmente inadecuados, puede resultar práctico un emplazamiento elevado. El aislamiento del emplazamiento del helipuerto, el acceso rápido al piso alto del edificio, y el ser las rutas de vuelo más abiertas, son algunas de las razones por las que pueden preferirse las azoteas u otros emplazamientos elevados.

Los helipuertos elevados pueden estar situados sobre muelles u otras estructuras sobre el agua, así como sobre edificios. Al igual que en los helipuertos a nivel del suelo, las dimensiones del área de aterrizaje han de estar de acuerdo con el tamaño del helicóptero y el tipo de operaciones; pero en la mayoría de los casos, las áreas abiertas naturales que rodean una azotea o plataforma elevada, permiten áreas elevadas más pequeñas para el aterrizaje y el despegue, sin el área periférica usual relacionada con los emplazamientos a nivel del suelo. Se aplican, aproximadamente los mismos requisitos respecto a las trayectorias de aproximación-salida, tanto para los helipuertos elevados, como para los emplazados a nivel del suelo.

Al proyectar helipuertos sobre azoteas, es importante tener en cuenta los reglamentos locales, respecto a la construcción y ocupación del edificio, utilización, salidas, y reglamentos en materia de incendios. Además, los proyectistas debieran considerar la influencia de las construcciones en las azoteas, tales como cajas de ascensores, sotechados, torres de acondicionamiento de aire, etc., en las aproximaciones al helipuerto.

Las áreas de aterrizaje de los helipuertos y los apoyos para las mismas en la azotea del edificio debieran construirse en materiales



**CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS DE  
ATERRIZAJE PARA HELICOPTEROS**

La plataforma se apoya sobre las columnas de la estructura existente.

La altura de la plataforma de aterrizaje y de despegue deberá estar por lo menos a la misma altura del parapeto que rodea la azotea, excepto en las grandes azoteas.

La superficie de la plataforma puede ser de cualquier material resistente a los esfuerzos cortantes impuestos por los cargos verticales y que proporcione "efecto del suelo".

La estructura deberá tener la resistencia necesaria para soportar un cargo concentrado equivalente al 75 por ciento del peso bruto del helicóptero, en cualquier punto de la plataforma.

La red o barrero de seguridad debe comenzar por debajo de la plataforma de aterrizaje y despegue y no deberá sobrepasar la superficie de dicha plataforma.

**FIGURA Nº16 DISTRIBUCION DE LAS CARGAS EN LA PLATAFORMA DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE EN UNA SUPERFICIE ELEVADA MOSTRANDO LA PLATAFORMA ELEVADA Y LA BARRERA DE SEGURIDAD.**

resistentes al fuego. Las áreas de aterrizaje debieran diseñarse para confinar el derramamiento de líquidos inflamables al área de aterrizaje misma, y los drenajes para dichos líquidos debieran estar lejos de cualquier salida o escalera para el servicio del área de aterrizaje de helicópteros o de cualquier estructura que aloje dicha salida o escalera (Sección 8.2). Además, debieran proporcionarse barandillas de acuerdo con los reglamentos locales que sean aplicables en cuanto a los pasamanos en los edificios. Sin embargo, las barandillas no debieran penetrar dentro de la superficie de aproximación-salida. Se recomienda una red de seguridad o una valla, como se muestra en la Figura No 16, para la plataforma elevada de aterrizaje. La red debiera comenzar debajo de la superficie de la plataforma y no elevarse por encima de la superficie. El ancho mínimo recomendado para la red es de 1.50 metros.

## 6.2 AREAS DE ATERRIZAJE Y DE DESPEGUE.-

6.2.1 Configuración del Area. El área de aterrizaje y de despegue puede abarcar toda la superficie de la estructura elevada o azotea, o puede solamente cubrir una parte de la misma. Es recomendable orientar el eje mayor del área de aterrizaje y de despegue en la dirección de los vientos reinantes, analizando los efectos que produce la componente normal del viento dominante.

### 6.2.2 Dimensiones.

a) Las dimensiones recomendadas para las áreas de aterrizaje y de despegue en los helipuertos elevados o situados en azoteas, son las mismas que las correspondientes a la clase equiparable de helipuertos situados al nivel del suelo (Capítulo V).

b) Las dimensiones antes indicadas son las mínimas para las áreas despejadas. Cuando se utilice una plataforma de distribución de cargas (Figura No 16), que es en realidad el área de toma de con-

tacto; la plataforma puede ser más pequeña, en la medida que permitan la configuración, dimensiones y espaciado del tren de aterrizaje, pero debiera mantenerse el área despejada recomendada anteriormente.

c) La longitud y el ancho mínimos del área de contacto debiera ser igual al diámetro del rotor del mayor de los helicópteros que se espera que utilicen la plataforma. Sin embargo, para los helipuertos privados utilizados por helicópteros pequeños, se ha estimado conveniente un área de contacto de 6 x 6 metros (5.2.1 f).

6.3 DISEÑO ESTRUCTURAL.- El área de aterrizaje y de despegue se calcula para la mayor de las aeronaves que la utilizarán mas las cargas superpuestas correspondientes al movimiento de ida y vuelta del personal hasta el helicóptero. En el cálculo de la estructura y plataforma de aterrizaje se consideran otros tipos de cargas, tales como nieve, mercancías, equipo, etc. Las estructuras del área de aterrizaje de los helipuertos sólo debieran ser calculadas por ingenieros y arquitectos calificados.

6.3.1 Requisitos Generales en cuanto a la Resistencia. Los requisitos en cuanto a la resistencia de una superficie de aterrizaje se determinan considerando tanto las cargas dinámicas y estáticas impuestas de la rueda del helicóptero, como la configuración del tren de aterrizaje. La mayoría de los helicópteros de pequeño tamaño y algunos de los medianos están dotados de tren de aterrizaje del tipo de patines o flotadores. Los grandes helicópteros están equipados regularmente con tren de aterrizaje de ruedas que consisten en dos elementos principales, de una o dos ruedas cada uno y de una pata, en la cola o en la proa, también con una o dos ruedas. Las Figuras No 8 y 9 del Capítulo II, muestran configuraciones de tren de aterrizaje, tanto regulares como del tipo patines. Algunos heli-

cópteros están dotados de un tren de aterrizaje de cuatro ruedas.

El peso bruto de un helicóptero es el peso estático total del mismo completamente cargado.

6.3.2 Consideraciones en cuanto al Apoyo. Debido a que el aterrizaje de aeronaves en el techo de los edificios y de otras construcciones similares supone la absorción del impacto por la estructura, se recomienda que se consideren dos clasificaciones de plataformas de aterrizaje para los helipuertos elevados. La clasificación más crítica para las plataformas de aterrizaje corresponde a los helipuertos situados en las azoteas, en las que tiene que proporcionarse un alto grado de seguridad a los ocupantes del edificio, especialmente a los que habiten el piso más alto. Esta es la plataforma de aterrizaje a nivel de la azotea apoyándose directamente sobre la parte superior de la misma y los elementos de la armazón de la azotea. La segunda categoría corresponde a los helipuertos situados en las azoteas, en los que la plataforma elevada de aterrizaje es sostenida por encima de la superficie de la azotea mediante columnas y armazón.

a) Plataformas de Aterrizaje al Nivel de la Azotea. Los helipuertos situados en azoteas en los que la plataforma de aterrizaje se apoya directamente sobre el pie de la azotea deben ser proyectados con capacidad para soportar aterrizajes bruscos sin que se produzca daño permanente a los componentes de la estructura, debido a fallas por esfuerzo cortante (perforación causada por el tren de aterrizaje).

b) plataformas de Aterrizaje Elevadas. Los helipuertos situados en las azoteas en los que la plataforma de aterrizaje se sitúa en una posición elevada sobre el nivel del piso, pueden proyectarse como un sistema de absorción de energía que amortigüe el impacto de un aterrizaje brusco. Este sistema puede emplear como característica

de proyecto un material flexible sujeto a los requisitos aplicables del reglamento de construcción, a condición de que la falla de la estructura no sea completa.

c) Helicópteros pequeños. En general, la operación de helicópteros pequeños no requiere modificación de las estructuras existentes en las azoteas, excepto para aumentar la resistencia de la superficie donde se efectúan verdaderamente los aterrizajes, a fin de que soporte la carga concentrada impuesta por el tren de aterrizaje. Los edificios existentes con azoteas calculadas para las cargas móviles normales, a menudo pueden adaptarse para recibir helicópteros, instalando simplemente una sencilla plataforma de distribución de cargas, con el objeto de repartir las cargas concentradas sobre las estructuras existentes. Dicha plataforma puede ser de madera o metal, o de una combinación de estos materiales. Las cargas superimpuestas vendrán limitadas por las características de la estructura existente del edificio, pero puede atenderse a la mayoría de los helicópteros de este modo, sin tener que hacer nuevas construcciones importantes. Si se construye una plataforma de distribución de cargas u otra clase de plataforma, se recomienda que la altura de la estructura terminada sea por lo menos tan alta como el parapeto o muro de remate de la azotea, a fin de proporcionar un espacio adecuado libre de obstáculos, para despegue y aterrizaje de helicópteros. Sin embargo, en algunos casos la azotea puede que sea lo suficientemente grande como para que esta precaución resulte innecesaria.

6.4 CARGAS DE PROYECTO.- El proyectista de helipuertos debe basar su proyecto en las características de carga y aterrizaje del helicóptero que utilizará el helipuerto. En el Capítulo II figura el peso bruto máximo para cada tipo de helicóptero. Los aterrizajes

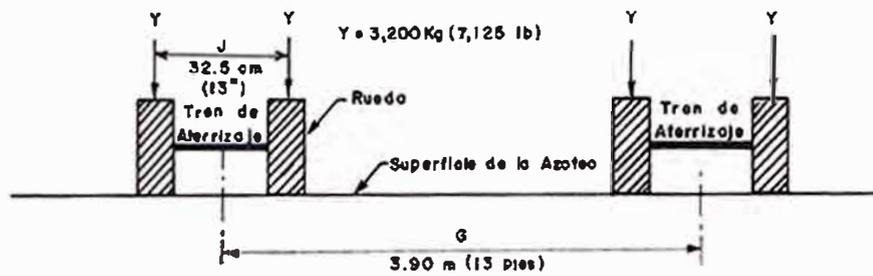
y despegues normales imponen sobre las azoteas cargas no mucho mayores que las cargas estáticas impuestas por el helicóptero en estado de reposo. Sin embargo, en el caso de aterrizajes bruscos, pueden llegar a imponerse a la azotea cargas mayores que las estáticas, pero de corta duración (1/5 de segundo). La carga dinámica (o de impacto) representa la carga máxima que puede preverse bajo las condiciones de servicio que pudieran presentarse si el helicóptero hiciese un aterrizaje brusco. La azotea debiera calcularse de modo que no ceda bajo estas cargas de impacto. La carga producida por el impacto se expresa como porcentaje del peso bruto del helicóptero. Se carece de un completo acuerdo con respecto a la magnitud de las cargas estructurales impuestas por los helicópteros en la zona de aterrizaje. Durante el aterrizaje, se desarrolla un tipo de carga de impacto, pero se ha demostrado que la severidad del impacto se reduce considerablemente debido al empuje hacia arriba ocasionado por el rotor y a la absorción de una cierta cantidad de energía por el tren de aterrizaje.

La fábrica Sikorsky sugiere que para helicópteros equipados con un tren de aterrizaje convencional, la carga de diseño para cada elemento principal del tren de aterrizaje debe ser igual al 63 % del peso bruto máximo del helicóptero si está soportado por dos ruedas principales y una rueda de nariz o de cola; y será igual al 52 % del peso bruto máximo si el tren de aterrizaje consta de cuatro ruedas. La Federal Aviation Administration sugiere que una estructura elevada sea diseñada basándose en que la carga en cada rueda sea igual al 75 % del peso bruto del helicóptero. Basándose en el tamaño promedio de los neumáticos en uso, el área de aplicación de la carga es considerada como 1 pie cuadrado ( $1 \text{ pie}^2 = 929 \text{ cm}^2$ ). Para el tren de aterrizaje del tipo de patines sujeto simétricamente por tubos transversales en cuatro puntos, la Bell Helicopter Corpo-

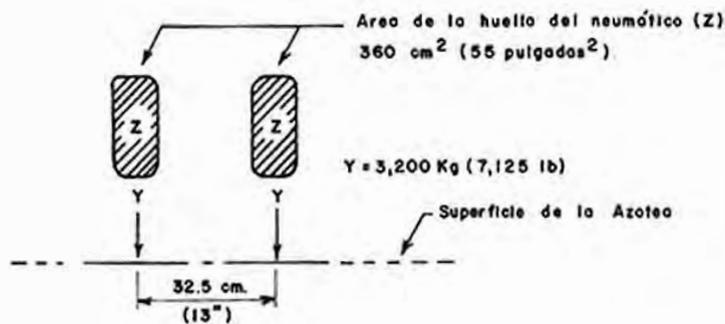
ration sugiere que la carga en cada punto de sujeción se considere como una carga concentrada igual al 75 % del peso bruto del helicóptero. Esta carga está basada en una reacción del suelo observada de 2.32 g más una tolerancia de 0.68 g como seguridad contra condiciones no previstas. La suma de estos dos valores es 3.00 g y cuando se divide entre 4, resulta una carga de 0.75 g en cada punto de sujeción.

La superficie de aterrizaje debiera proyectarse para que pueda soportar una carga concentrada igual al 75 % del peso bruto del helicóptero en cada elemento principal del tren de aterrizaje. Se supondrá que los helicópteros aterrizarán de modo que dos puntos distintos de la plataforma reciban simultáneamente el impacto. Estas fuerzas serán aplicables en el área de la huella del neumático sobre el suelo a la presión de inflado requerida para soportar la carga, o , cuando sea aplicable, la huella de un patín de aterrizaje. (Los helicópteros mayores equipados con patines tienen un área de huella sobre el suelo de  $645 \text{ cm}^2$  ( $100 \text{ pulg}^2$ ) por cada patín. Un patín típico tiene una longitud de 2.50 metros (8.5 pies)). Para la plataforma de aterrizaje al nivel de la azotea, se recomienda utilizar un material que no ceda en casos de aterrizaje brusco, aunque el proyectista puede aprovechar la propiedad de absorber energía característica del material y de la estructura. El proyectista debe pensar que los mayores esfuerzos impuestos sobre la plataforma de aterrizaje pueden ser producidos por la fuerza del golpe o el esfuerzo cortante en el área de impacto. Para las áreas de servicio situadas fuera de la zona de contacto, la carga de proyecto puede ser la del peso estático máximo del helicóptero.

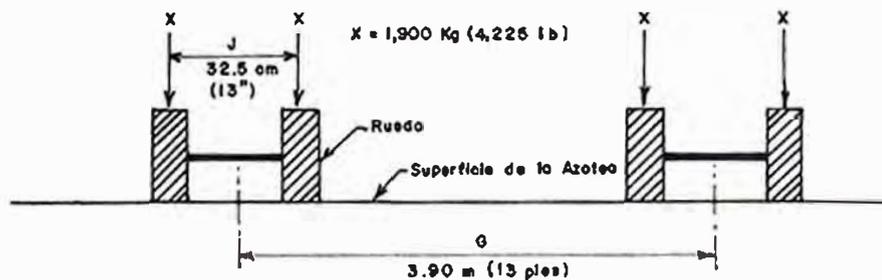
6.4.1 Ejemplo de Cargas de Proyecto. Supongamos que se está proyectando un helipuerto elevado en un área metropolitana importante. El helicóptero crítico que el proyectista ha escogido para el proyecto



**A. CARGAS DE IMPACTO PARA EL CALCULO DE LA ESTRUCTURA VISTA EN ELEVACION**



**B. CARGAS DE IMPACTO PARA EL ANALISIS DE LOS ESFUERZOS CORTANTES**



**C. CARGAS ESTATICAS PARA EL CALCULO DE LA ESTRUCTURA VISTA EN ELEVACION**

NOTA: En este ejemplo se utilizo un helicóptero S-61L, pero se puede escoger cualquier modelo como helicóptero crítico en un determinado caso.

**FIGURA Nº 17 - EJEMPLOS DE CARGA DE PROYECTO**

de la estructura es el Sikorsky S-61L. En el Capítulo II Características de los Helicópteros, en el Cuadro No. 13, se ve que el peso bruto máximo es de 8,610 kg (19,000 lb). Multiplicando esta cifra por el 75 % se obtiene una carga de impacto de 6,500 kg (o 14,250 lb) en cada elemento del tren de aterrizaje o de 3,250 kg (7,125 lb) por cada rueda del tren de aterrizaje. Aplicando las cargas como se muestra en la Figura No 17A, los miembros de apoyo de la estructura se podrán diseñar para el área designada como zona de contacto. Después, aplicando las cargas máximas de impacto para un elemento del tren de aterrizaje, como se muestra en la Figura No 17B, puede verificarse la resistencia al esfuerzo constante de la plataforma de aterrizaje. En el Capítulo II, Cuadro No 14 en la línea X se ve que la carga estática máxima en cada rueda del Sikorsky S-61L es de 1,900 kg (4,225 lb). Aplicando las cargas como se muestra en la figura No 17C, se pueden diseñar los miembros de apoyo de la estructura y/o de la plataforma para el área de operaciones que queda fuera de la zona de contacto. Debe subtractarse, sin embargo, que debe tenerse en cuenta la futura expansión de la zona de contacto.

6.4.2 Otras Cargas. Se tendrán en cuenta las cargas vivas, debidas a la nieve (si nevara en la zona) y al movimiento de personal y equipos, de conformidad con el Reglamento Nacional de Construcción.

Debe obrarse con criterio, al decidir si estas cargas se aplican simultáneamente con la carga concentrada del helicóptero. En general se recomienda que las azoteas en que se acumule mucha nieve, se limpien antes de iniciar las operaciones de los helicópteros, a fin de eliminar el peso adicional y como precaución contra la posibilidad de visibilidad reducida a causa de la nieve aventada por los rotores.

6.5 DISEÑO DE LA LOSA DE LA AZULEA DE UN EDIFICIO COMO PLATAFORMA DE UN HELIPUERTO.-

Se diseñará la losa de la azotea de un edificio céntrico de oficinas, de modo que sirva como helipuerto. Para esto, el helicóptero de diseño elegido es un Sikorsky S-61L de las siguientes características :

$D =$  Diámetro del Rotor = 18.90 m

$L =$  Longitud total del helicóptero = 22.10 m

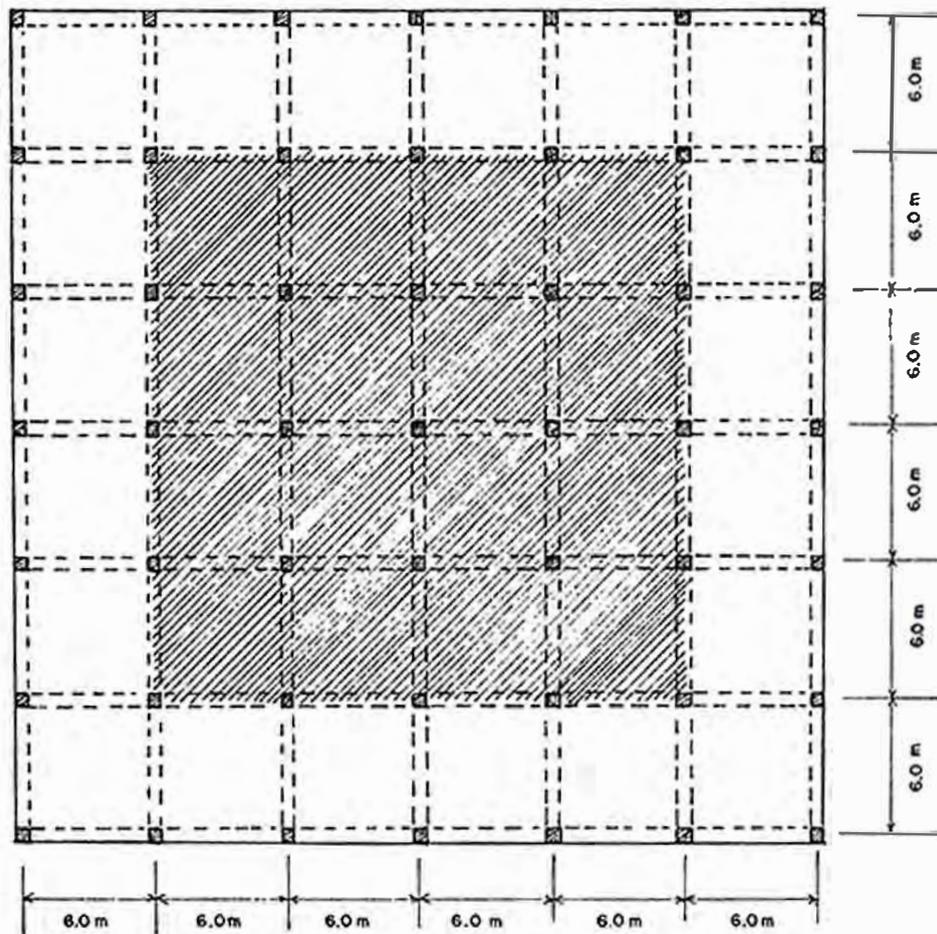
$W =$  Peso Bruto Máximo = 8,610 Kg

Los demás datos, están representados en la Figura No 17.

De acuerdo con esto las dimensiones del helipuerto serían :  
Largo y Ancho del Area de Aterrizaje y Despegue = 36.m.

Largo y Ancho del Area de Contacto = 24.0 m

El edificio es de oficinas con una estructuración en planta, tal como se muestra en el esquema que abajo se detalla.



6.5.1 Dimensionamiento de la Losa.- Vemos de acuerdo al esquema anterior que corresponde una losa armada en dos sentidos con apoyos en los cuatro lados, y de acuerdo al RNC, para estos casos el espesor o peralte de la losa no deberá ser menor que el perímetro de la losa dividida entre 180. Como son paños de losa de 6 por 6 metros, se tendrá que :

$$h = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{6 \times 4}{180} = 0.133 \text{ m ; de donde}$$

Tomamos un espesor de losa :  $h = 16 \text{ cm}$

6.5.2 Metrado de Cargas.-

a) Carga Uniformemente Distribuida :

$$\begin{array}{rcl} \text{P. P. Losa} & = & 0.16 \times 2.4 \text{ Ton/m}^2 = 0.384 \text{ Ton/m}^2 \\ \text{Acabados} & = & 0.10 \text{ Ton/m}^2 = 0.100 \text{ Ton/m}^2 \\ & & \hline & & 0.484 \text{ Ton/m}^2 \end{array}$$

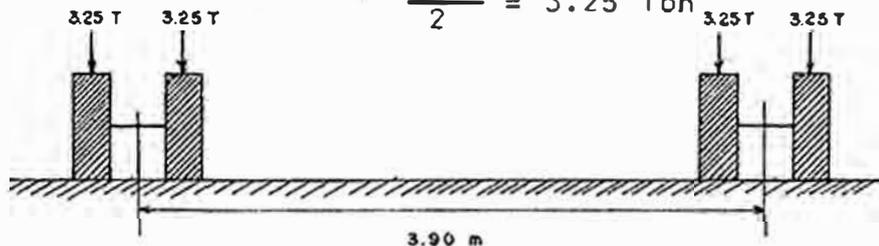
b) Cargas Concentradas debidas al Helicóptero :

i) En el área de contacto (pañes interiores acciurados).

Peso Bruto Máximo = 8610 Kg = 8.61 Ton

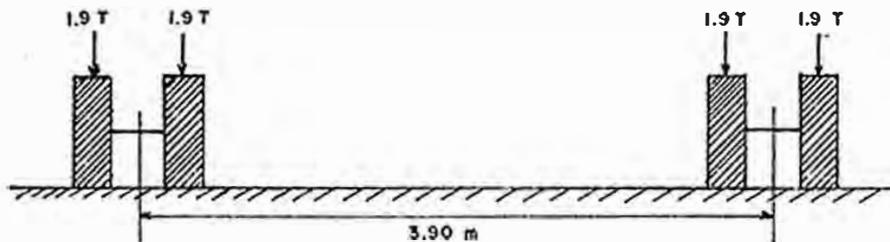
Impacto = 0.75 x 8.61 Ton = 6.45 Ton en cada tren de aterrizaje

Cada rueda toma entonces :  $\frac{6.45}{2} = 3.25 \text{ Ton}$



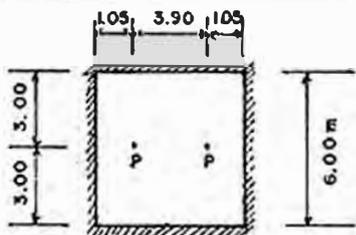
ii) En los paños exteriores al área de contacto (pañes exteriores y en esquina no acciurados). Del Cuadro No 14 (f) en la línea X se ve que la carga estática máxima en cada rueda del he-

licóptero Sikorsky S-61L es de 1,900 Kg aplicados de acuerdo a lo ilustrado a continuación.



6.5.3 Cargas a considerar.-

i) En los paños interiores en el Area de Contacto.



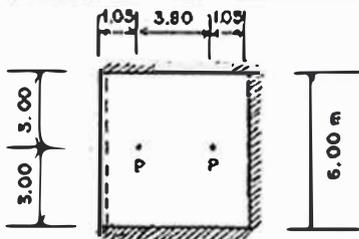
a) Carga Uniformemente Distribuida:

$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

b) Cargas Concentradas (indicadas):

$$P = 6.5 \text{ Ton}$$

ii) En los paños exteriores.



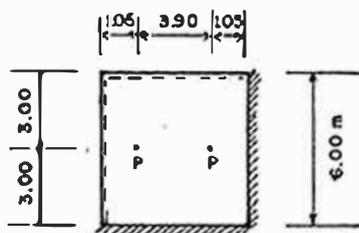
a) Carga Uniformemente Distribuida:

$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

b) Cargas Concentradas (indicadas):

$$P = 3.8 \text{ Ton}$$

iii) En los paños en esquina.



a) Carga Uniformemente Distribuida:

$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

b) Cargas Concentradas (indicadas):

$$P = 3.8 \text{ Ton}$$

6.5.4 Cálculo de los Momentos de Diseño.- Para el análisis de los momentos se empleará el método de las "líneas de fluencia" o de rotura, desarrollado por los ingenieros daneses A. Ingerslev y K. W. Johansen.

Todas las fórmulas para los diferentes casos considerados, se indican en el Apéndice No 1.

Al presente, el análisis de los momentos y los cortantes de la mayoría de las losas de concreto armado, está basado en la teoría

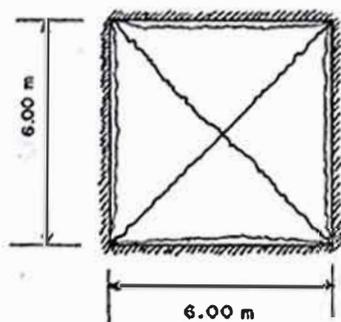
elástica, modificado un poco por la redistribución inelástica. Con condiciones de apoyo idealizadas, y usualmente sólo para una carga uniformemente distribuida, se pueden obtener las fuerzas críticas y los momentos para losas rectangulares.

Mientras que estos métodos para el análisis de momentos están basados esencialmente en el comportamiento elástico, el actual dimensionamiento de losas, así como vigas y otros miembros, está cada vez más siendo realizado por medio de métodos de resistencia última que reconocen la naturaleza inelástica de las deformaciones antes de la falla. Aunque hay cierta inconsistencia en combinar el análisis elástico de los momentos con el diseño por resistencia última de las secciones, este procedimiento se reconoce como seguro y conservador.

Hace algunos años, se han propuesto métodos de análisis de momentos para estructuras de concreto armado, los cuales están basados en consideraciones inelásticas, y con especial atención a las condiciones que se obtienen en la estructura en los momentos previos a la falla. En el caso del análisis de losas, esta teoría de falla de análisis estructural es conocida como la teoría de las líneas de fluencia. Fue propuesta por primera vez por K.W. Johansen. Es una herramienta poderosa en el análisis, que permite la determinación de los momentos de rotura en losas tanto de formas irregulares como rectangulares para una variedad de condiciones de apoyo y de carga.

i) Momentos de Rotura en los paños interiores del área de contacto.

a) Carga Uniformemente Distribuida :



$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

$$\nu = 1$$

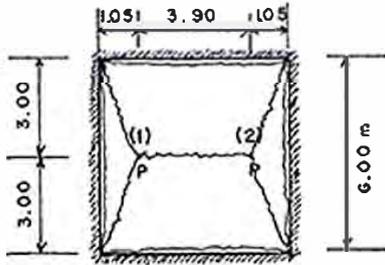
$$l = 1$$

$$a_r = b_r = 3\sqrt{2} = 4.24$$

$$m_a = \frac{(0.484)(4.24)(1.0)(4.24)}{8\left(1 + \frac{4.24}{1(4.24)} + \frac{(1.0)(4.24)}{(4.24)}\right)} = 0.363$$

$$m_a = 0.363 \text{ Ton-m}$$

b) Carga concentrada:



b.1) Carga aplicada en (1):

$$P = 6.5 \text{ Ton}$$

$$b' = d' = 3.00 \text{ m}$$

$$a' = 4.95 \text{ m}$$

$$c' = 1.05 \text{ m}$$

$$\varnothing = 1.0 ; L = 1.0 ; E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = -1$$

$$m_a = \frac{1.0 \times 6.5}{\frac{1 \times 6 (1+1)}{3} + \frac{6}{4.95} (1+1) + \frac{1 \times 6 (1+1)}{3.00} + \frac{6.0 (1+1)}{1.05}}$$

$$m_a = 0.297 \text{ Ton-m}$$

b.2) Carga aplicada en (2):

$$P = 6.5 \text{ Ton}$$

$$b' = d' = 3.00 \text{ m}$$

$$a' = 1.05 \text{ m}$$

$$c' = 4.95 \text{ m}$$

$$\varnothing = 1.0 ; L = 1.0 ; E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = -1$$

$$m_a = \frac{1.0 \times 6.5}{\frac{1 \times 6 (1+1)}{3.00} + \frac{6.00 (1+1)}{1.05} + \frac{1 \times 6 (1+1)}{3.00} + \frac{6.00 (1+1)}{4.95}}$$

$$m_a = 0.297 \text{ Ton-m}$$

De donde, el momento debido a la acción de las cargas concentradas será de :

$$m_a = 0.297 + 0.297 = 0.594$$

$$m_a = 0.594 \text{ Ton-m}$$

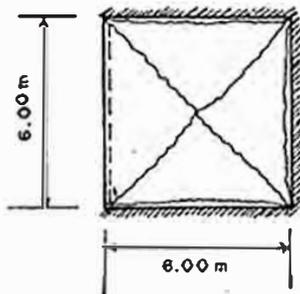
Momento de Rotura : Estará dado por:

$$M_U = 1.5(0.363) + 1.8(0.594) = 1.614$$

$$\underline{\underline{M_U = 1.614 \text{ Ton-m}}}$$

ii) Momentos de Rotura en los paños exteriores.

a) Carga Uniformemente Distribuída.



$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

$$a_r = \frac{2 \times 6.0}{1 + \sqrt{2}} = 4.97$$

$$b_r = \frac{2 \times 6.0}{\sqrt{2} + \sqrt{2}} = 4.24$$

$$L = 1.0$$

$$E_1 = E_3 = E_4 = -1$$

$$m_a = \frac{(0.484)(4.97)(1.0)(4.24)}{8 \left( \frac{4.97}{1 \times 4.24} + \frac{1 \times 4.24}{4.97} + 1 \right)} = 0.421$$

$$m_a = 0.421 \text{ Ton-m}$$

b) Carga Concentrada.

b.1) Carga aplicada en (1):

$$P = 3.8 \text{ Ton}$$

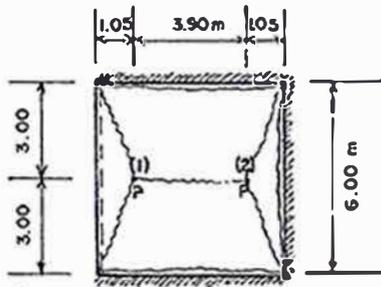
$$d_1 = d_3 = 3.00 \text{ m}$$

$$d_2 = 4.95 \text{ m}$$

$$m_a = \frac{3.8}{\left(\frac{6.00}{3.00} + \frac{6.00}{4.95} + \frac{6.00}{3.00}\right)(1 + 1)} =$$

$$m_a = 0.365 \text{ Ton-m}$$

b.2) Carga aplicada en (2):



$$P = 3.8 \text{ Ton}$$

$$d_1 = d_3 = 3.00 \text{ m}$$

$$d_2 = 1.05 \text{ m}$$

$$\beta = 1.0$$

$$m_a = \frac{3.8}{\left(\frac{6.00}{3.00} + \frac{6.00}{1.05} + \frac{6.00}{3.00}\right)(1 + 1)} =$$

$$m_a = 0.196 \text{ Ton-m}$$

De donde el momento debido a la acción de las cargas concentradas será de :

$$m_a = 0.365 + 0.196 = 0.561$$

$$m_a = 0.561 \text{ Ton-m}$$

Momento de Rotura : Estará dado por:

$$M_U = 1.5(0.421) + 1.8(0.561) = 1.641$$

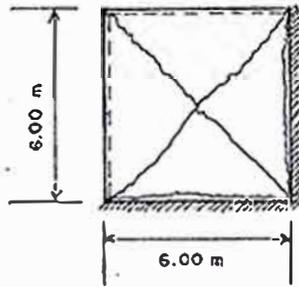
$$\underline{\underline{M_U = 1.641 \text{ Ton-m}}}$$

iii) Momentos de Rotura en los paños en esquina.

a) Carga Uniformemente Distribuída.

$$q = 0.484 \text{ Ton/m}$$

$$L = 1.0$$



$$a_r = \frac{2 \times 6.0}{1 + \sqrt{2}} = 4.97$$

$$b_r = \frac{2 \times 6.0}{1 + \sqrt{2}} = 4.97$$

$$E_1 = E_3 = -1$$

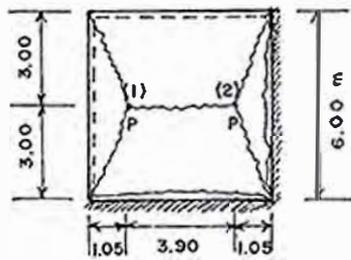
$$m_a = \frac{(0.484)(4.97)(1.0)(4.97)}{\left(1 + \frac{4.97}{1 \times 4.97} + \frac{1 \times 4.97}{4.97}\right) 8} = 0.498$$

$$m_a = 0.498 \text{ Ton-m}$$

$$E_1 m_a = -0.498 \text{ Ton-m}$$

$$E_3 (\cancel{m_a}) = -0.498 \text{ Ton-m}$$

b) Carga Concentrada.



$$P = 3.8 \text{ Ton}$$

$$d = 1.05 \text{ m}$$

$$a = b = 6.00 \text{ m}$$

$$m = \frac{3.8}{\frac{6}{1.05} + \frac{2 \times 6}{6.00}} = 0.493$$

Momento de Rotura : Estará dado por:

$$M_u = 1.5(0.498) + 1.8(0.493) = 1.634$$

$$\underline{\underline{M_u = 1.634 \text{ Ton-m}}}$$

6.5.5 Diseño de la armadura. - El diseño se hace por flexión :

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2, \quad f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$r = 3 \text{ cm}, \quad h = 16 \text{ cm}, \quad d = 13 \text{ cm}$$

i) En los paños interiores.

$$M_u = 1.61 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.81 f_y d} = \frac{1.61 \times 10^5}{0.81 \times 4,200 \times 13} = 3.64 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{3.64 \times 4,200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.86 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)} = \frac{1.61 \times 10^5}{0.9 \times 4,200 (13 - 0.86/2)} = 3.39 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usando  $\phi 3/8''$  ( $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{A_b}{A_s} \times 100 = \frac{0.71}{3.39} \times 100 = 20.94 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

Usaremos entonces :  $\phi 3/8''$  a 21

tanto para la armadura superior como inferior.

ii) En los paños exteriores.

$$M_u = 1.64 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.81 f_y d} = \frac{1.64 \times 10^5}{0.81 \times 4,200 \times 13} = 3.71 \text{ cm}^2/\text{m}$$

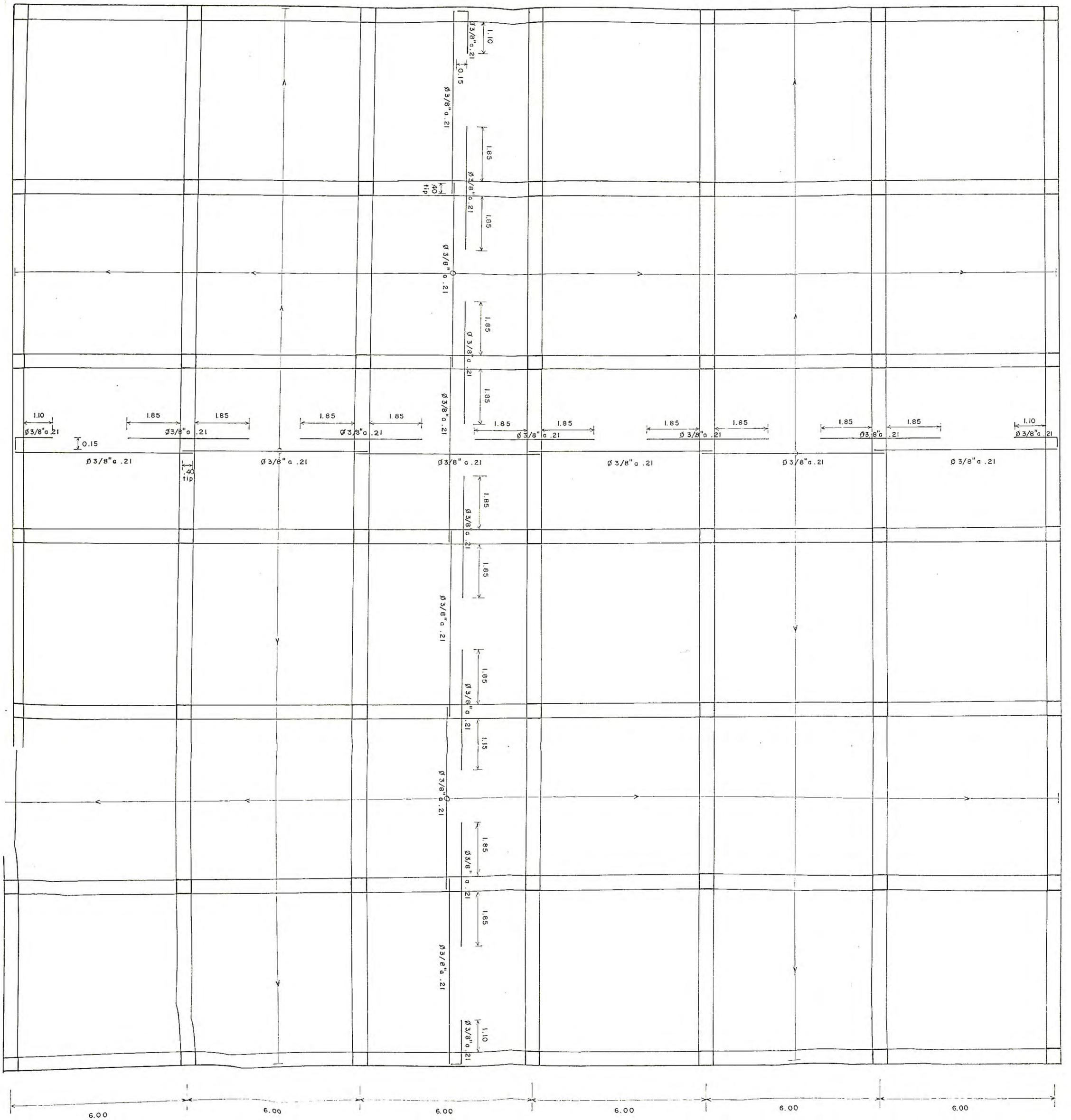
$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{3.71 \times 4,200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.87 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)} = \frac{1.64 \times 10^5}{0.9 \times 4,200 (13 - 0.87/2)} = 3.45 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usando  $\phi 3/8''$  ( $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{A_b}{A_s} \times 100 = \frac{0.71}{3.45} \times 100 = 20.58 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

Usaremos entonces :  $\phi 3/8''$  a 21



ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE LA ARMADURA DE LA LOSA

iii) En los paños en esquina.

$$M_u = 1.63 \text{ Ton-m}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.81 f_y d} = \frac{1.63 \times 10^5}{0.81 \times 4,200 \times 13} = 3.69 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{3.69 \times 4,200}{0.85 \times 210 \times 100} = 0.87 \text{ cm}$$

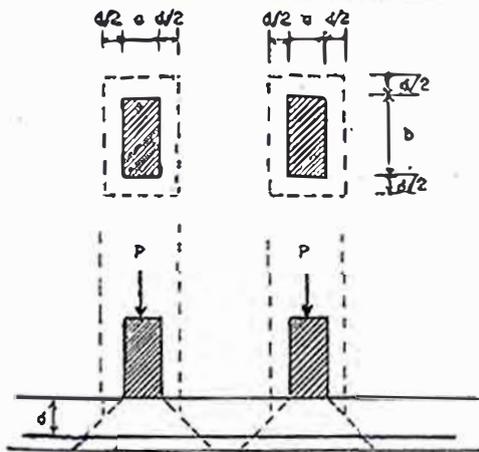
$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)} = \frac{1.63 \times 10^5}{0.9 \times 4,200 (13 - 0.87/2)} = 3.43 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usando  $\phi 3/8''$  ( $A_b = 0.71 \text{ cm}^2$ )

$$s = \frac{A_b}{A_s} \times 100 = \frac{0.71}{3.43} \times 100 = 20.70 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

Usaremos entonces :  $\phi 3/8''$  a 21

6.5.6 Revisión del Punzonamiento.-



$$P = 3.25 \text{ Ton}$$

$$e = 13.4 \text{ cm}$$

$$b = 26.8 \text{ cm}$$

$$d = 13 \text{ cm}$$

Sabemos que :

$$v_{up} = \frac{V_u}{\phi p_c d} ; v_{cp} = \sqrt{f'_c}$$

$p_c$  = perímetro crítico

$$p_c = 2(26.8 + 13) + 2(13.4 + 13) = 132.4 \text{ cm}$$

$$v_{up} = \frac{1.8 \times 3,250}{0.85 \times 132.4 \times 13} = 4.00 \text{ kg/cm}^2 ; v_{cp} = \sqrt{210} = 15.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{up} = 4.00 \text{ kg/cm}^2 \quad v_{cp} = 15.36 \text{ kg/cm}^2 \quad \underline{\text{O.K.}}$$

6.6 SUPERFICIE DE ATERRIZAJE.— Se pueden utilizar diversos materiales satisfactoriamente para construir las superficies de los helipuertos elevados. Entre éstos figuran el cemento Portland sobre losas de concreto, el asfalto, el metal y las superficies construídas con maderas tratadas. Todas las superficies deben ser antideslizantes o estar provistas de una capa que tenga estas características.

En general, cuando se hayan de realizar operaciones durante la noche, se sugiere una superficie de color claro, para facilitar la estimación de la altura durante el aterrizaje.

Si se utiliza una plataforma de madera o de metal para la distribución de cargas, se recomienda que los materiales se traten de modo que resulten resistentes a la intemperie y que sean anti-combustibles. Las áreas destinadas a la circulación de las personas, deberían tener una superficie abrasiva o antideslizante. Excepto en lo que atañe al drenaje de la azotea, se prefiere que la superficie sea continua, de modo que el aire impulsado hacia abajo por el rotor produzca el máximo efecto de suelo o colchón de aire. Por ejemplo, una rajilla de metal abierta puede que produzca una dispersión demasiado grande de la masa de aire impulsada por el rotor.

6.7 TURBULENCIA Y VISIBILIDAD.— Si el emplazamiento de un helipuerto sobre una azotea está cerca de otros edificios o de otras estructuras, puede que sea necesario hacer vuelos de prueba para determinar si existe alguna turbulencia adversa que pudiera afectar excesivamente las operaciones. Los fuertes vientos ocasionales pueden crear un problema para el vuelo en algunos emplazamientos elevados durante ciertos periodos, aún cuando el emplazamiento sea bastante satisfactorio durante la mayor parte del tiempo. En

estas circunstancias se sugiere que el helipuerto se apruebe para utilizarlo hasta un cierto límite prefijado de velocidad del viento. Este es un procedimiento aceptado generalmente en muchas actividades aeronáuticas, y permite la utilización de un emplazamiento, en otros aspectos aceptable, excepto durante los periodos en que los fuertes vientos pudieran producir turbulencia desfavorable.

La proximidad de grandes edificios da origen a turbulencias, que deberán ser mínimas en el lugar de emplazamiento de un helipuerto, especialmente cuando estas turbulencias causan corrientes descendentes, peligrosas desde todo punto de vista. El alcance o carácter de las turbulencias no pueden ser previstas para una condición determinada de los edificios circundantes, por lo que será necesario efectuar mediciones de dirección y velocidad del viento durante un espacio de tiempo tan largo como sea posible, para poder determinar las condiciones del lugar.

La visibilidad para los vuelos es otro factor que ha de considerarse en los emplazamientos sobre edificios de 30 metros o más de altura. El techo de nubes rara vez desciende hasta el suelo, o incluso hasta 30 metros, pero la presencia de niebla o neblina, y de humos perjudican la visibilidad. Estos fenómenos, reducen por lo menos, el número de operaciones con visibilidad.

## CAPITULO VII. AYUDAS VISUALES

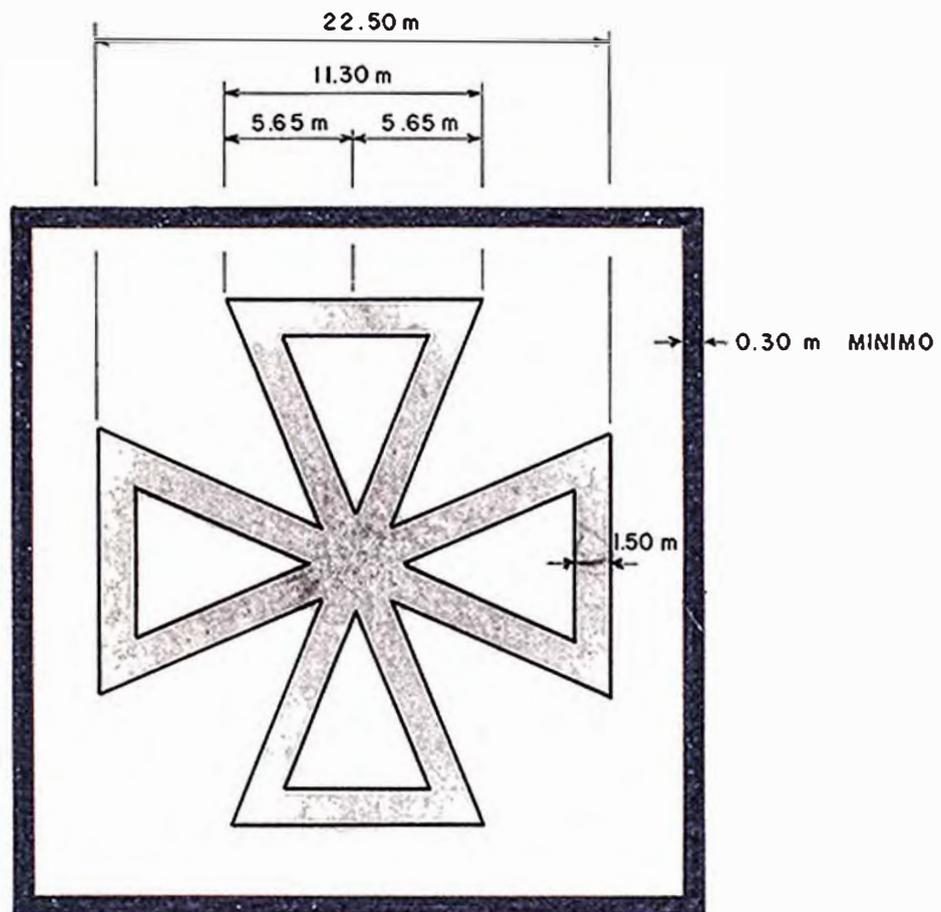
7.1 GENERALIDADES.- Las recomendaciones en cuanto a señalización e iluminación que aquí se indican están basadas en la mejor información de que puede disponerse actualmente. Cada helipuerto debería contar con las señales apropiadas y estar convenientemente equipado con indicadores de dirección del viento. Cuando esté destinado a uso nocturno, también debería contar con luces indicadores del perímetro y un faro de identificación.

Conviene disponer señales o balizas adecuadas en los límites del área de aterrizaje y despegue. Esto es esencial cuando las superficies alrededor de dicha área tienen una resistencia inferior, o cuando el área de aterrizaje y despegue está establecida en la parte superior de un edificio. Debería tenerse cuidado de que las señales o balizas no se confundan con otras señales situadas cerca del área de aterrizaje y despegue. Se debería consultar el Anexo 14 - Aeródromos de la OACI, Capítulo 5, para tener una mayor orientación al respecto.

Cuando se considere necesario, se proveerán líneas de guía en las calles de rodaje.

Las plataformas deberían estar claramente señaladas, para facilitar las maniobras en tierra y para garantizar la seguridad del personal y el equipo. En caso necesario, deben proveerse líneas de guía, las cuales deben proporcionar la separación adecuada entre los rotores de helicópteros adyacentes, basándose en los tipos más grandes que se prevea vayan a utilizar el helipuerto.

Para los fines de señalización de obstáculos, todos los objetos que penetran a través de las superficies de limitación de obstáculos o de transición, deberían considerarse en principio como obstáculos y señalarse de acuerdo con las especificaciones del Anexo



Las dimensiones de la señal normalizada corresponden a un área de contacto de 27 metros o más. Para tamaño de señal distintos de 22.5 m varíense las dimensiones proporcionalmente.

El área de contacto debe delimitarse claramente mediante una línea llena o de trozos, con un ancho de por lo menos 30 centímetros

En las superficies de colores claros las señales deberían tener un reborde negro, con el fin de que se destaquen más.

FIGURA Nº18 - SEÑAL DE HELIPUERTO PUBLICO

14 - Aeródromos, de la OACI, Capítulo 6.

Es necesario proveer un tipo de indicador de la dirección del viento en los helipuertos, y para orientación sobre los tipos adecuados de indicadores debe consultarse el Anexo 14, Capítulo 5.

Cualquiera que sea la forma del indicador que se elija, debería emplazarse de forma que se eviten los efectos de la turbulencia, debiendo ser visibles desde los helicópteros en vuelo, así como desde los que se encuentren en el área de movimientos.

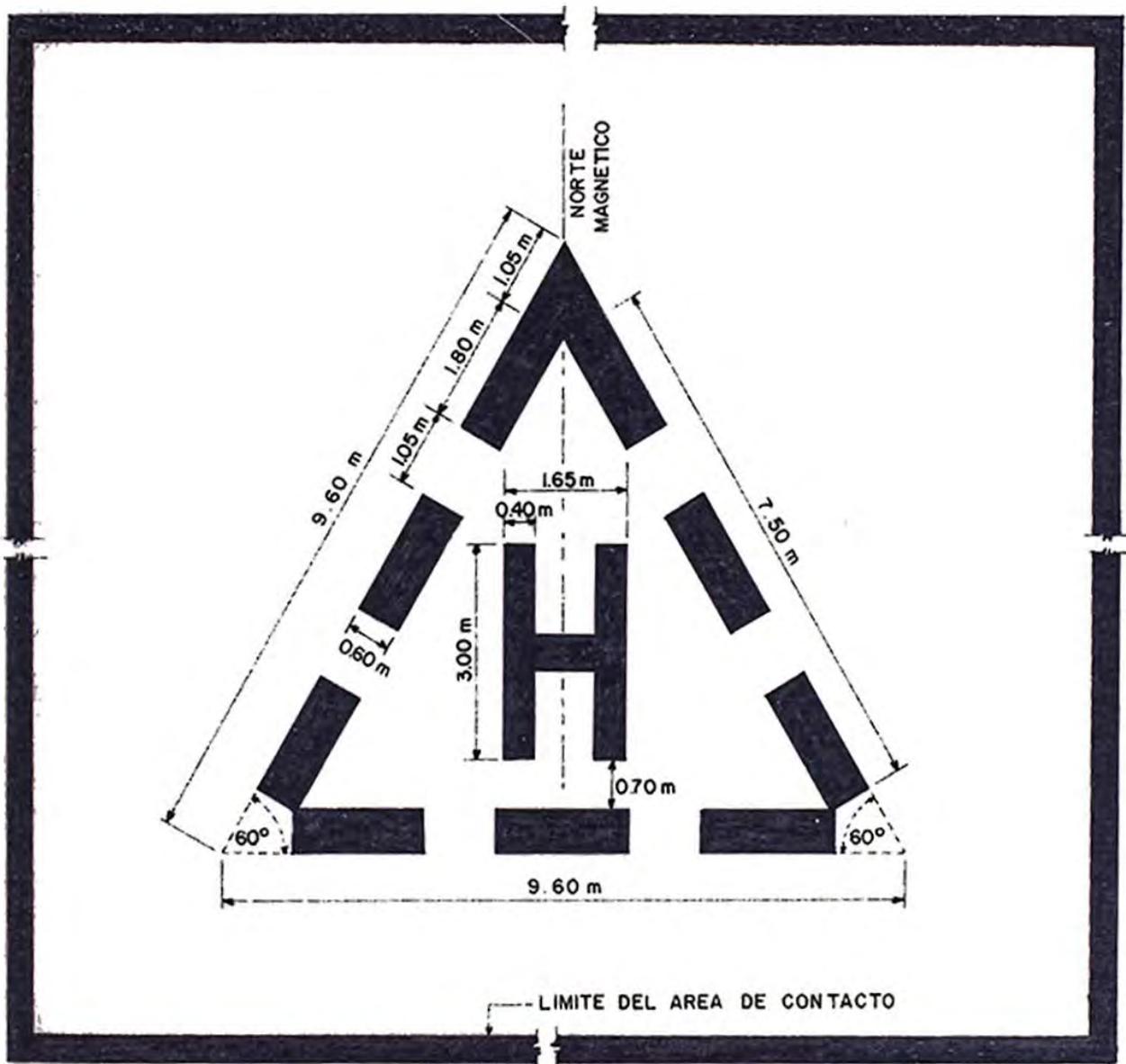
Las necesidades en cuanto a la iluminación que se ha de instalar en los helipuertos solamente pueden especificarse en términos generales. Todas las ayudas luminosas deberían ser de tal naturaleza que no deslumbren a los pilotos que se encuentren en el heli-  
puerto o durante la aproximación o el despegue.

El área de aterrizaje y despegue debería estar claramente señalada por medio de luces delimitadoras, con el fin de definirla de forma que se pueda distinguir de otras áreas en que no se permitan las operaciones de helicópteros. Esto tiene especial importancia en los helipuertos establecidos en aeródromos utilizados por aeronaves de ala fija.

Se recomienda la provisión de dispositivos para regulación del brillo, que manejará el personal de tierra.

Quizá se necesiten reflectores para facilitar la estimación de altura y distancia durante el despegue y el aterrizaje. Es conveniente que los reflectores estén situados en los límites del área de aterrizaje y despegue, pero su altura debería ser tal que no constituyan un riesgo para las operaciones. Los reflectores deberían estar convenientemente apantallados de forma que el foco luminoso no sea directamente visible por los pilotos en ninguna fase de las operaciones.

Puede ser necesario iluminar también la superficie de las pla-



NOTAS

Lo señal triangular deberá situarse aproximadamente en el centro del área de contacto. La letra "H" estará centrada en el triángulo, como aquí se muestra. El triángulo deberá estar orientado de manera que su vértice trazado con línea lleno apunte hacia el norte magnético. Todos los elementos de la señal deberán ser de color blanco.

Cuando sea necesario o conveniente limitar la propia área de contacto del área de aterrizaje para helicópteros a una superficie relativamente pequeña, como ocurre en las azoteas, o a porciones específicas de las áreas de aterrizaje, el área de contacto deberá delimitarse claramente mediante una línea llena o de trozos, con un ancho de por lo menos 30 centímetros (0.30 m).

FIGURA Nº 19 - SEÑAL DE HELIPUERTO PRIVADO

taformas mediante reflectores, de acuerdo con las especificaciones del Anexo 14, Capítulo 5.

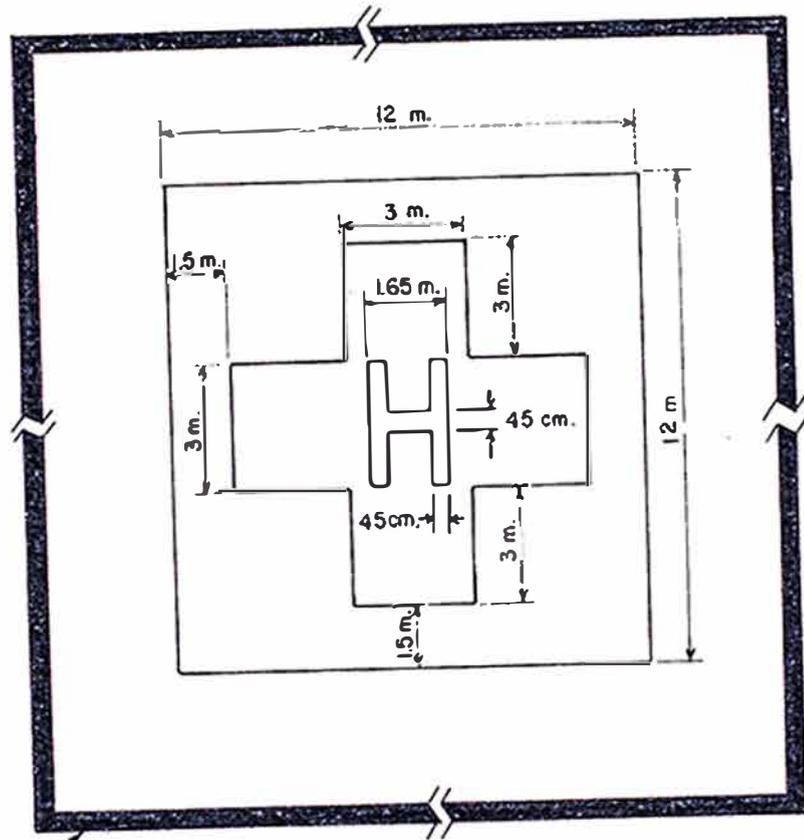
Cuando se utilice iluminación mediante reflectores, se recomienda que la superficie de la zona de contacto sea ligeramente rugosa y de color claro, ya que ello proporciona una mejor percepción de la altura.

En condiciones de mala visibilidad y cuando se utilicen ayudas electrónicas para guiar al helicóptero durante la aproximación hasta establecer contacto visual con el área de aterrizaje, puede ser necesario proveer lo siguiente :

- a) Una configuración distintiva de iluminación de aproximación, que ayude a la orientación durante las maniobras visuales;
- b) Indicadores visuales de pendiente de aproximación, reglados con un ángulo apropiado que dependerá de las características de funcionamiento de los helicópteros cuya operación se prevea. En algunos casos, puede que haya que considerar la instalación de indicadores dobles de uso alternativo, para proporcionar dos ángulos de aproximación diferentes. Estas luces puede que tengan que estar instaladas dentro de los límites del área de aterrizaje y despegue.

**7.2 SEÑALIZACIÓN.** - La señalización principal de un área de aterrizaje y de despegue debe identificar claramente dicha área como una instalación reservada a los helicópteros. En todas las instalaciones para el aterrizaje de helicópteros, tanto a nivel del suelo como elevadas, se recomienda la señal que se muestra en la Figura No 18, siempre que no se trate de helipuertos de uso especial. La señal debería estar orientada de modo que uno de los ejes de la "cruz" esté alineado con la dirección principal de aproximación.

El triángulo indicado en la Figura No 19 es una señal del tipo aceptable para los helipuertos de uso privado.



Borde del Area de Contacto,  
de color rojo cerezo y de 30  
cm. de oncho.

LEYENDA

□ --- Rojo Cerezo.

□ --- Blanco.

FIGURA Nº 20-SEÑAL DE HELIPUERTO PARA HOSPITALES.

Para indicar una heliestación de hospital se recomienda una señal como la que se muestra en la figura No 20. Esta señal se utiliza desde hace varios años en varios países.

Para los helipuertos elevados, particularmente los más pequeños, se sugiere que la señal básica (triángulo utilizado para los helipuertos privados) se circunscriba en un círculo como se ilustra en la figura No 21. Pilotos experimentados aseguran que la adición de un círculo da una referencia mejorada del área de contacto. La figura No 22 ilustra la señal que puede utilizarse en la azotea de los edificios altos para indicar el lugar en que pueden aterrizar los helicópteros para la evacuación del edificio en caso de emergencia. Este método es útil en los casos en que el equipo terrestre de incendios no pueda llegar a las plantas superiores. El establecimiento de estas señales debería hacerse en cooperación con el cuerpo de bomberos correspondiente.

Las señales en el área de aterrizaje y de despegue deberían ser del color que se indica en las figuras arriba mencionadas. Las señales de las calles de rodaje y de las áreas de servicio deberían ser amarillas. La pintura o señales reflectantes sólo reflejan hacia la fuente luminosa, para que sean eficaces el helicóptero debe estar dotado de una fuente de luz.

Las dimensiones de la señal podrían ser del orden siguiente :

- a) Altura de la letra - de 3 a 5 metros
- b) Ancho de la letra - de 1.5 a 4 metros
- c) Grosor de las líneas - 45 centímetros

El color utilizado debería ser el blanco, pero se puede usar el amarillo si con ello se consigue un contraste mejor con las superficies circundantes. El color que se utilice puede acentuarse mediante un borde negro, con el fin de mejorar su identificación.

Las líneas de guía y de posición para los helicópteros son de



Circunscribir el triángulo de la señal de helipuerto en un círculo con línea llena de 60 cm. de ancho.

Se puede indicar el peso bruto del helicóptero, permisible en el área de contacto (en miles de Kilogramos), pintados visiblemente en el centro del triángulo o en otro punto del área de aterrizaje y despegue. Los números de la señal deberán ser similares en altura, ancho y espesor de la línea, o la letra "H" de la señal de helipuerto para emplazamientos no elevados. Todos los elementos de la señal deberán ser de color blanco.

FIGURA Nº21.-SEÑAL RECOMENDADA PARA HELIPUERTO ELEVADO

utilidad primordial para ayudar a los pilotos a visualizar el margen de separación entre los rotores que giran rápidamente y las aeronaves o instalaciones fijas adyacentes. Cuando los movimientos son numerosos, pueden resultar convenientes líneas de guía para el rodaje y líneas de posición pintadas en las plataformas. Las señales referentes a las líneas de eje son valiosas durante la operación de rodaje.

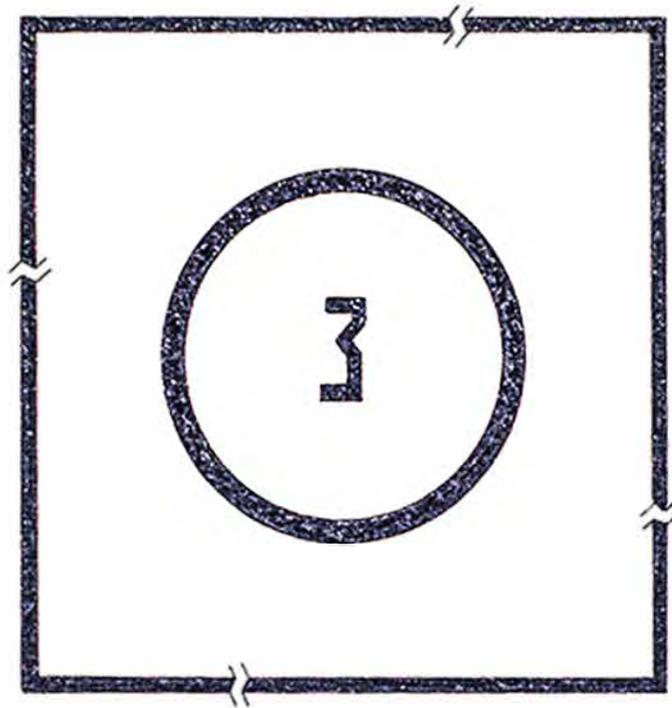
Los helipuertos situados en las azoteas pueden llevar la designación de lugar pintada en un lugar apropiado fuera de la zona de contacto. Los límites de carga, donde sean aplicables, deberían señalarse mediante números encerrados en un círculo, que representen la carga permitida, indicada en miles de kilogramos (toneladas).

En todos los casos, las letras y números no deberían ser menores de 3 metros de altura.

Se recomiendan balizas delimitadoras diurnas bien visibles, para que los pilotos puedan identificar el contorno del área de aterrizaje y de despegue. Esto es especialmente conveniente cuando dicha área esté pavimentada. Las balizas delimitadoras para indicar el área deberían colocarse a intervalos no superiores a 30 metros.

En algunos casos puede que sea necesario reducir el espacio a 7.5 metros según sean las dimensiones y configuración del área de aterrizaje y de despegue. Las balizas no deben constituir un peligro para las operaciones. Las balizas delimitadoras pueden construirse con materiales asequibles en la localidad.

**7.3 INDICADOR DE LA DIRECCION DEL VIENTO.**- Se recomienda la instalación, cerca del área de aterrizaje, de un indicador del viento tal como un cono de viento de 2.4 metros de longitud, con una boca de entrada de 60 cm de diámetro y una boca de salida de 30 cm de diámetro; que debería colocarse de modo que se destaque, pero sin



NOTA

El número se encuentra en el centro de un círculo que indica el peso bruto máximo permisible del helicóptero (en miles de Kilogramos). Puede indicarse el diámetro del área útil disponible mediante números pinados de forma bien visible en el centro del círculo. Todos los elementos de la señal serán de color rojo. El espesor de los líneas será de 30 cm. para el borde del área de contacto, 60 cm. para el círculo central y de 60 cm. para los números como mínimo.

FIGURA Nº22 - Señal de emergencia para los azoteas de edificios.

constituir un peligro para el vuelo. Para destacar el emplazamiento de un cono de viento, se podrá marcar una banda circular de 7.5 metros de diámetro y 60 centímetros de ancho alrededor del mástil.

Además, el indicador de viento debería emplazarse de manera que se evite la posibilidad de que quede bloqueado por algún edificio o estructura. La tela del cono de viento debería ser de color anaranjado o de algún otro color que destaque. Para las operaciones nocturnas debería proporcionarse un indicador de la dirección del viento iluminado.

**7.4 ILUMINACION DEL HELIPUERTO.**- Si se proyecta realizar operaciones durante las horas de oscuridad, se consideran necesarias las luces delimitadoras del perímetro y de señalamiento de obstáculos.

Cuando el helipuerto no esté situado en un aeropuerto, se recomienda el uso de un faro de identificación. Es conveniente que pueda controlarse la intensidad de la iluminación.

**7.4.1 Luces del perímetro.** Estas luces constituyen una iluminación distintiva que define el área y permite su identificación positiva durante las operaciones de aterrizaje. Se recomienda un número impar de luces amarillas, no menos de cinco en cada lado, espaciadas uniformemente alrededor de la periferia del área de aterrizaje y de despegue. La separación máxima entre luces adyacentes es de 15 metros. Las luces deberían tener una distribución lumínica hemisférica y una potencia de 15 a 45 vatios. Se ha empleado con éxito el dispositivo luminoso de la FAA tipo L-850 o el 861 con lentes amarillas. Las luces deberían ser de perfil bajo y no penetrar la superficie de aproximación-salida.

**7.4.2 Faro de Identificación.**

a) Cuando se instale, el faro debería estar situado dentro de un radio de un cuarto de milla en el caso de un helipuerto situado

al nivel del suelo, para identificar su emplazamiento. En los helipuertos elevados debería escogerse un punto que sea visible pero que no cause deslumbramiento. No se considera conveniente instalar un faro de helipuerto cuando el mismo esté incluido dentro de un aeropuerto.

b) En los casos en que se instale un faro, este debería tener luces de destellos cuya clave de colores sea blanco-verde-amarillo y que emita entre 36 y 45 destellos por minuto. (El faro para un helipuerto militar cuenta con un filtro blanco ranurado). El faro, con el centro del haz de luz  $5^{\circ}$  por encima de la horizontal, tendrá una intensidad mínima eficaz de destellos blancos de 25,000 candelas. La intensidad eficaz de los destellos amarillos y verdes no será inferior a 10,000 y 3,750 candelas, respectivamente.

7.4.3 Ayudas Visuales Útiles. Se han puesto en práctica otras ayudas visuales que han probado ser muy útiles cuando se las ha aplicado a situaciones especiales; actualmente esta categoría incluye los reflectores, las luces empotradas en la plataforma y los indicadores visuales de pendiente de aproximación (VASIS).

#### 7.4.3.1 Iluminación mediante reflectores.

a) La iluminación del área de contacto mediante reflectores ha demostrado ser eficaz para las operaciones nocturnas. Cuando se utilizan los reflectores además de las luces del perímetro, la configuración de la señalización del área de contacto debería diseñarse de manera que proporcione un buen contraste. Además, una superficie ligeramente rugosa proporcionará al piloto una mejor percepción de la altura. Es recomendable que los reflectores sean apantallados, bien por su emplazamiento o por el diseño del equipo, de modo que el piloto no quede deslumbrado por la fuente de luz durante las operaciones de aterrizaje o de rodaje. Uno de los sistemas de reflectores experimentados utilizaba unidades de 500 vatios, empleando

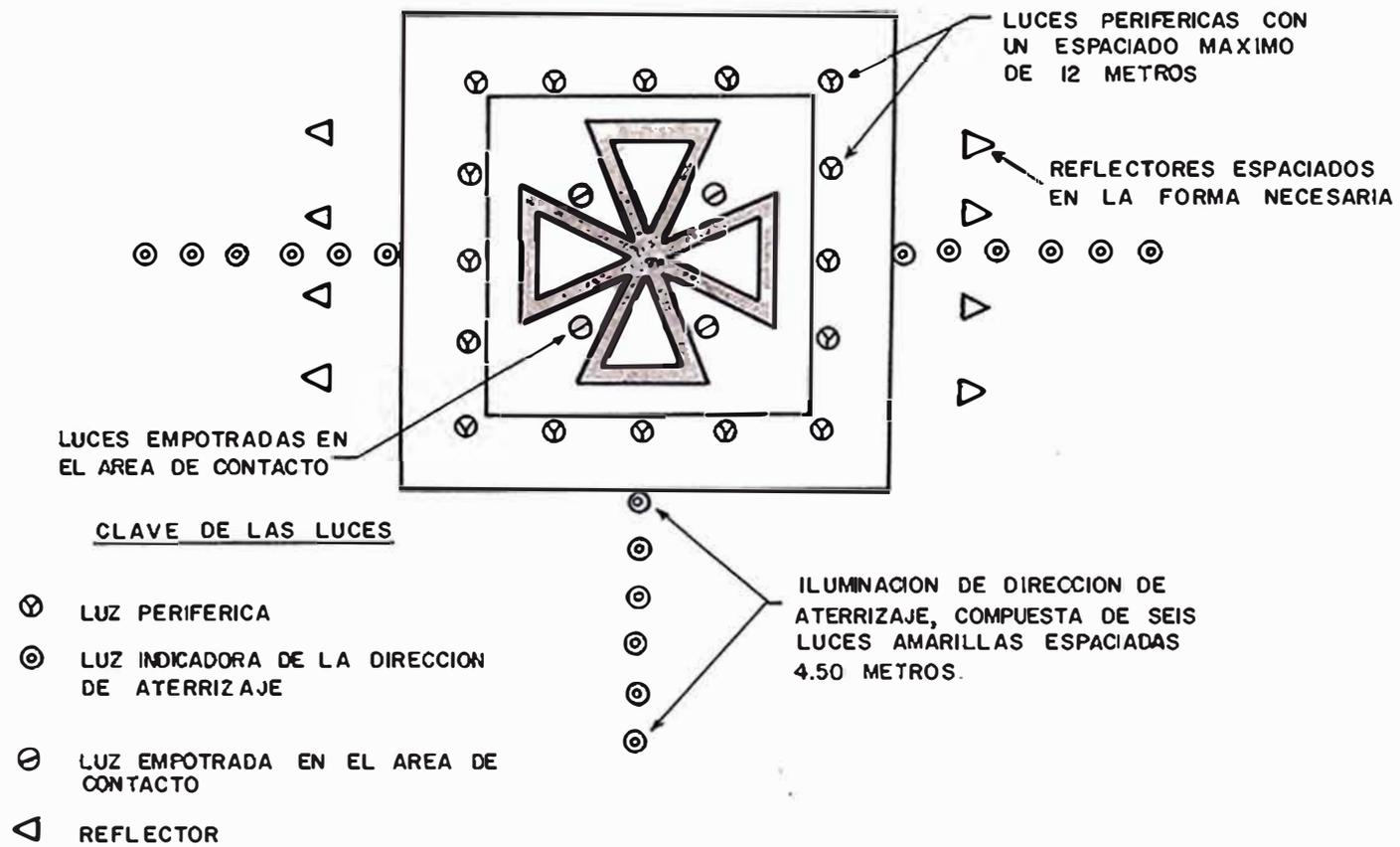


FIGURA Nº23-CONFIGURACION DE LA ILUMINACION DE UN HELIPUERTO

dos lámparas de 250 vatios en cada unidad. Se ha indicado que este sistema produce una iluminación sobre la totalidad del área de contacto, de 0.9 candelas-metro (3 candelas-pie) por lo menos.

b) Puede ser necesario iluminar mediante reflectores las rampas y plataformas utilizadas para las operaciones de carga y de descarga. Estos reflectores pueden ser del tipo comercial corriente, portátiles o instalados en postes o en el edificio administrativo. Pueden ser semejantes a los utilizados habitualmente en las plataformas de los aeropuertos.

c) Los reflectores deberían tener capacidad para restablecer instantáneamente la iluminación, a fin de evitar dificultades debido a fallas momentáneas de la energía eléctrica. Los dispositivos de montaje de las luces no deberían penetrar las superficies imaginarias del helipuerto.

7.4.3.2 Luces empotradas. Estas luces son empotradas en el pavimento del helipuerto y constituyen puntos de referencia para dirigir la aeronave hacia la plataforma, y proporcionan al piloto una mejor percepción de la altura durante la aproximación final y el aterrizaje. Se recomienda un mínimo de 4 luces blancas empotradas, de 45 vatios cada una, por lo menos. Cuando no se disponga de espacio fuera de la plataforma, las luces empotradas pueden instalarse en una línea que indique la dirección de aterrizaje preferida.

7.4.3.3 Indicadores Visuales de Pendiente de Aproximación (VASIS = Visual Approach Slope Indicator System). El principio del VASIS actual de dos colores utilizado en las operaciones de aeronaves de ala fija constituye una característica conveniente para las operaciones de helicópteros, ya que define un área de aterrizaje y puede utilizarse casi hasta el nivel del terreno. Esto resulta especialmente importante en los helipuertos, en los que el sistema debe estar contenido dentro del área de contacto final y donde un

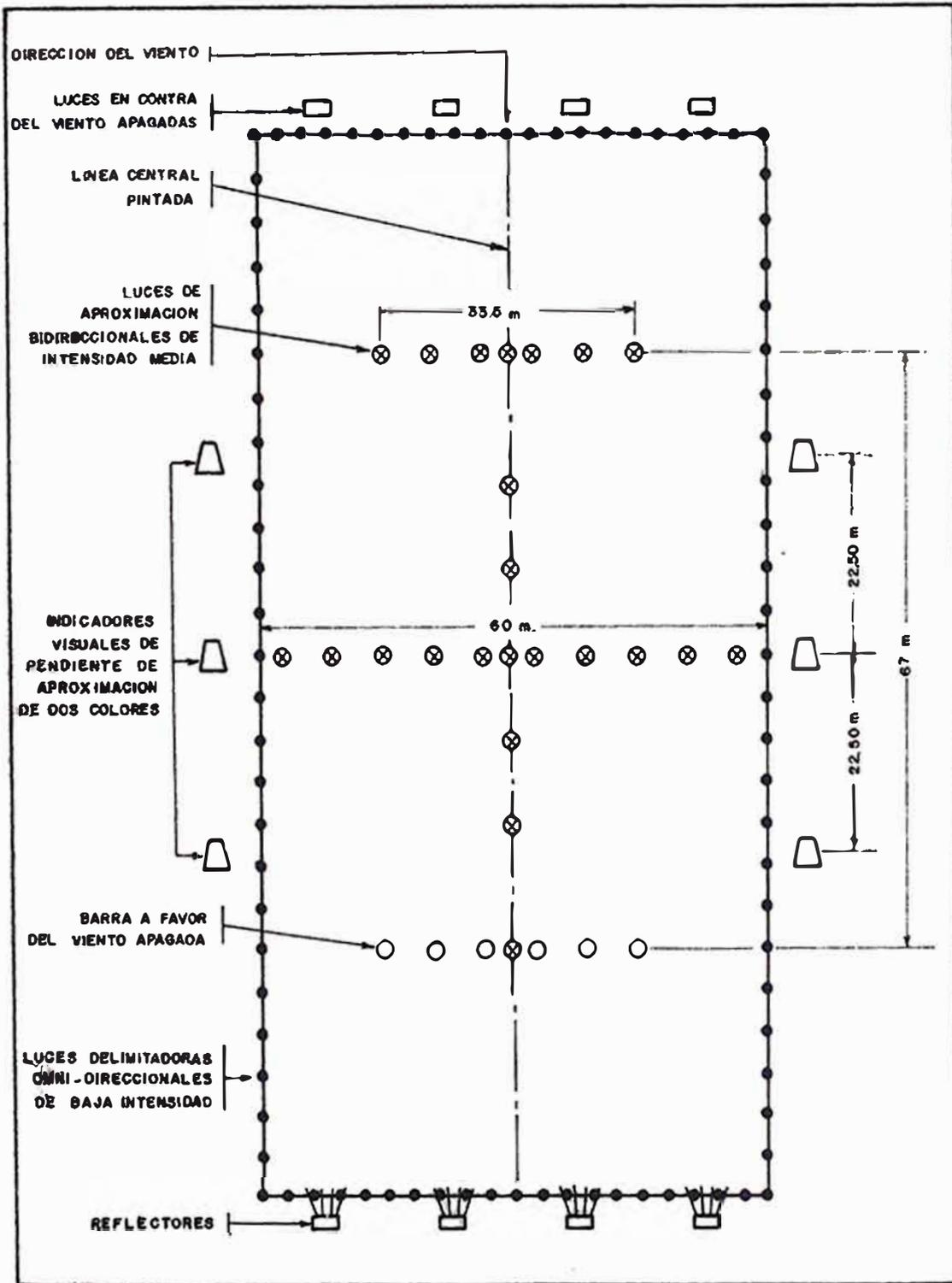


FIGURA Nº 24 - AREA DE APROXIMACION POR INSTRUMENTOS

indicador del tipo de punto luminoso resulta virtualmente imposible de utilizar a corta distancia durante el vuelo, debido a lo estrecho de su haz.

Con el fin de ayudar al piloto durante las dificultades de mando de la aeronave con que tropieza debido a las velocidades de aproximación, se ha desarrollado un VASIS de nuevo diseño para proporcionar una mejora en la información de pendiente de aproximación, aumentando el número de sectores o grados de la señal de error, mediante un margen graduado entre los sectores superior e inferior del canal de aproximación. Para conseguir ésto, se sitúan dos filas de elementos VASIS al lado del eje (Véase la Figura No 24). Los elementos más alejados y los más cercanos, respectivamente, en el sentido de la aproximación, se reglan un grado por encima y un grado por debajo del ajuste del elemento intermedio. La trayectoria de aproximación óptima se consigue cuando el elemento más alejado se ve rojo, el elemento intermedio se ve de color rosa, y el elemento más cercano se ve de color blanco. Esta disposición proporciona una mayor amplitud de información de trayectoria de planeo, así como una profundidad aceptable del canal dentro del cual puede maniobrar el helicóptero.

También podrá suministrarse una ayuda visual para la aproximación del tipo PAPI (Precision Approach Path Indicator = Indicador de Trayectoria de Aproximación de Precisión) que es una versión perfeccionada del VASIS. Los ángulos de reglaje dependerán del tipo de operación prevista y podrán variar de 3 hasta 8°.

Todos estos tipos de ayudas visuales anteriormente expuestas, se pueden visualizar de manera más clara en las Figuras No 23 y 24 en las cuales se pueden ver las luces periféricas, las cuales se pueden espaciar en intervalos de 3 a 4.5 metros, pero a no más de 12 metros; las luces indicadores de aterrizaje, los reflectores

y los indicadores visuales de pendiente de aproximación, así como también las luces empotradas en el área de contacto.

Se puede obtener una mayor información respecto a las ayudas visuales en el Manual de Proyecto de Aeródromos de la OACI, Parte 4 - Ayudas Visuales y en el Boletín de la OACI de Enero de 1979, así como también en el Anexo 14 Aeródromos de la OACI.

En un helipuerto que no esté dotado de personal, la iluminación puede controlarse mediante célula fotoeléctrica, radio o mando a distancia. Puede proyectarse un sistema de control por radio para encender y apagar las luces utilizando el equipo de radio del helicóptero.

7.5 ILUMINACION DE LOS OBSTACULOS.- Hasta donde sea posible, todos los objetos situados en la proximidad inmediata del helipuerto y que sobrepasen la superficie de franqueamiento de obstáculos prescrita, deberían señalarse como obstáculos e iluminarse. En el caso de los helipuertos emplazados sobre azoteas, deberían señalarse los obstáculos tales como astas de banderas, cajas de ascensores, etc.

La iluminación mediante reflectores ha sido empleada satisfactoriamente para la identificación de obstáculos grandes. Las estructuras aisladas que no penetren las superficies libres de obstáculos, pueden requerir una consideración especial.

7.6 LUCES DE DIRECCION DE ATERRIZAJE.- Esta ayuda consiste en una línea de seis luces amarillas, similar a las luces que señalan el perímetro, espaciadas a una distancia de 0.60 a 4.50 metros que indiquen la dirección de aterrizaje o de despegue deseada. Puede emplearse más de una fila de luces, las cuales pueden encenderse cuando se estime necesario utilizarlas.

## CAPITULO VIII. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD

8.1 BARRERAS DE SEGURIDAD.— Según el trazado de cada helipuerto, puede que resulte necesario instalar una valla, una cerca, u otra barrera adecuada, con una altura que no exceda de 1 metro, alrededor del área de aterrizaje y despegue, para evitar que el público entre en el área de operaciones.

El acceso al área de aterrizaje y de despegue o al área periférica, si existe, debería estar dotado de una barrera o protegido para evitar el acceso de las personas no autorizadas. La barrera que se utilice (valla, borde, pared, etc.) no debería penetrar en las superficies imaginarias del helipuerto.

Las áreas de contacto elevadas que no tengan la protección de un parapeto deberían estar dotadas de un dispositivo de seguridad que se extienda por lo menos 1.50 metros más allá del borde de la superficie de toma de contacto. El dispositivo de seguridad no debería asomar por encima de la superficie de contacto. Las pasarelas construídas en las azoteas para el acceso al área operacional deberían estar dotadas de pasamanos.

8.2 PROTECCION CONTRA INCENDIOS.— Las autoridades apropiadas deberían especificar las medidas especiales que se deben tomar en los helipuertos, para los fines de protección contra incendios y salvamento tras considerar lo siguiente :

- a) Los tipos, pesos y capacidades de combustible y de pasajeros de los helicópteros que se prevea que van a utilizar el helipuerto;
- b) otros servicios de extinción de incendios y salvamento de que se disponga, y los métodos para alertarlos;
- c) los problemas especiales relacionados con el emplazamiento y la estructura del helipuerto; y

d) la necesidad de vehículos especiales.

Debería dedicarse también atención a la prevención de incendios y a las posibles limitaciones, especialmente en relación con el emplazamiento del helipuerto respecto a las superficies ocupadas contiguas.

En el Manual de Servicios de Aeropuertos de la OACI, Parte 1 - Salvamento y extinción de incendios, figuran textos de orientación sobre todos los aspectos de los servicios de salvamento y extinción de incendios. Dicho Manual contiene también diagramas con datos de los helicópteros, en relación con situaciones de emergencia.

Los criterios enunciados en el presente capítulo indican los mínimos sugeridos para proporcionar un grado razonable de protección en caso de incendio o de accidente ocurridos durante las operaciones aeronáuticas en las áreas de aterrizaje y de despegue. Estos medios también pueden utilizarse para combatir un incendio que pudiera ocurrir cerca de dichas áreas, si la capacidad de los mismos lo permite.

Cuando un helipuerto esté situado en un aeropuerto, los recursos disponibles en el aeropuerto para la extinción de incendios y el salvamento pueden utilizarse asimismo para el helipuerto.

Debería disponerse de comunicaciones de emergencia entre el helipuerto y el cuerpo de bomberos que tenga jurisdicción sobre la localidad. Estas instalaciones pueden consistir en una caja de alarma de incendios corriente, una línea telefónica directa o una línea conectada a una central telefónica.

Cuando se proporcionen extinguidores portátiles, deberían instalarse en cajas a prueba de la intemperie pintadas de rojo y debidamente marcadas. Las cajas deberían tener un frente de cristal, lo que permitirá el acceso fácil en caso de emergencia y reducirá hasta cierto punto el uso no autorizado y el robo o los daños a

los extinguidores.

Las instalaciones de aprovisionamiento de combustible y de mantenimiento deben estar sujetas a las normas y reglamentos de seguridad contra incendios. En el folleto No 407 de la National Fire Protection Association figuran los criterios generales aplicables a las instalaciones de suministro de combustible en los helipuertos elevados.

Los helipuertos elevados deberían estar provistos de un dispositivo que evite que el combustible que se pueda derramar de un helicóptero llegue a alcanzar otras partes de la azotea. La solución puede ser el construir, en la periferia del área de contacto, un murete o sardinel de 7.5 a 15 cm de altura. En los casos en que se requieran aberturas de acceso en esta área, éstas deberían estar protegidas de manera similar.

La National Fire Protection Association de los Estados Unidos (NFPA) recomienda que los medios de protección contra incendios en los helipuertos se base en la siguiente clasificación de helipuertos :

a) La categoría H-1 comprende todos los helipuertos en que los helicópteros que utilicen las instalaciones transporten menos de seis personas o tengan cargas operacionales de combustible inferiores a 380 litros (100 galones americanos).

b) La categoría H-2 comprende todos los helipuertos en los cuales los helicópteros que utilizan las instalaciones transportan normalmente, menos de 12 pasajeros, tienen cargas operacionales de combustible inferiores a 760 litros (200 galones) y donde el número de movimientos excede una media de cuatro por día, en un período cualquiera de tres meses.

c) La categoría H-3 comprende todos los helipuertos en los cuales los helicópteros que utilizan normalmente las instalaciones trans-

portan 12 o más pasajeros y tienen cargas operacionales de combustible superiores a 760 litros (200 galones), independientemente de la frecuencia de los movimientos.

De acuerdo a esto establece una serie de recomendaciones relativas al equipo de extinción de incendios tanto para las áreas de aterrizaje y despegue a nivel del suelo (ver Cuadro No 16) como para las situadas en azoteas (ver Cuadro No 17).

8.2.1 Recomendaciones Relativas al Equipo de Extinción de Incendios para las Áreas de Aterrizaje y de Despegue que no estén situadas en Aeropuertos.

8.2.1.1 Líquidos Vaporizantes. Nuevos agentes del grupo de hidrocarburos halogenados con una toxicidad muy reducida en comparación con los agentes vaporizantes utilizados previamente. También han demostrado ser más eficaces en el caso de incendios de motor e incendios de combustible en recintos cerrados donde hasta ahora el  $CO_2$  había sido la elección natural.

8.2.1.2 Solución Líquido Emulsificador/Agua. Las cantidades de líquido emulsificador se calculan en base a una concentración de un 6 % de una solución de líquido emulsificador y agua, que es la apropiada para la mayoría de los equipos de producción de espuma. Si el equipo requiere una solución con una concentración mayor, la cantidad de líquido emulsificador se aumentará con agua para mantener la proporción adecuada de descarga.

Se utilizan tres tipos de espuma para la lucha contra incendios en las aeronaves en tierra : proteína, espuma de película acuosa y fluoroproteína. Todas estas espumas se obtienen mediante la combinación de agua, líquido emulsificador (del 6 % de concentración por volumen) y aire. El aire se introduce a fin de obtener un coeficiente de expansión de 8 a 10.

Un líquido emulsificador proteínico es un producto cuya base

CUADRO No 16 - PROTECCION RECOMENDADA PARA LAS AREAS DE  
ATERRIZAJE Y DESPEGUE A NIVEL DEL TERRENO  
(Referencia: Impreso No 403 de la NFFA)

CATEGORIA DEL HELIPUERTO	AGUA PARA LA PRODUCCION DE ESPUMA DE PELICULA ACUOSA				AGUA PARA LA PRODUCCION DE ESPUMA PROTEINICA O DE FLUOROPROTEINA				PRODUCTOS QUIMICOS SECOS <sup>+</sup>			
			REGIMEN DE DESCARGA				REGIMEN DE DESCARGA				REGIMEN DE DESCARGA	
	Galones	Litros	Gal/min	Lit/min	Galones	Litros	Gal/min	Lit/min	Libras	kg	lb/min	kg/min
H-1	++	++	++	++	++	++	++	++	100	45	100	45
H-2	200 <sup>x</sup>	760 <sup>x</sup>	100	380	300 <sup>x</sup>	1,140 <sup>x</sup>	150	570	200	90	200	90
H-3	335 <sup>x</sup>	1,265 <sup>x</sup>	200	760	500 <sup>x</sup>	1,900 <sup>x</sup>	300	1,140	300	135	300	135

+ Cuando se utilice espuma de proteína o fluoroproteína, se requieren productos químicos secos compatibles con la espuma. Los productos químicos secos almacenados en contenedores con un peso superior a 22.5 kg (50 libras) deberían estar provistos de transportadores auxiliares con ruedas. (Véase también Standard on Installation of Portable Fire Extinguishers, NFFA 10 (ANSI)).

++ Es frecuente que se pueda disponer de inmediato de un suministro de agua que satisfaga las recomendaciones correspondientes a la Categoría H-2. En estos casos, se suministrará en la suposición de que hay personal asignado para utilizar el equipo en caso de emergencia.

x Debería disponerse de inmediato de esta cantidad de agua procedente de un hidrante (boca de incendios), tanque bajo presión, depósito, cisterna o vehículo móvil para que pueda entregarse al régimen de descarga indicado y a una presión satisfactoria. Siempre que sea factible debería disponerse de agua adicional para permitir una operación de salvamento y extinción de incendios sin interrupción.

de espuma se compone esencialmente de proteínas hidrolizadas. Un líquido emulsificador fluoroproteínico es un producto proteínico con fórmula que incluye también productos fluorocarbonados que contienen agentes activos de superficie. Una espuma de película acuosa (AFFF) produce una espuma que forma una película sobre la superficie del combustible con propiedades aislantes.

8.2.1.3 Caudal de Agua. Cuando se transvasee agua a los aparatos productores de espuma, deberá hacerse en un régimen adecuado para mantener por lo menos el régimen de descarga requerido en los Cuadros No 16 y 17, sin interrupción de la producción de espuma.

8.2.1.4 Agentes complementarios. Cuando el agente complementario sea un producto químico seco, debería disponerse de un equipo separado para los incendios originados durante la puesta en marcha de los motores. Este equipo puede suministrar CO<sub>2</sub> o cualquier otro agente apropiado, y debería diseñarse de modo que facilite el acceso del agente extintor al motor. Los productos químicos en polvo que sean empleados en aplicaciones compuestas por dos agentes, serán de un tipo compatible con la espuma utilizada.

8.2.1.5 Escalas de medios de extinción. Las cantidades de agentes extintores y los regímenes de aplicación requeridos en los Cuadros No 16 y 17 son los que se han calculado como apropiados para fines de control inicial de incendios cuando se utilizan por personal debidamente adiestrado. Este concepto supone que la duración del ataque inicial permitirá que el helicóptero sea evacuado o que los ocupantes sean rescatados. Debería considerarse la conveniencia de contar con suministros adicionales de medios extintores, para asegurarse que el incendio sea extinguido. Las cantidades de agentes requeridos en un helipuerto se destinan principalmente para casos de accidentes, y la autoridad local del servicio de extinción de incendios puede no considerarlas aceptables para la protección de

CUADRO No 17 - PROTECCION RECOMENDADA PARA LA PROTECCION  
DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE EN AVIONES

(Referencia: Impreso No 418 de la NFPA)

CATEGORIA DEL HELICUERTO	AGUA PARA LA PRODUCCION DE ESPUMA QUIMICA CONCENTRADA DE PROTEINA U FLUOROCARBONADA**		TITULO DE DESCARGA	AGUA ADICIONAL PARA LA PRODUCCION DE ESPUMA SI EL HELICUERTO ES FLUORADO	
	Galones	Litros		Galones	Litros
R-1	**	**	**	**	**
R-2	500 <sup>+</sup>	1,800 <sup>+</sup>	100	300	2-800: Extinguidores C 1-1600: Extinguidor C con ruedas
R-3	1,500 <sup>+</sup>	5,700 <sup>+</sup>	200	760	2-800: Extinguidores C 1-1600: Extinguidor C con ruedas

\* Véase Standard on Installation of Portable Fire Extinguishers (NFPA No 10; ANSI Z112.1).

\*\* Es frecuente que se puede disponer de inmediato de un suministro de agua que satisfaga las recomendaciones correspondientes a las categorías R-2. En estos casos, se sumará en la disposición de que hay disponible para utilizar el equipo en caso de una emergencia.

+ Sebería disponerse de inmediato de esta cantidad de agua procedente de un hidrante (para un incendio, siempre bajo presión, después de haberse o vehículo móvil) para que pueda entregarse al máximo de capacidad indicado y a una presión satisfactoria. Siempre que sea factible debería disponerse de agua adicional para permitir una operación de salvamento y extinción de incendios sin interrupción.

+ La cantidad de agua podrá reducirse en un tercio cuando se utilice concentrado para la producción de espuma de película gruesa.

los edificios del helipuerto.

8.2.1.6 Reservas. Además de las cantidades de medios extintores que aparecen en los Cuadros No 16 y 17, deberían mantenerse almacenadas reservas equivalentes al 200 % de las cantidades de líquido emulsificador requeridas y el 100 % de  $CO_2$ , productos químicos secos o líquido vaporizante. Estas reservas deben ser almacenadas en condiciones apropiadas para reducir al mínimo el riesgo de deterioro, y los suministros deberían utilizarse en el mismo orden en que se reciban, para evitar un almacenamiento prolongado.

Los extintores de productos químicos secos utilizados en esta aplicación deberían ser los que se clasifiquen como compatibles con la espuma.

Se recomienda que se disponga de drenajes superficiales adecuados, para evitar la formación de charcos en la superficie en caso de que el combustible se derrame.

8.2.2 Protección contra incendios en un helipuerto/aeródromo. Cuando un helipuerto esté situado en un aeródromo, los medios existentes de salvamento y extinción de incendios pueden considerarse apropiados para la protección de las operaciones de helicópteros, siempre que :

- a) correspondan a los niveles exigidos por los helicópteros que utilicen la instalación, y
- b) los tiempos de ~~respuesta~~ respuesta previstos y la disponibilidad de los aparatos con que cuente el aeródromo sean aceptables para el organismo que autoriza las operaciones del helicóptero.

8.2.3 Medios móviles. Cada vez que se estén efectuando operaciones, el equipo de salvamento y los medios extintores serán transportados en uno o más vehículos capaces de llegar a cualquier lugar dentro de los límites del helipuerto.

CUADRO No 18 - CANTIDADES MINIMAS DE EQUIPO DE SALVAMENTO

EQUIPO DE SALVAMENTO A SUMINISTRAR	CATEGORIA DE HELIPUERTO	
	H-1	H-2 y H-3
Hacha de salvamento grande, del tipo que no queda encajada	-	1
Hacha de salvamento pequeña, del tipo que no queda encajada, o para uso en aeronaves	1	1
Cizalla cortaperros de 60 cm (24 pulgadas)	1	1
Palanca de pato de cabra de 1.05 metros (3 pies 6 pulgadas)	1	1
Garfio de salvamento	1	1
Sierra de arco, para trabajo pesado, con 6 hojas	1	1
Manta resistente al fuego	1	1
Escalera de mano, extensible (cuya longitud total sea apropiada para los tipos de helicópteros en uso)	-	1
Cuerda, de 5 cm (2 pulgadas) de diámetro y de 15 m (50 pies) de longitud	1	1
Alicates de 17.5 cm (7 pulgadas), de corte lateral	1	1
Destornillador grande, para tornillos de cabeza ranurada	1	1
Destornillador grande, tipo Phillips	1	1
Cuchillos de uso rápido, con vaina*	1	2
Gautes resistentes a las llamas*	2	2
Cinzel neumático de salvamento, con un cilindro de repuesto	-	1

\* Considerados como parte del equipo de los vehículos, a no ser que se provea de los mismos a los miembros del personal.

Los aparatos que no puedan desplazarse por sus propios medios estarán conectados a un vehículo capaz de remolcarlos convenientemente.

8.2.4 Instalaciones fijas. Será necesario demostrar que las cantidades de agua suministrada pueden utilizarse sin interrupción para mantener los valores de flujo y presión necesarios en todo momento en que el helipuerto esté abierto al tráfico.

Las cantidades de equipo señaladas en el Cuadro No 18 estarán disponibles inmediatamente para utilizarlas en caso de accidente en cualquier punto situado dentro de los límites del helipuerto.

8.2.5 Disponibilidad de mangueras. Se dispondrá de mangueras suficientes para permitir hacer llegar los medios extintores a cualquier parte del área de aterrizaje.

Se dispondrá de una cantidad adecuada de mangueras de reserva que permita utilizar distintas longitudes para fines de adiestramiento, reparación o mantenimiento.

8.2.6 Equipo de Salvamento. Se proporcionarán las cantidades de equipo de salvamento que se indican en el Cuadro No 18, siendo éstos los mínimos requeridos.

8.2.7 Dotación de personal y disponibilidad de tripulaciones. Cuando un helipuerto esté abierto a las operaciones, se dispondrá de personal adecuado de todas las categorías y será asignado para tripular los vehículos de salvamento y extinción de incendios. Al determinar la dotación de personal para cualquiera de los aparatos deberá considerarse el rendimiento eficaz de los aparatos, tanto en descarga de espuma como de agentes complementarios, incluyendo el uso de mangueras laterales.

La presencia del número mínimo de personal en la proximidad inmediata de los aparatos o instalaciones permitirá una respuesta inmediata y la aplicación eficaz de los medios extintores de incendios.

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, el personal podrá dedicarse a otros servicios siempre que éstos no impidan una respuesta inmediata en caso de alarma para tripular con eficacia el equipo al que ha sido asignado. Al determinar la naturaleza de otras funciones que pueda llevar a cabo el personal encargado de los servicios de salvamento y extinción de incendios, debería tenerse en cuenta el grado de dispersión que puede aceptarse. Teniendo en cuenta que los aparatos no puedan responder con eficacia hasta que las tripulaciones estén completas, la demora estará determinada por el tiempo empleado por el miembro de la tripulación más distante en llegar a su aparato. El plan de operaciones debería de prever la concurrencia de todos los aparatos para permitir una producción ininterrumpida de espuma en el lugar del accidente. Se tomarán disposiciones para alertar al personal de servicio en caso de emergencia o accidente.

CUADRO No 19 - PERSONAL MINIMO QUE DEBERA ESTAR EN LAS PROXIMIDADES INMEDIATAS DEL HELIPUERTO

CATEGORIA DE HELIPUERTO	APARATOS MOVILES	INSTALACIONES FIJAS
H-1	2	2
H-2	2	2
H-3	3	3

8.2.8 Selección de personal para las tareas de salvamento y extinción de incendios. Debería tenerse en cuenta la naturaleza ardua del fuego y de las tareas de salvamento conexas. El personal que se seleccione no debería tener ningún impedimento físico ni defici-

tos de visión cromática, que puedan limitar su rendimiento o que podrían verse agravados por un exceso de cansancio.

8.2.9 Instrucción del personal para las tareas de salvamento y extinción de incendios. Las tareas relacionadas con el salvamento y la extinción de incendios requieran habilidad, iniciativa y resistencia. Estas tareas no pueden realizarse adecuadamente sin una instrucción conveniente. Además de todos los conocimientos que adquieran de manuales, el personal de salvamento y extinción de incendios debería recibir instrucción regular en el cuartel de bomberos para garantizar una utilización eficaz de los aparatos y el equipo.

Todo el personal que se emplee en tareas de salvamento y extinción de incendios debería recibir instrucción en materia de primeros auxilios para poder atender a los posibles heridos.

8.2.10 Equipo individual para el personal de salvamento y extinción de incendios. Los bomberos estarán equipados con vestimenta adecuada de protección, incluidas botas altas apropiadas y un casco provisto de visor, diseñado para proteger contra el calor irradiado sin restringir la movilidad y resistencia de quien lo lleva. En los helipuertos destinados a uso nocturno, se suministrarán linternas de mano o equipo portátil de iluminación.

8.2.11 Ordenes en caso de emergencia. Se establecerán procedimientos de emergencia que comprenderán los arreglos necesarios para el llamado de concurrencia de los servicios de salvamento y extinción de incendios, la notificación a otras secciones del aeródromo y el llamado de los servicios de emergencia cuya base está fuera del helipuerto.

Las órdenes para casos de emergencia serán objeto de por lo menos dos ensayos operacionales por año, con la concurrencia de todos los servicios de emergencia y de apoyo. Cuando los helipuertos estén disponibles para uso nocturno, deberían hacerse ejercicios

durante la noche.

Al preparar los planes de emergencia debería tenerse en cuenta la alerta y concurrencia de personal instruido y equipado para actuar en apoyo de las tripulaciones de salvamento y extinción de incendios.

8.2.12 Emplazamiento de los cuartelillos de bomberos en los helipuertos. Los aparatos para la extinción de incendios deberían guardarse en edificaciones adecuadas, preferentemente con calefacción que también pudieran proporcionar alojamiento para el personal, las reservas, el equipo, las instalaciones para la instrucción, el ensayo y la inspección del equipo. El local debería emplazarse de modo que permita el acceso sin obstrucciones al área de movimiento.

8.2.13 Ensayos e inspección del equipo de aparatos y de instalaciones fijas. Todos los aparatos y el equipo suministrados para fines de salvamento y extinción de incendios se mantendrán en condiciones que garanticen su disponibilidad y uso eficaz en caso de emergencia. Se debería tener en cuenta el suministro o adquisición temporal de dispositivos de reserva adecuados para substituir a los que están inutilizados o en proceso de mantenimiento.

8.2.14 Helipuertos emplazados cerca de extensiones de agua o zonas pantanosas. En el caso de los helipuertos que estén inmediatamente adyacentes a terrenos difíciles o cenagosos, cuerpos de agua o zonas pantanosas, deberían existir planes para la aplicación de medidas y equipo de emergencia convenientes.

8.3 SALIDAS DE EMERGENCIA DE LAS AZOTEAS.- Se deberían disponer de salidas de emergencia de las azoteas, de conformidad con los reglamentos de construcción locales. Se sugiere que el área de aterrizaje y de despegue en las azoteas tenga dos salidas, una a cada lado del área. Las escaleras deberían tener como mínimo un ancho de

75 centímetros, o en su defecto si hubiera especificaciones al respecto, cumplirán con el reglamento de construcción; y deberán estar construídas con material incombustible.

8.4 COMUNICACIONES. Aunque no se ha previsto requisito alguno en cuanto a instalaciones para radiocomunicaciones en los helipuertos, es conveniente frecuentemente establecer comunicaciones por radio entre el helipuerto y el helicóptero, para fines de asesoramiento o de despacho. Para ello, puede emplearse un modelo de mesa de sistema de radio denominado "Unicom" que utiliza la frecuencia asignada de 123.05 ó 123.075 MHz. La mayoría de los equipos de radio de las aeronaves están provistos para funcionar en estas frecuencias, y el sistema "Unicom" se puede adaptar fácilmente para cualquier clase de operaciones en los helipuertos, a menos que éstos estén situados en un aeropuerto que ya disponga de una estación "Unicom".

## ADDENDUM

### DISEÑO DE UN HELIPUERTO EN UNA ESTRUCTURA ELEVADA: EN LA AZOTEA DE LA TORRE DEL CENTRO CÍVICO DE LIMA

1. GENERALIDADES.- Se diseñará una heliestación elevada para operaciones VFR, en la azotea de la Torre del Centro Cívico de Lima.

Se ha escogido este emplazamiento porque el Centro Cívico como conjunto ocupa una zona urbana de características especiales dentro del centro administrativo comercial de la ciudad, en el límite Sur del Centro Tradicional, calificada con el más alto índice de densificación urbana y como tal es un muy probable núcleo generador de tráfico en un futuro. Igualmente, se propone dicha plataforma para aterrizaje y despegue de helicópteros, con el objeto que se utilice como vía de evacuación en caso de siniestros. Con el convencimiento, que servirá como modelo para el emplazamiento de heliestaciones similares a ser utilizadas con el mismo objetivo, en edificaciones elevadas que por su altura y magnitud de la estructura, así lo requieran.

2. DIMENSIONES DEL HELICOPTERO DE DISEÑO.- Se diseñará para un helicóptero de tamaño mediano, del tipo Bell Twin 212 :

Longitud Total = 19.00 m

Ancho de Vía = 2.66 m

Diámetro del Rotor = 16.00 m

Tren de Aterrizaje = Patines

Longitud del Fuselaje = 13.66 m

Peso Bruto Máximo = 5,000 Kg

3. DISEÑO DEL AREA DE ATERRIZAJE Y DESPEGUE.-

3.1 Configuración del Area. Orientaremos el eje mayor o principal del área de aterrizaje y despegue en la dirección de los vientos reinantes. Como sabemos que éstos tienen la dirección Sur-Norte, el alineamiento, por consiguiente, será paralelo a dicha dirección.

3.2 Dimensiones del Area de Aterrizaje y Despegue. Utilizaremos una plataforma de distribución de cargas. Para helipuertos de este tipo, las dimensiones pueden ser menores a las especificadas para helipuertos a nivel del suelo, concretándose al dimensionamiento adecuado del área de contacto, en la medida que lo permitan la configuración, dimensiones y espaciado del tren de aterrizaje, manteniendo como área despejada la recomendada para el área de aterrizaje y despegue. Vemos que en nuestro caso, puesto que la configuración, dimensiones y espaciado del tren de aterrizaje no son factores limitantes en el diseño, podemos aplicar este criterio. Así, tendremos que :

Longitud del área de aterrizaje =  $1.5 \times 19.00 \text{ m} = 28.50 \text{ m}$

Ancho del área de aterrizaje =  $1.5 \times 19.00 \text{ m} = 28.50 \text{ m}$

Para el área de contacto, tendremos que :

Longitud del área de contacto = 1 Diámetro = 16.00 m

Ancho del área de contacto = 1 Diámetro = 16.00 m

Como se trata de una plataforma de distribución de cargas, el criterio que prima, es el del área de contacto, y por tanto, las dimensiones del área de aterrizaje y despegue, se reducirán a las del área de contacto :

Longitud del área de aterrizaje y despegue = 16.00 m

Ancho del área de aterrizaje y despegue = 16.00 m

Asimismo, se mantendrá como área despejada un ancho alrededor de toda la periferia de :

Ancho del área despejada =  $28.50 - 16.00 = 12.50 \text{ m}$

3.3 Ubicación de la Plataforma. Por todas estas consideraciones anteriormente expuestas, vemos que el lugar más recomendable para su emplazamiento, sería que la plataforma se encuentre ubicada encima

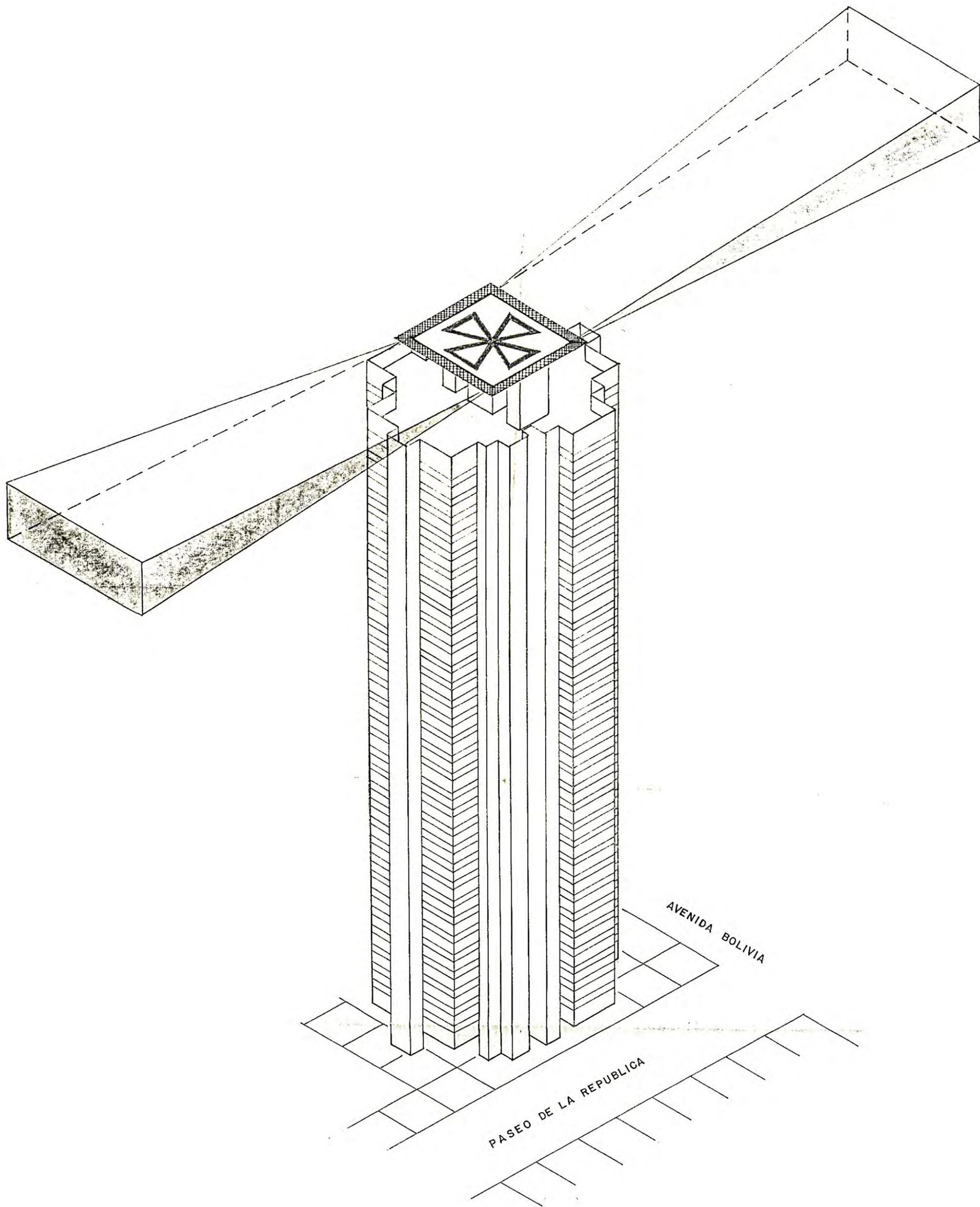


FIGURA Nº 25 HELIPUERTO ELEVADO EN LA TORRE DEL CENTRO CIVICO DE LIMA  
MOSTRANDO LAS TRAYECTORIAS DE APROXIMACION-SALIDA PROPUESTAS.

de la caja de ascensores y tanques de agua. Esta estructura soportará la losa; cumpliendo todos los requisitos necesarios de áreas libres y de franqueamiento de obstáculos, para el buen desarrollo de las operaciones aéreas.

4. TRAYECTORIAS DE APROXIMACION-SALIDA.- Las trayectorias de aproximación-salida se eligen de modo que proporcionen las líneas de vuelo más ventajosas hasta el área de aterrizaje y despegue, y a partir de ésta. Estas trayectorias empiezan en el borde del área de aterrizaje y de despegue, y están orientadas lo más directamente posible en la dirección de los vientos reinantes. Ahora bien, sabemos que la dirección de los vientos reinantes es de Sur a Norte; por tanto la trayectoria principal de aproximación y salida, será de Norte a Sur; ya que el helicóptero debe aterrizar y despegar en contra del viento. Igualmente, se preverá otra dirección opuesta de operación, dada por la dirección Sur-Norte. Todo esto, es debido a que como mínimo, deben conseguirse dos direcciones de aproximación opuestas, para evitar vientos de cola, más perjudiciales aún que los de costado.

5. FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS.- Como se ha anticipado de antemano, que el tipo de operaciones a realizar serán del tipo VFR, entonces se establecerán las separaciones necesarias de aquellos objetos que puedan constituir obstáculos para el vuelo de los helicópteros bajo operaciones visuales.

5.1 Planos de Franqueamiento de Obstáculos para la Aproximación-Salida. Los planos de franqueamiento de obstáculos, orientados de acuerdo con las trayectorias de aproximación-salida, ~~Esto es, en~~ la dirección Norte-Sur y a lo largo de este alineamiento, se extienden hacia afuera y hacia arriba, desde el borde del área de

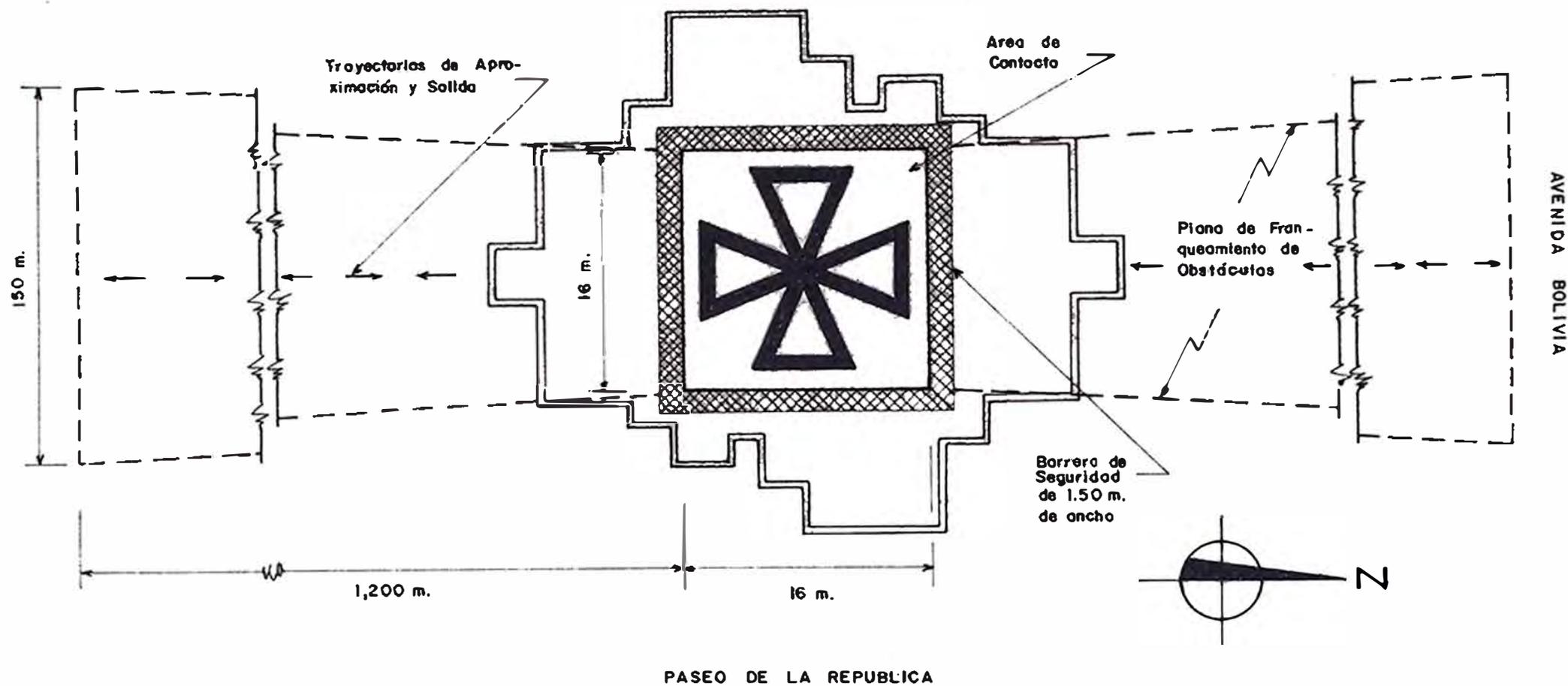


FIGURA Nº 26 TRAZADO EN PLANTA DE UN HELIPUERTO ELEVADO EN LA TORRE DEL CENTRO CIVICO DE LIMA

aterrizaje y de despegue, con un ángulo correspondiente a una pendiente de 8 metros horizontalmente y 1 metro verticalmente (1:8).

El ancho de la superficie del plano inclinado, coincide con la dimensión del área de aterrizaje y despegue, en el límite del hangar, y se ensancha uniformemente hasta alcanzar un ancho de 150 metros, a los 1,200 metros del área de aterrizaje, siendo éstos planos simétricos respecto al eje de las trayectorias de aproximación-salida (Ver la figura No 26).

5.2 Superficies de Transición. Se extienden hacia afuera y hacia arriba, desde los bordes laterales del área de aterrizaje y despegue, y desde la superficie de franqueamiento de obstáculos para la aproximación-salida con una pendiente de 2 metros horizontalmente y de 1 metro verticalmente (1:2) hasta una distancia de 75 metros del eje de la superficie de franqueamiento de obstáculos, para la aproximación-salida. (éstas no se encuentran ilustradas en la figura No 26, para más detalles véase la figura No 17).

6. TURBULENCIAS Y VISIBILIDAD.- El alcance o carácter de las turbulencias, no pueden ser previstas para una condición determinada de los edificios circundantes, por lo que puede ser necesario, hacer mediciones de dirección y velocidad del viento durante un lapso de tiempo tan largo como sea posible, para poder determinar las condiciones del lugar.

La visibilidad es otro factor que podría perjudicar el número de operaciones. Aunque la mayoría de las operaciones no se verían afectadas, es probable que esto ocurra en determinadas épocas del año, pero generalmente este fenómeno particular de la ciudad de Lima, no se presenta de manera tan acentuada en esta zona, ya que la niebla o neblina rara vez desciende tan bajo.

## 7. AYUDAS VISUALES.-

7.1 Señalización. La señalización principal de un área de aterrizaje y despegue debe indicar claramente dicha área como una instalación reservada a los helicópteros, y como tal es que hemos escogido la señal recomendada, para helipuertos, tanto al nivel del suelo, como elevados, y es la que aparece en la figura No 18. La señal normalizada, corresponde a un área de contacto de 27 metros, la cual tiene un tamaño de señal de 22.5 metros; como en nuestro caso, el área de aterrizaje y despegue es de 16 metros, podemos variar las ~~dimensiones~~ dimensiones proporcionalmente, y así tendremos que las dimensiones respectivas para nuestra plataforma, similares a las que se detallan en la figura No 18, corresponden a un tamaño de señal de 13.30 metros (correspondiendo a las dimensiones de 11.30 m, 5.65 m y 1.50 m de la señal normalizada, los valores de 6.70 m, 3.35 m y 0.90 m), que es el que está detallado en su verdadera dimensión en las figuras No 25 y 26. El borde del área es de 0.93 m.

7.2 Indicador de la Dirección del Viento. Se recomienda la instalación, en el piso mismo de la azotea, de un poste, con un cono de viento de 2.4 m de longitud, con dimensiones de 60 cm y 30 cm de los diámetros de las bocas de entrada y de salida respectivamente. Debe colocarse de modo que destaque y que no constituya un peligro para el vuelo. La elevación del poste debe ser tal que no sobrepase los planos de franqueamiento de obstáculos, en este caso de las superficies de transición, puesto que lo más adecuado sería ubicarlo a un costado de las trayectorias de aproximación y despegue, y no en la trayectoria misma de vuelo del helicóptero.

## 8. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD.-

8.1 Barrera de Seguridad. Como el área de contacto, no tiene la

protección de un parapeto y está limitada sólo a éstas dimensiones por ser una plataforma de transmisión de cargas; se debe colocar una moila de seguridad, la cual deberá tener 1.50 metros de ancho, y rodeará todo el perímetro. Esta barrera de seguridad no debe asomar por encima del área de contacto (Ver las Figuras No 25 y 26).

8.2 Protección contra incendios. El tipo de protección contra incendios, que le corresponde a este helipuerto, según las características del helicóptero que va a utilizarlo, son las que corresponden a la categoría H-3, cuyas instalaciones y equipo de protección recomendados, se detallan en el Cuadro No 17. Esta clasificación, está sujeta a que la plataforma de aterrizaje y despegue, se destina a su uso como helipuerto y no como heli-estación de utilización no regular, puesto que en este caso cabría hacer una reducción en las magnitudes de las instalaciones y equipamiento contra incendios.

8.3 Accesos a la Plataforma. Se deben disponer de escaleras de acceso a la plataforma, que deberán estar situadas a cada lado del área, en caso que fueran dos escaleras; pero podemos recomendar el uso de una escalera de 1.00 metro de ancho, la cual proporcionará el acceso desde el nivel del piso de la azóteag a la plataforma de aterrizaje y de despegue. La escalera estará situada en los bordes laterales del área de contacto, y no en los extremos del área que definen las trayectorias de aproximación-estática.

-----

## APENDICE No 1

### FORMULARIO PARA EL DISEÑO DE LOSAS POR EL METODO DE LAS LINEAS DE FLUENCIA

- 1) LOSA RECTANGULAR APOYADA EN UN LADO Y EMPOTRADA EN LOS OTROS  
TRES; CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA.

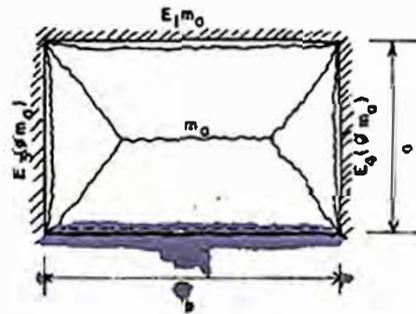
Momentos unitarios de servicio.

$$m_a = \frac{q \cdot a_r \cdot L b_r}{8 \left( 1 + \frac{a_r}{L b_r} + \frac{L b_r}{a_r} \right)} = k \cdot q \cdot a^2$$

$$a_r = \frac{2a}{1 + \sqrt{1 - \epsilon_7}} ;$$

$$b_r = \frac{2b}{\sqrt{1 - \epsilon_3} + \sqrt{1 - \epsilon_4}} ,$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{\beta}}$$



Armaduras en la cara inferior.

Para determinar la armadura  $A_a$  paralela al lado menor  $a$ , por metro de ancho, se utilizarán las fórmulas para diseño por rotura.

Para la armadura  $A_b$  paralela al lado mayor  $b$ , se tomará el valor de  $A_b = \beta \cdot A_a$ . El valor más conveniente de  $\beta$  es el indicado en la tabla No 1.

Armaduras en la cara superior.

En la cara superior de la losa, junto a los empotramientos, se colocarán unas armaduras en ambas direcciones iguales a sus paralelas de la cara inferior.

Grado de empotramiento.

La tabla está calculada con los valores de  $\epsilon_1 = \epsilon_3 = \epsilon_4 = -1$ , que puede tomarse para empotramientos perfectos y losas continuas.

NOTACIONES:

$A_a$  = Armadura unitaria paralela al lado "a". Uniforme.

$A_b$  = Armadura unitaria paralela al lado "b". Uniforme.

$$\beta = \frac{A_b}{A_a}$$

$q$  = Carga uniformemente distribuida.

$m_e$  = Momento unitario para calcular  $A_a$ .

$\epsilon$  = Grado de empotramiento o relación entre el momento de empotramiento y el de vano.

2) LOSA RECTANGULAR EMPOTRADA EN DOS LADOS ADYACENTES Y APOYADA EN LOS OTROS DOS. CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA.

Momentos unitarios de servicio.

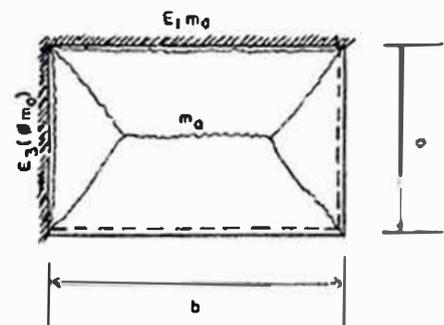
$$m_a = \frac{q \cdot a_r \cdot L b_r}{6 \left( 1 + \frac{a_r}{L b_r} + \frac{L b_r}{a_r} \right)} = k \cdot q \cdot a^2,$$

$$a_r = \frac{2a}{1 + \sqrt{1 - \epsilon_1}},$$

$$b_r = \frac{2b}{1 + \sqrt{1 - \epsilon_3}}, \quad L = \sqrt{\frac{1}{\beta}}$$

TABLA No 1  
Valores de  $\beta$  y  $k$

$\frac{a}{b}$	$\beta$	$k$
0.40	0.3	0.869
0.45	0.3	0.862
0.50	0.3	0.860
0.55	0.3	0.858
0.60	0.5	0.849
0.65	0.5	0.847
0.70	0.5	0.845
0.75	0.5	0.843
0.80	1.0	0.830
0.85	1.0	0.829
0.90	1.0	0.827
0.95	1.0	0.825
1.00	1.0	0.824



Armaduras en la cara inferior.

Para determinar la armadura "A<sub>a</sub>" paralela al lado menor "a", por metro de ancho, se utilizarán las fórmulas para diseño por rotura.

Para la armadura "A<sub>b</sub>" paralela al lado mayor "b", por metro de ancho, se tomará el valor de  $A_b = \phi \cdot A_a$ . El valor más conveniente de  $\phi$  es el indicado en la tabla No 2.

Armaduras en la cara superior.

En la cara superior de la losa, junto a los empotramientos, se colocarán unas armaduras en ambas direcciones iguales a las de la cara inferior.

Grado de empotramiento.

La tabla está calculada con los valores de  $\xi_1 = \xi_3 = \pm 1$ , que puede tomarse para empotramientos perfectos y losas continuas.

TABLA No 2

Valores de  $\phi$  y  $k$

$\frac{a}{b} <$	$\phi$	$k$
0.40	0.3	0.068
0.45	0.3	0.066
0.50	0.3	0.064
0.55	0.3	0.062
0.60	0.5	0.053
0.65	0.5	0.051
0.70	0.5	0.049
0.75	0.5	0.047
0.80	1.0	0.035
0.85	1.0	0.033
0.90	1.0	0.032
0.95	1.0	0.030
1.00	1.0	0.029

NOTACIONES.

A<sub>a</sub> = Armadura unitaria paralela al lado menor "a". Uniforme.

A<sub>b</sub> = Armadura unitaria paralela al lado mayor "b". Uniforme.

$$\phi = \frac{A_b}{A_a}$$

q = Carga uniformemente distribuida.

m<sub>a</sub> = Momento unitario para calcular A<sub>a</sub>.

E = Grado de empotramiento o relación entre el momento de empotramiento y el de vano.

3) LOSA RECTANGULAR EMPOTRADA EN TODO SU CONTORNO. CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA.

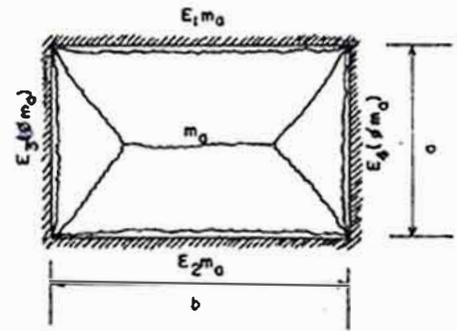
Momentos unitarios de servicio.

$$m_a = \frac{q \cdot a_r \cdot L b_r}{8 \left( 1 + \frac{a_r}{L b_r} + \frac{L b_r}{a_r} \right)} = k \cdot q \cdot a^2,$$

$$a_r = \frac{2a_s}{\sqrt{1 - \epsilon_1} + \sqrt{1 - \epsilon_2}},$$

$$b_r = \frac{2b}{\sqrt{1 - \epsilon_3} + \sqrt{1 - \epsilon_4}},$$

$$L = \sqrt{\frac{1}{\mu}}$$



Armaduras en la cara inferior.

Para determinar la armadura " $A_a$ " paralela al lado menor " $a$ ", por metro de ancho, se utilizarán las fórmulas para diseño por rotura.

Para la armadura " $A_b$ " paralela al lado mayor " $b$ ", por metro de ancho, se tomará el valor  $A_b = \beta \cdot A_a$ . El valor más conveniente de  $\beta$  es el indicado en la tabla No 3.

Armaduras en la cara superior.

En la cara superior de la losa, junto a los empotramientos, se colocarán unas armaduras en ambas direcciones iguales a sus paralelas de la cara inferior.

Grado de empotramiento.

La tabla está calculada con los valores de  $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \epsilon_3 = \epsilon_4 = -1$ , que puede tomarse para empotramien-

TABLA No 3  
Valores de  $\beta$  y  $k$

$\frac{a}{b}$	$\beta$	$k$
0.40	0.3	0.049
0.45	0.3	0.048
0.50	0.3	0.046
0.55	0.3	0.045
0.60	0.5	0.039
0.65	0.5	0.037
0.70	0.5	0.036
0.75	0.5	0.035
0.80	1.0	0.026
0.85	1.0	0.024
0.90	1.0	0.023
0.95	1.0	0.022
1.00	1.0	0.021

tos perfectos y losas continuas.

NOTACIONES.

$A_a$  = Armadura unitaria paralela al lado "a". Uniforme.

$A_b$  = Armadura unitaria paralela al lado "b". Uniforme.

$$\beta = \frac{A_b}{A_a}$$

q = Carga uniformemente distribuida.

$m_a$  = Momento unitario para calcular  $A_a$ .

E = Grado de empotramiento o relación entre el momento de empotramiento y el de vano.

4) LOSA RECTANGULAR CON SUS LADOS EMPOTRADOS O APOYADOS. CARGA CONCENTRADA.

Momentos unitarios de servicio.

$$m_a = \frac{L \cdot P}{\frac{Lb}{b'} (1 - E_1) + \frac{a}{La'} (1 - E_3) + \frac{Lb}{b'} (1 - E_2) + \frac{a}{Lc'} (1 - E_4)}$$

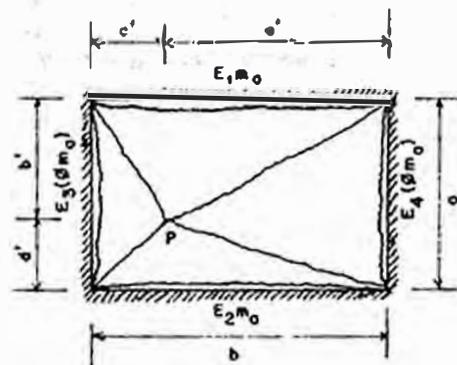
$$L = \sqrt{\frac{1}{\beta}}$$

La armadura de vano " $A_a$ " paralela al lado "a" se calcula a partir de  $m_a$ .

La armadura de vano " $A_b$ " paralela al lado "b" es  $A_b = \beta \cdot A_a$ .

Las armaduras de los empotramientos se obtienen multiplicando las correspondientes al vano por el grado de empotramiento E respectivo.

Hay que efectuar la comprobación de pandeo.



La forma de rotura considerada corresponde a valores de los coeficientes de empotramiento que cumplan :

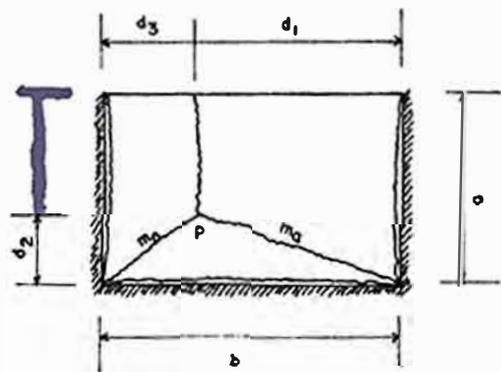
$$\zeta = \frac{2a}{b} - 3$$

En caso de que no se cumpla esta condición, pueden presentarse formas de rotura más desfavorables, que requieren momentos  $m_a$  más altos. Para ello se recomienda consultar la referencia : "Yield Line Formulae for Slabs", por K. U. Johansen, Cement and Concrete Association, Londres, 1972; y también consultar la obra "Teoría elemental das Charneiras Plásticas", por T. van Langedonck. Associação Brasileira de Cimento Portland, Sao Paulo, 1970.

5) LOSA RECTANGULAR EMPOTRADA EN TRES DE SUS LADOS Y LIBRE EN UN LADO. CARGA CONCENTRADA.

Momentos unitarios de servicio.

$$m_a = \frac{P}{\left(\frac{a}{d_1} + \frac{b}{d_2} + \frac{a}{d_3}\right)(1 + \psi)}$$



Armaduras en la cara inferior.

Para determinar la armadura  $A_a$  paralela al lado menor a, por metro de ancho, se utilizarán las fórmulas para diseño por rotura.

Para la armadura  $A_b$  paralela al lado mayor b, se tomará el valor de  $A_b = \psi \cdot A_a$ .

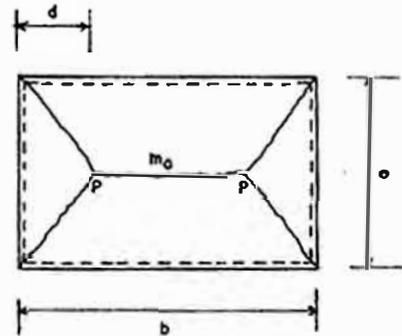
Armaduras en la cara superior.

En la cara superior de la losa, junto a los empotramientos, se colocarán unas armaduras en ambas direcciones iguales a sus paralelas de la cara inferior.

6) LOSA RECTANGULAR APOYADA EN SUS CUATRO LADOS. CARGAS CONCENTRADAS SIMÉTRICAS.

Momentos unitarios de servicio.

$$m_a = \frac{p}{\frac{a}{d} + \frac{2b}{a}}$$



Armaduras en la cara inferior.

Para determinar la armadura " $A_s$ " paralela al lado menor "a", por metro de ancho, se utilizarán las fórmulas para diseño por rotura.

Para la armadura " $A_B$ " paralela al lado mayor "b", por metro de ancho, se tomará el valor de  $A_B = \phi \cdot A_a$ .

Armaduras en la cara superior.

En la cara superior de la losa, junto a los empotramientos, se colocarán unas armaduras en ambas direcciones iguales a las de la cara inferior.

NOTA.- Los valores de  $\phi$  recomendados aparecen a continuación :

TABLA No 4  
VALORES PRACTICOS DE  $\phi$

$\frac{a}{b}$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi = \frac{A_B}{A_a}$	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0

GENERALIDADES SOBRE EL DIMENSIONAMIENTO Y LA DISPOSICIÓN DE LAS ARMADURAS EN EL DISEÑO POR EL MÉTODO DE LAS LÍNEAS DE FLUENCIA

- a) El espesor total  $h$  de la losa se fijará por razones funcionales o económicas. Estas hacen desaconsejable los pequeños espesores, por las fuertes armaduras necesarias y la necesidad de efectuar una comprobación de deflexiones. Por otra parte, si se calculan los esfuerzos por el método de las líneas de fluencia, conviene asegurarse de que las armaduras alcanzan su límite elástico en la situación de agotamiento, para lo cual la cuantía debe ser inferior que la cuantía límite.
- b) Las armaduras se dimensionarán para conseguir que el momento último de la losa no sea inferior al momento de plastificación deducido del cálculo mediante el método de las líneas de fluencia.
- c) La teoría de las líneas de rotura, supone como base de partida, una armadura uniforme, por lo cual no es correcta una distribución en bandas como la que se hace cuando se trabaja por el método clásico, reduciendo la cuantía a la mitad en las zonas laterales.
- Es conveniente, cuando se calcula por las líneas de fluencia, efectuar un estudio complementario de los esfuerzos que aparecen en la situación de servicio y de las deflexiones que toma la losa en esa misma situación, especialmente si la fisuración es peligrosa (ej. si se quiere garantizar la impermeabilidad o el ambiente es agresivo). Este estudio se realizará por el método clásico y conducirá, en general, a la determinación de algunas armaduras suplementarias, a añadir a las proporcionadas por el método de rotura.
- d) En las losas anisótropas es conveniente elegir adecuadamente la relación  $\mu$  entre las armaduras, con el objeto de obtener una solución funcional y económica.

En las losas rectangulares, la relación  $\mu$  que corresponde al

costo teórico mínimo varía desde uno (1) para losas cuadradas hasta cero (0) para las muy alargadas, de longitud prácticamente indefinida. En la tabla A se indican los valores teóricos de  $\phi$ , que dan armaduras más económicas, en función de la relación de lados, para losas apoyadas.

TABLA A  
VALORES TEÓRICOS DE  $\phi$  PARA EL ARMADO MAS ECONOMICO

$\frac{a}{b}$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi = \frac{A_b}{A_a}$	0.08	0.09	0.10	0.18	0.25	0.38	0.70	1.0

No obstante, la variación de  $A_a + A_b$  en función de  $\phi$  es, a veces, muy pequeña. Por otra parte es necesario disponer siempre una armadura mínima  $A_b = 0.3 \cdot A_a$ , como prescriben la mayoría de las normas. Por todo ello, se recomienda emplear los valores prácticos de  $\phi$  indicados en la tabla B.

TABLA B  
VALORES PRACTICOS DE  $\phi$

$\frac{a}{b}$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\phi = \frac{A_b}{A_a}$	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0

e) También conviene hacer algunas observaciones respecto al grado de empotramiento E, que nos relaciona los momentos negativos

con los positivos.

Los ensayos de rotura demuestran que existe una redistribución importante de los momentos, debida a la plasticidad del concreto, lo que prácticamente permite al calculista elegir la relación de  $\xi = m'/m$ , con la limitación impuesta por una distribución racional de las armaduras, para tener en cuenta la seguridad a la fisuración.

Los valores que normalmente se adoptan para  $\xi$  son inferiores a los calculados por los métodos elásticos; de esta forma se aumentan las armaduras inferiores en tracción, reduciéndose las superiores de apoyo, lo que, al fin y al cabo, supone un menor riesgo de fisuración en las caras inferiores de las losas que, en general son las más visibles.

En el caso de empotramiento perfecto y en losas continuas, puede adoptarse el valor

$$\xi = \frac{m^t}{m} = -1 \text{ a } -1,5$$

En los bordes de losas empotradas en vigas o muros de poca rigidez, el grado de empotramiento será menor, y habrá que estimarlo en un valor comprendido entre 0 y -1.

f) En cuanto a la separación máxima de barras  $s$ , se recomienda no superar las siguientes :

Armaduras	Carga Uniforme	Carga Concentrada
Principal	$s = 2h$ , $s = 30 \text{ cm}$	$s = 2h$ , $s = 25 \text{ cm}$
Secundaria	$s = 3h$ , $s = 33 \text{ cm}$	$s = 3h$ , $s = 30 \text{ cm}$

g) En el caso de losas alargadas, con una relación de dimensiones  $l_y/l_x \geq 0.40$  y carga uniforme, se armará suponiendo que sólo existe flexión en dirección de la menor dimensión. No obstante, se dispondrá una armadura de reparto cuya sección sea, como mínimo, del

25 % de la correspondiente a las armaduras principales. Además, si los bordes pequeños de estas losas están empotrados, se dispondrá una armadura negativa igual a la de reparto citada, con una longitud no inferior a la cuarta parte de dicho lado menor.

h) Cuando una losa está sustentada en puntos aislados (por ejemplo sobre columnas o pilares), o debe soportar cargas concentradas muy importantes, además del cálculo a flexión es necesario hacer una comprobación del punzonamiento. En caso contrario, no es necesario comprobar los esfuerzos cortantes (que no son obtenidos por el método de las líneas de rotura), salvo en placas de luces muy pequeñas y cargas muy fuertes.

En el formulario adjunto para el diseño de losas por el método de las líneas de fluencia, fue preparado en base a publicaciones del Comité Europeo del Concreto (CEB), conteniendo tablas prácticas para el cálculo de losas rectangulares.

En dicho formulario se utilizan las notaciones siguientes :

$A_a$  = armadura principal, paralela al lado a, por metro de ancho;

$A_b$  = armadura secundaria paralela al lado b, por metro de ancho;

$m_a$  = momento de servicio que debe ser resistido por la armadura

$A_a$  (Ton-m/m);

$m_b$  = momento de servicio que debe ser resistido por la armadura

$A_b$  (Ton-m/m);

$\delta = \frac{m_b}{m_a}$  = relación de ortotropía, elegida de acuerdo con la tabla B.

Las tablas están calculadas para un grado de empotramiento  $\Gamma = -1$ , es decir, para momentos de empotramiento iguales a los del momento positivo en el centro del paño, lo que puede admitirse en los casos de empotramientos perfectos y en losas continuas, con una seguridad a la fisuración aceptable. No obstante, algunas normas pre-

conizan, para el caso de empotramientos perfectos, valores de  $\bar{\epsilon}$  comprendidos entre -1.5 y -2.0.

Cuando la losa esté parcialmente empotrada, como ocurre en los bordes ligados a vigas no muy rígidas, puede disminuirse la armadura de empotramiento a la mitad, aumentando la correspondiente al paño en un 25 % si sólo se ha disminuido en uno de los empotramientos, y en un 50 % cuando se han rebajado los dos empotramientos enfrentados.

En el caso de que una placa esté sometida a la actuación simultánea de cargas repartidas y concentradas, puede aplicarse el principio de superposición, hallando por separado la configuración de rotura y los momentos de plastificación para cada carga, y dimensionando la placa para la suma de momentos, con lo que se queda del lado de la seguridad.

#### LIMITACIONES DE LA TEORÍA DE LAS LÍNEAS DE FLUENCIA.

La utilidad de la teoría de las líneas de fluencia es aparente, ya que las soluciones elásticas sólo son aplicables para condiciones limitadas, usualmente para losas rectangulares con cargas uniformemente distribuidas. Aún si fueran aplicables, ellas no toman en cuenta para los efectos de la acción inelástica. Por medio del análisis de las líneas de fluencia se puede encontrar una solución racional para la carga de rotura de losas de cualquier forma, soportada en variedad de formas; tanto para cargas concentradas como distribuidas y para cargas parcialmente distribuidas. Se ve pues que es una herramienta analítica poderosa para el ingeniero estructural.

Al aplicar el análisis de las líneas de fluencia en losas, se debe tener en cuenta que el análisis está basado en la capacidad de rotación disponible en las líneas de fluencia. Si sucede que el refuerzo de la losa corresponde cercanamente a la distribución

elástica de los momentos en la losa, se requerirá una pequeña rotación. Si, por el contrario, hay una gran diferencia, puede ser que la rotación requerida exceda la capacidad admisible de rotación, en cuyo caso la losa fallará prematuramente. En general, las losas que han sido ligeramente reforzadas, tendrán una capacidad admisible de rotación para soportar la carga última predicha por el análisis de las líneas de fluencia.

Se debe tener en cuenta que el método de las líneas de fluencia enfoca su atención en la capacidad para resistir flexión de la losa. Se asume que no ocurrirán fallas prematuras debidas a corte, adherencia u otras causas. Adicionalmente, el método de las líneas de fluencia no da información acerca de los esfuerzos, deflexiones o severidad de la fisuración en las condiciones de cargas de servicio.

A pesar de estas limitaciones, el análisis por el método de las líneas de fluencia de respuestas a problemas de diseños de losas, que no pueden ser obtenidos por otros medios, y asume indudablemente una posición de gran importancia en la ingeniería práctica.

APENDICE No 2

DIRECCIONES DE LOS FABRICANTES DE HELICOPTEROS

CANADA

Avian Aircraft Limited  
Armstrong Avenue  
Georgetown  
Ontario, Canada

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Aeronautical Research & Development Corporation (Brantly)  
243 Vassar Street  
Cambridge, Massachusetts 02139

Bannick Copters, Inc.  
3760 Campus Drive  
Newport Beach, California 92660

Sell Helicopter Company  
Post Office Box 482  
Fort Worth, Texas 76101

Bensen Aircraft Corporation  
Raleigh-Durham Airport  
Post Office Box 2746  
Raleigh, North Carolina 27602

The Boeing Company, Vertol Division  
Boeing Center  
Post Office Box 16858  
Philadelphia, Pennsylvania 19142

Del Mar Engineering Laboratories  
Aerospace Training Systems  
International Airport  
6901 Imperial Highway  
Los Angeles, California 90045

Doman Helicopters, Inc.  
New Garden Flying Field  
Toughkenamon, Pennsylvania 19374

R.J. Enstrom Corporation  
Post Office Box 349  
Menominee, Michigan 49858

Fairchild Hiller Corporation  
Aircraft Division  
Hagerstown, Maryland 21740

Filper Research Division, Filper Corporation  
Box 28  
Old Crow Canyon Road  
San Ramon, California

Gyrodyne Company of America, Inc.  
St. James  
Long Island, New York 11780

Helicom, Inc.  
4411 Calle De Carlos  
Palm Springs, California 92262

Hughes Tool Company  
Aircraft Division  
Centinela Avenue & Teale Street  
Culver City, California 90230

Kaman Corporation  
Old Windsor Road  
Bloomfield, Conn. 06002

Lear Jet Industries, Inc.  
Box 1280  
Wichita, Kansas 67201

Lift Systems, Inc.  
6631 West 80th Place  
Los Angeles, California 90045

Lockheed California Company  
Aircraft Division  
Burbank, California 91503

McCulloch Aircraft Corporation  
119 Standard Street  
El Segundo, California 90245

Piasecki Aircraft Corporation  
Island Road  
International Airport  
Philadelphia, Pennsylvania 19153

Rotorway, Inc.  
244 North Country Club Drive  
Suite 205  
Mesa, Arizona 85201

Scheutzw Helicopter Corporation  
Columbia Station, Ohio 44028

Sykorsky Aircraft Division  
United Aircraft Corporation  
Stratford, Conn. 06602

Vought Helicopter, Inc.  
Post Office Box 5907  
Dallas, Texas 75222

FRANCIA

Giravions Dorand  
Siege Social Bureaux et Ateliers  
5 rue Jean Mace  
(92) Suresnes, France

Sud Aviation  
37 Blvd. De Montmorency  
Paris 16 E  
France

GRAN BRETAÑA

Campbell Aircraft Limited  
Everland Road  
Hungerford  
Berks, England

Westland Helicopters Limited  
Yeovil  
Somerset  
England

ITALIA

Agusta Costruzioni Aeronautiche  
Giovanni Agusta,  
Cascina Costa  
Gallarate, Italy

Manzolini  
Mr. Ettore Manzolini  
Via Francesco Siacci 4  
Roma 30197, Italy

Nardi S.A.  
Costruzioni Aeronautiche  
Aeroporto Forlanini  
Milan, Italy

Siai Marchetti  
Sesto Calende,  
Varese, Italy

Silvercraft S.p.A.  
Strada Del Sempione No. 114  
P.O. Box 34  
Sesto Calende, Varese, Italy

JAFON

Fuji Heavy Industries, Limited  
Subara Building, No. 73  
2-chome, Tsunohazu  
Shijyuku-ku  
Tokyo, Japan

Mitsubishi Heavy Industries, Limited  
10, 2-chome  
Marunouchi, Chiyoda-ku  
Tokyo, Japan

Kawasaki Heavy Industries, Limited  
25, Shiba Park  
Minato-ku  
Tokyo, Japan

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

Dornier GmbH  
8000 München 66  
Postfach 16  
Brunhamstrasse 21  
Bundesrepublik Deutschland (BRD)

Messerschmitt-Boelkow-Blöhm  
8000 München 80  
Postabhofach  
Bundesrepublik Deutschland (BRD)

Vereinigte Flugtechnische Werke (VFW) GmbH  
28 Bremen  
Hunefeldstrasse 1-5, Postfach 1206  
Bundesrepublik Deutschland (BRD)

Wagner Helicopter Technik  
7991 Friedrichshafen-Fischbach  
Bundesrepublik Deutschland (BRD)

UNION SOVIETICA

Aviaexport (Mil & Kamov)  
37/24 Smolenskaja Square  
G-200, Moscow, USSR

## BIBLIOGRAFIA

- Bell Helicopter Company; Helicopter Planning Guide, 1968 Fort Worth, Texas.
- Canada. Department of Transport, Civil Aviation Branch; Helicopter Design Criteria, Ottawa Junio 1960, 11 págs., cartas.
- Cheyno, Elbert; Vertiport Design and Operations (Paper CA/TSA/010. Lockheed-California Company, Transportation Systems Analysis Department), Octubre 1967, 8 págs., cartas.
- Hennes, Robert G. & Ekse, Martin I.; Fundamentos de Ingeniería del Transporte; Editorial Reverté S.A. Madrid. 1963.
- Froesch, Charles; Proyectos de Aeropuertos; New York 1961.
- Horonjeff, Robert; The Planning and Design of Airports; Mc Graw Hill, New York 1962, 464 págs., ilustr. (Mc Graw Hill Series in Transportation).
- Lockheed-California Company; VTOI Cost Benefit Analysis, VTOI Airlines Systems Analysis, Vertiport Design and Operation; Eurbank California, 22 de Marzo de 1968, cartas.
- López Pedraza, M.; Francisco; Aeropuertos; Madrid 1957.
- Los Angeles, Department of Airports; Helicopter Study; Los Angeles, 1965, 181 págs., hojas sueltas.
- Los Angeles Area Chamber of Commerce; Planning and Designing of Urban Helicopter Facilities; Los Angeles, 1962.
- Mora Quiñones, Samuel; Aeropuertos (Apuntes de Clases); Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1977.
- National Fire Protection Association; Aircraft Fuel Servicing. (NFPA No 407), National Fire Codes; USA 1977.

- National Fire Protection Association; Recommended Practice for Aircraft Rescue and Fire Fighting Services at Airports and Heliports.(NFPA No 403); National Fire Codes, USA 1978.
- National Fire Protection Association; Standard on Rooftop Heliport Construction and Protection. (NFPA No 418); National Fire Codes, USA 1977.
- OACI; Aeródromos, Anexo 14 al Convenio de la Organización de Aviación Civil Internacional; Séptima Edición, Junio de 1976.
- OACI, Doc 9157-AN/901 Parte 1; Pistas - Manual de Proyecto de Aeródromos; Primera Edición 1980.
- OACI, Doc 9157-AN/901 Parte 2; Manual de Proyecto de Aeródromos - Calles de Rodaje, Plataformas y Apartaderos de Espera; Primera Edición 1977.
- OACI, Doc 9157-AN/901 Parte 3; Manual de Proyecto de Aeródromos - Pavimentos; Primera Edición 1977.
- OACI, Doc 9157-AN/901 Parte 4; Manual de Proyecto de Aeródromos - Ayudas Visuales; Primera Edición 1976.
- OACI; Manual de Planificación de Aeropuertos Partes 1 y 2, Doc 9184-AN/902; Primera Edición 1977.
- OACI, Doc 9137-AN/898; Manual de Servicios de Aeropuertos Parte 1 - Salvamento y Extinción de Incendios; Primera Edición 1977.
- OACI, Doc 9137-AN/898 Parte 6; Manual de Servicios de Aeropuertos Limitación de Obstáculos; Primera Edición 1977.
- OACI, Doc 9261-AN/903 ; Manual de Helipuertos; Primera Edición 1979.
- OACI; Boletín de Diciembre de 1978; Págs. 26-30; Diciembre 1978.
- OACI; Boletín de Noviembre de 1979; Págs. 18-21; Noviembre 1979.

- United Kingdom. Ministry of Aviation; The Planning of Air Stations for Single Engine Helicopters; 1956, 13 págs. (Nota 2711)
- United Kingdom. Ministry of Aviation. Report of the Committee on the Planning of Helicopter Stations in the London area; HMSO., 1961. 150 págs., cartas. (CAP 173).
- United Kingdom. Ministry of Transport and Civil Aviation. Planning of Air Stations for Single-engined Helicopters; HMSO, 1955. (CAP 132).
- United States. Federal Aviation Administration. Heliport Design Guide; 22 de Agosto de 1977, 99 págs., cartas, ilustr. (Advisory circular AC150/5390-1B).
- United States. Federal Aviation Administration. Basic Helicopter Handbook; AC61-13.
- United States. Federal Aviation Administration. Obstruction Marking and Lighting; AC70/7460-1.
- United States. FAA; Utility Airports; AC 150/5300-4A.
- United States. FAA; Airport Drainage; AC 150/5320-5A.
- United States. Federal Aviation Administration. Standard Specifications for Construction of Airports; AC 150/5370-1A.
- United States. FAA; Airport Paving; Advisory Circular AC 150/5320-6A.
- United States. FAA; Approved Lighting Equipment; Advisory Circular AC 150/5345-1B.
- United States. Federal Aviation Administration. Airport Master Plans; Advisory Circular AC 150/5070-6 February 1971.

- American Concrete Institute; Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI-318-77).
  - American Concrete Institute; Commentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI-318-77).
  - Hahn, W.; Fórticos, Placas y Vigas sobre Fundación Elástica; Editorial Gustavo Gili, Madrid 1972.
  - Johansen, K. W.; Yield Line Formulae for Slabs; Cement and Concrete Association, London 1972.
  - Langendonck, T. van; Teoria Elementar das Carneiras Plasticas; Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 1970.
  - Montoya J., Meseguer G., Morán C.; Hormigón Armado; Editorial Gustavo Gili, Madrid 1976.
  - Moretto, Ureste; Hormigón Armado; Editorial El Ateneo, Buenos Aires, 1973.
  - Reglamento Nacional de Construcción; Lima-Perú, 1977.
  - Timoshenko, Woinisky, Krieger; Theory of Plates and Shells; Mc Graw Hill Kogakusha, Tokio, 1972.
  - Winter George E.; Design of Concrete Structures; Mc Graw Hill Kogakusha, Tokio 1972.
-