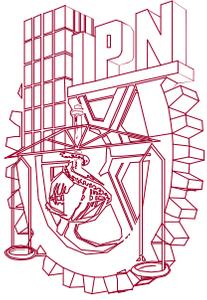


## INDICE GENERAL

	Página
PRÓLOGO.....	005
INTRODUCCIÓN.....	007
<b>CAPITULO I</b>	
<b>DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....</b>	<b>009</b>
I.1 Delimitación del Área de Influencia.....	010
I.2 Superficies, Colindancias y Puntos Extremos del Área de Influencia.....	012
I.3 Municipios Contenidos en el Área de Influencia.....	013
<b>CAPITULO II</b>	
<b>ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS.....</b>	<b>016</b>
II.1 Antecedentes Históricos.....	017
II.2 Situación Geográfica.....	019
II.3 Marco Económico.....	020
II.4 Marco Político.....	023
II.5 Marco Social.....	024
<b>CAPITULO III</b>	
<b>ESTUDIOS DE DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO.....</b>	<b>027</b>
III.1 Fundamentos Aeroportuarios.....	028
III.2 Avión de Proyecto.....	037
III.3 Modelos matemáticos.....	041
III.4 Cálculo de pronósticos.....	042
III.5 Cálculo de pronósticos horarios.....	043
III.6 Cálculo de número de posiciones comerciales.....	044
III.7 Número de lugares de estacionamientos.....	044
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>ZONA AERONAUTICA.....</b>	<b>046</b>
IV.1 Pistas.....	048
IV.1.1 Clave de Referencia.....	048
IV.1.2 Número de Pistas.....	051
IV.1.3 Especificaciones.....	055
IV.2 Cálculo de la Longitud Verdadera de la Pista.....	062
IV.3 Distancias Declaradas.....	068

<b>CAPITULO V</b>	
<b>SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS.....</b>	<b>071</b>
V.1 Zona de Aproximación.....	072
V.2 Superficie de Transición.....	074
V.3 Superficie Horizontal Interna.....	075
V.4 Superficie Cónica.....	075
<b>CAPITULO VI</b>	
<b>ESTUDIO DE LOS VIENTOS.....</b>	<b>079</b>
VI.1 Meteorología Aeronáutica.....	079
VI.1.2 Estudios Meteorológicos Para Proyectos de Aeropuertos.....	079
VI.2 Análisis Estadístico.....	080
VI.3 Análisis de Viento.....	080
VI.3.1 Cálculo de La Rosa de Viento.....	081
VI.4 Calculo No. de Pista Y Coeficiente de Utilización.....	085
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>CALLES DE RODAJE, APARTADEROS DE ESPERA Y PLATAFORMA.....</b>	<b>088</b>
VII.1 Calles de Rodaje.....	090
VII.2 Apartaderos de Espera.....	102
VII.3 Plataforma.....	105
<b>CAPITULO VIII</b>	
<b>ZONA TERMINAL.....</b>	<b>114</b>
VIII.1 Edificio Terminal.....	115
VIII.1.2 Cálculo, definición de área y diagramas de circulación.....	118
VIII.2 Estacionamientos.....	129
VIII.3 Vialidades Y Entronques.....	135
<b>CAPITULO IX</b>	
<b>AREAS DE APOYO.....</b>	<b>140</b>
IX.1 C.R.E.I.....	141
IX.2 Zonas de Combustible.....	145
IX.3 Hangares.....	149
IX.4 Torre de Control.....	152
<b>CAPITULO X</b>	
<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>154</b>
X.1 Factores de Seguridad.....	155
X.2 Factores económicos.....	156

<b>CAPITULO XI</b>	
<b>SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN.....</b>	<b>159</b>
XI.1 SEÑALAMIENTO.....	160
XI.2 ILUMINACIÓN.....	170
<b>PLANOS.....</b>	<b>187</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>188</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>189</b>



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
UNIDAD ZACATENCO**

**"PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA  
LOCALIDAD DE LA COMARCA LAGUNERA"**



**ASESOR: M. en C. DEMETRIO GALINDEZ LOPEZ**

**MEXICO D.F.**

**NOVIEMBRE, 2006**

**ANGEL G. PEREZ CAMARGO**

## PROLOGO

LA PRESENTE TESIS, FUE REALIZADA EN NEZAHUALCOYOTL, ESTADO DE MEXICO

En estas páginas están expresados, sentimientos, alegrías, penas y muchísimas gotas de sudor del autor y de quienes ayudaron a la realización de esta obra, sin soslayar todos los años de estudio que conllevaron a la conclusión de esta magnífica tesis.

El realizador de este trabajo, nació en México D.F. el día 17 de Septiembre de 1980, en estos momentos desempeña una gran labor en el H. Ayuntamiento de Nezahualcoyotl, aportando todos los conocimientos y la ética adquirida en esa gran institución a la que le debe todo, claro, se refiere a la Gloriosa Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, perteneciente del INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

El objetivo principal de realizar esta tesis es mas que nada para poder obtener el Título de Ingeniero Civil y así poder regresarle al Estado un poco de lo mucho que le dio.

Quiere darle gracias a DIOS, por permitirle compartir esta dicha con todos ustedes.

Así mismo quiere agradecer a su padre (José Angel Pérez Palomino) † todas sus enseñanzas y acertados consejos, siempre diciendo y haciendo las cosas en el momento y lugar indicados, “INFINITAMENTE GRACIAS PAPÁ, QUE DIOS, TU Y SUS BENDICIONES ME SIGAN GUIANDO SIEMPRE...”

*“CUANDO QUIERAS VERME, SOLO CIERRA LOS OJOS Y AHÍ ESTARE”<sup>JAPP</sup>*

A su abuelito (Luís Camargo Ledesma) † que fue un gran aliciente e impulso, siempre.

A sus hermanos Dana Aline y Marcos, que han soportado todos los sacrificios hechos, para que este proyecto se concretara.

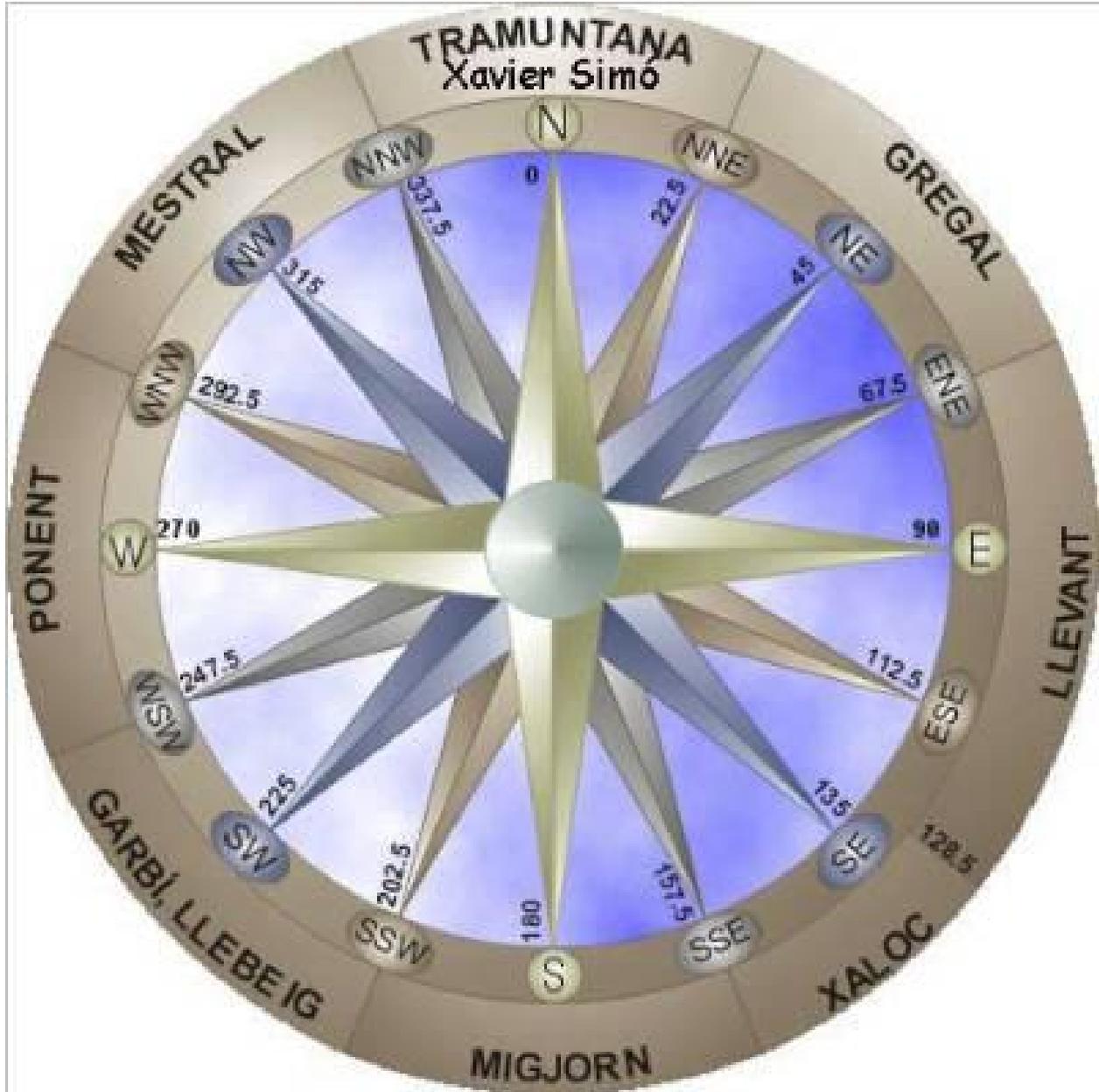
A su jefe y amigo el Ing. Valentín Díaz Robles, por todo su apoyo incondicional,

Pero sobre todo quiere agradecer enormemente a sus dos mamás, Emma y Silvia Camargo, realmente sin ellas y la ayuda de DIOS nunca hubiera podido salir adelante y mucho menos terminar una carrera.

**“No se como pagarles todos sus sacrificios, sus lagrimas, sus desvelos, solo intentare llevar a cabo todas las grandes enseñanzas. Gracias Mamá, por todo tu amor, Gracias Mina, sin ustedes no seria nadie, se que nunca me dejaran solo...”**

**“... esta tesis, es de mi familia, mi pequeña gran familia”**

**Atentamente:  
Su servidor y Amigo  
Angel G. Pérez Camargo**



## INTRODUCCIÓN.

### Aeropuerto de Torreón

La región de la Comarca Lagunera forma parte de una de las zonas industriales y comerciales más importantes de la República. En la entidad existen cerca de 300 industrias maquiladoras de exportación.

La región de la Laguna también destaca por sus actividades agrícolas (algodón, forrajes, melón, entre otras) y por tener la cuenca lechera más grande del país.

Es por lo que se tenía la necesidad de escoger el lugar exacto para la construcción del aeropuerto, (es de nuestro conocimiento que La Comarca Lagunera esta comprendida por dos ciudades: Torreón Coahuila y Gómez Palacio Durango) realizando varios estudios se determino que el lugar idóneo donde quedara instalado el aeropuerto, seria la Ciudad de Torreón, en el Estado de Coahuila.



## OBJETIVO

Desarrollar un proyecto aeroportuario para la Región de la Comarca Lagunera, a partir de los estudios socio-económicos y del área de influencia, considerando los aspectos aeronáuticos y su normatividad.



## IV.- ZONA AERONAUTICA



La infraestructura de un aeropuerto son los elementos con los que cuenta para realizar sus operaciones aeronáuticas y pueden ser muy variables, desde una aeropista, hasta las más diversas y sofisticadas instalaciones que lo hacen ser un gran complejo aeroportuario.

El elemento principal de un aeropuerto es la pista, ya que sin ella no se puede realizar ninguna operación aeronáutica, aun cuando contara con una infraestructura impresionante en instalaciones y equipo.

Los elementos principales con los que debe contar un aeropuerto que ofrezca todos los servicios aeroportuarios son:

Pistas, calles de rodaje y plataformas.

Edificio terminal de aviación comercial y de aviación general.

Estacionamiento para la aviación comercial, la aviación general y los empleados.

Vialidades que comuniquen todas las zonas del aeropuerto.

Zonas de combustibles de gas avión y turbosina.

Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios (CREI).

Hangares para la aviación comercial y para la aviación general.

Control de tránsito aéreo mediante: Torre de control, radio faro, omnidireccional (VOR), equipo de telemétrico (DME), sistemas de aterrizaje por instrumentos (ILS), sistemas de aterrizaje por microondas (MLS) y radar.

Ayudas visuales como: Sistemas de aproximación (VASIS, PAPI), luces indicadoras de pistas (RIL), luces indicadoras de extremo de pista (REIL), faro giratorio, cono de vientos, señalamientos e iluminación de pistas, calles de rodaje y plataformas.

Y además instalaciones y equipos como: Antenas para radio comunicación subestaciones eléctricas, tanques de almacenamiento o cisternas, redes drenaje y agua potable, fosas sépticas, plantas de bombeo, equipos e instalaciones.

## IV.1.- PISTAS.

Es un área rectangular definida en un aeródromo terrestre destinada al tráfico de las aeronaves, durante las operaciones de aterrizaje y despegue.

El número de pistas de un aeropuerto se determina en función del coeficiente de utilización especificado por la OACI y de acuerdo, a la demanda del tránsito aéreo.

### IV.1.1.- CLAVE DE REFERENCIA Y OPERACIÓN DE PISTAS

Por operación las pistas se clasifican:

Pistas de vuelo visual (VFR).

Pistas de vuelo por instrumentos (IFR).

**a) Pistas de vuelo visual.-** Destinadas para aeronaves que utilicen procedimientos visuales para aproximación.

**b) Pistas de vuelo por instrumentos.-** Para operación de aeronaves que utilicen procedimientos de aproximación por instrumentos. Se dividen en:

**c) Pistas para aproximación que no sean de precisión operadas:** Por ayudas visuales y una ayuda no visual que proporciona por lo menos una guía direccional adecuada para la aproximación directa.

**d) Pistas para aproximación de precisión categoría I :** IFR servida por ILS y ayudas visuales destina hasta operaciones de una altura de decisión de 60 m. (200 ft ) y alcance visual en pista de 800 m.

**e) Pistas para aproximación de precisión categoría II :** Servida por ILS y ayudas visuales destina hasta operaciones de una altura de decisión de 30 m. (100 ft ) y alcance visual en pista de 400 m.

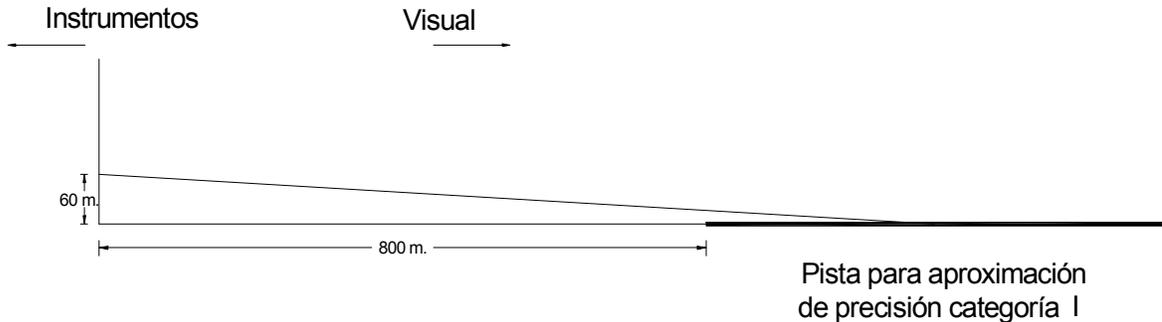
**f) Pistas para aproximación de precisión categoría III :** Servida por ILS y ayudas visuales hasta la superficie de la pista y a lo largo.

A.- Para operaciones hasta un RVR de 200 m. (sin altura de decisión aplicable), utilizando ayudas visuales durante fase final del aterrizaje.

B.- Para operaciones hasta un RVR de 50 m. utilizando ayudas visuales para el rodaje.

C.- Para operaciones en la pista y calles de rodaje sin depender de referencias visuales.

Para este proyecto se usara una pista IFR para aproximación de precisión categoría I.



### Clave de referencia del aeródromo.

Proporciona un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a los aeródromos, la clave esta compuesta por dos elementos que se relacionan con características y dimensiones del avión.

Elemento 1 número basado en la LCR del avión siendo esta LCR mínima necesaria para el despegue con el peso máximo al nivel del mar, atmósfera tipo, sin viento y con pendiente cero. Elemento 2 letra basada en envergadura del avión y la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

El número de clave del elemento uno se determina por medio de la tabla siguiente.

En la columna uno seleccionamos el número de clave que corresponda al valor más elevado de las LCR de los aviones para los que se destine la pista.

La letra de clave para el elemento 2 la determinamos seleccionando la letra de clave que corresponda a la anchura exterior más elevada entre ruedas del tren de aterrizaje principal, tomando de las dos el valor mas critico para la letra de clave para los aviones a los que se destine la instalación.

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE		
Número de clave	LCR del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura
1	Menos de 800 m.	A	Hasta 15 m.	Hasta 45 m.
2	Desde 800 m hasta 1200 m.	B	Desde 15 m hasta 24 m.	Desde 45 m hasta 6 m
3	Desde 1200 m hasta 1800 m.	C	Desde 24 m hasta 36 m.	Desde 6 m hasta 9 m
4	Desde 1800 m en adelante.	D	Desde 36 m hasta 52 m.	Desde 9 m hasta 14 m
		E	Desde 52 m hasta 62 m.	Desde 14 m hasta 16 m
		F	Desde 62 m hasta 80 m.	Desde 14 m hasta 16 m

Para nuestro proyecto queda:

Avión de proyecto:	B727-200
LCR:	2,750 m.
Envergadura:	32.92 m.

**Por consiguiente, la clave de referencia:**

**4 D**

## IV.1.2.- NÚMERO DE PISTAS

En función del tráfico aéreo:

Para determinar la capacidad de aceptación en general se consideran las siguientes categorías de aeronaves:

Tipo A.- Aeronaves de reacción cuatrimotoras o de mayor tamaño.

Tipo B.- Aeronaves de reacción bimotoras y trimotoras y cuatrimotoras de émbolo y turbohélices.

Tipo C.- Reactores para ejecutivos y aeronaves de transporte bimotoras de émbolo.

Tipo D.y E – Aeronaves ligeras bimotoras y monomotoras de émbolo.

Mezcla: Las siguientes mezclas se refieren a los cuatro números que aparecen en la columna "Mezcla" para cada configuración en la tabla B-1.

Número	Tipo A (%)	Tipo B (%)	Tipo C (%)	Tipo D y E (%)
1	0	0	10 (11-9)	90
2	0	30 (27-33)	30	40
3	20 (18-22)	40	20	20
4	60 (54-66)	20	20	0

Las cifras entre paréntesis indican la tolerancia de  $\pm 10\%$  para la porción crítica de la mezcla pronosticada. Si la mezcla esta dentro del  $\pm 10\%$  de una de las cuatro mezclas que se indican arriba, puede usarse la mezcla en cuestión sin interpolaciones adicionales. En base a la demanda de transporte aéreo, se tiene 8,889 op/an/tot, por lo cual se tomo de acuerdo al avión de proyecto, que es un Boeing 727-200 trimotor, la mezcla de pista en base a la configuración que propone la OACI de la tabla B-1 fue:

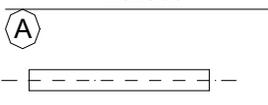
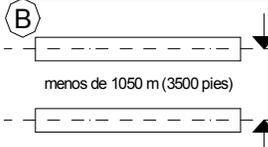
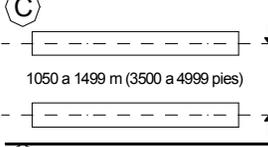
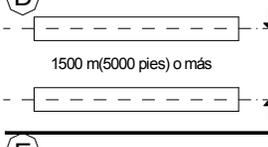
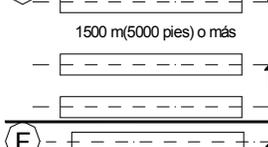
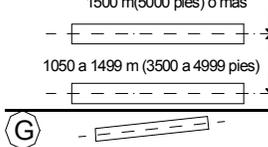
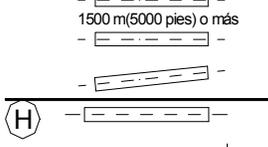
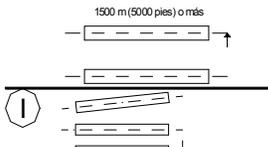
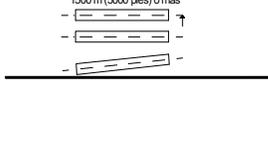
**Se eligió que fuese una mezcla: 3 B**

La cual queda de la siguiente manera:

De la tabla B-1:

APENDICE B

Tabla B-1.- Capacidades de aeropuerto para fines de planificación a largo plazo

Configuración de las pistas		Mezcla	Capacidad anual práctica	Capacidad horaria práctica		Observaciones
Trazado	Descripción			IFR	VFR	
 <p>Ⓐ</p>	Una sola pista (llegadas-salidas)	1	215 000	53	99	
		2	195 000	52	76	
		3	180 000	44	54	
		4	170 000	42	45	
 <p>Ⓑ</p> <p>menos de 1050 m (3500 pies)</p>	Pistas cercanas paralelas (dependientes IFR)	1	385 000	64	198	
		2	330 000	63	152	
		3	295 000	55	108	
		4	280 000	54	90	
 <p>Ⓒ</p> <p>1050 a 1499 m (3500 a 4999 pies)</p>	Paralelas IFR independientes de aproximación/salida	1	425 000	79	198	
		2	390 000	79	152	
		3	355 000	79	108	
		4	330 000	74	90	
 <p>Ⓓ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p>	Salidas y llegadas IFR independientes	1	430 000	106	198	$2 \times \text{Ⓐ} = \text{Ⓓ}$
		2	390 000	104	152	
		3	360 000	88	108	
		4	340 000	84	90	
 <p>Ⓔ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p>	Una independiente más una cercana paralela	1	600 000	117	297	$\text{Ⓐ} \times \text{Ⓑ} = \text{Ⓔ}$
		2	525 000	115	228	
		3	475 000	99	162	
		4	450 000	96	135	
 <p>Ⓕ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p> <p>1050 a 1499 m (3500 a 4999 pies)</p>	Independiente más pista de salida simultanea	1	665 000	156	307	$\text{Ⓐ} \times \text{Ⓑ} = \text{Ⓔ}$ puesto que una mayor flexibilidad permite compensaciones entre la relación llegadas/salidas y la pista destinada totalmente a salidas
		2	595 000	153	236	
		3	540 000	146	162	
		4	525 000	133	139	
 <p>Ⓖ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p>	Pistas paralelas independientes más pistas divergentes	1	665 000	156	307	Lo mismo que Ⓕ
		2	595 000	153	236	
		3	540 000	146	162	
		4	525 000	133	139	
 <p>Ⓖ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p>	Pistas paralelas independientes más dos paralelas cercanas	1	770 000	128	396	$2 \times \text{Ⓑ} = \text{Ⓖ}$ La pista IFR presenta limitaciones a las salidas. Estas cifras extremadamente teóricas pueden estar limitadas por otras consideraciones del sistema
		2	660 000	126	304	
		3	590 000	110	216	
		4	560 000	108	180	
 <p>Ⓖ</p> <p>1500 m(5000 pies) o más</p>	Pistas paralelas independientes, pistas paralelas próximas más pistas divergentes	1	1 050 000	117	505	Estas cifras extremadamente teóricas pueden estar limitadas por otras consideraciones del sistema
		2	930 000	174	392	
		3	790 000	155	269	
		4	770 000	153	229	

Las 180,000 op/an/tot de capacidad de esta mezcla es mayor que las 8,889 op/an/tot que se requieren y por lo tanto es aceptable.

**Se decide que un una sola pista se cubre la demanda de operaciones pronosticada.**

Capacidad anual teórica:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tipo A} = 0.20 \times 180,000 = 36,000 \\ \text{Tipo B} = 0.40 \times 180,000 = 72,000 \end{array} \right\} \text{Aviación Comercial}$$

**108,000 > 6,803 OAC**

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tipo C} = 0.20 \times 180,000 = 36,000 \\ \text{Tipo D} = 0.20 \times 180,000 = 36,000 \end{array} \right\} \text{Aviación General.}$$

**72,000 > 2,086 OAAG**

Capacidad horaria teórica de 44 de OHT es mayor que las 7 OHT pronosticadas.

Capacidad horaria teórica:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tipo A} = 0.20 \times 44 = 9 \\ \text{Tipo B} = 0.40 \times 44 = 18 \end{array} \right\} \text{Aviación Comercial}$$

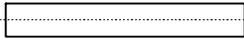
**27 > 4 OHC**

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tipo C} = 0.20 \times 44 = 9 \\ \text{Tipo D} = 0.20 \times 44 = 9 \end{array} \right\} \text{Aviación General.}$$

**18 > 1.15 OHAG**

Demanda de transporte aéreo de la Comarca Lagunera.

	Anual		Horaria
OAT	8,889	OHT	7
OAC	6,803	OHC	4
OAAG	2,086	OHAG	2

Configuración de la Pista		Mezcla	Capacidad Anual Practica	Capacidad Horaria Practica	
Trazado	Descripción			IFR	VFR
	Una sola pista (Ilegadas-Salidas)	3	180,000	44	54

Calculada por viento el coeficiente de utilización de la pista analizada es del 99.38%, mayor al 95 % de la recomendada por la OACI.

**Se concluye que con una pista es suficiente para satisfacer la demanda, no se tendrán más pista.**

### IV.1.3.- ESPECIFICACIONES.

Para definir las especificaciones de las pistas se requiere la clasificación por operación y clave de referencia, para este proyecto es pista para aproximación de precisión categoría I (IFR) y clave de referencia 4 D

#### Ancho de la pista.

No deberá ser menor de la dimensión apropiada especificada:

LETRA DE CLAVE						
Número de Clave	A	B	C	D	E	F
1*	18 m	18 m	23 m			
2*	23 m	23 m	30 m			
3	30 m	30 m	30 m	45 m		
4			45 m	45 m	45 m	60 m

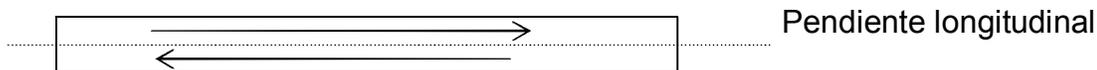
\* La anchura de toda pista de aproximación de precisión no deberá ser menor de 30 m. si el número de clave sea 1 o 2.

**Considerando que nuestra pista tiene una clave 4-D, le corresponde una ancho de pista de 45 m.**

#### Pendientes longitudinales

La pendiente obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de esta no excederá:

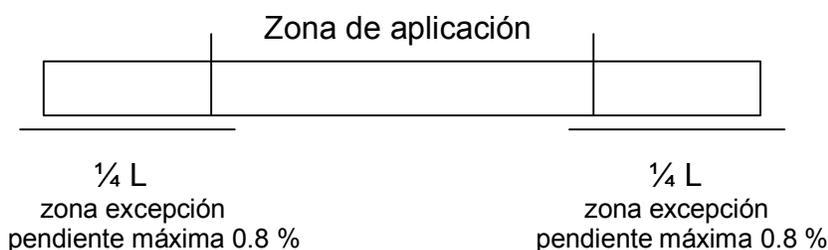
- 1 % número clave 3 o 4
- 2 % número clave 1 o 2



**Teniendo nuestra pista un número de clave 4D, la pendiente longitudinal será de 1 %**

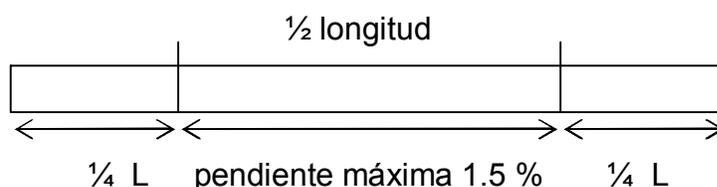
Ninguna parte de la pista se debe exceder de:

1.25 % si número clave 4, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de la pista, y no excederá del 0.8 %.



1.5 % clave 3, excepto primero y último cuarto de la longitud de una pista para aproximación de precisión categoría II o III, en las cuales la pendiente no excederá del 0.8 % y 2 % cuando el número de clave sea 1 o 2.

1.5 % número clave 3 o 4  
 2.0 % número clave 1 o 2

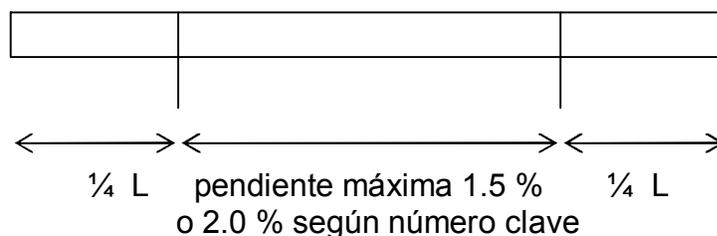


La pendiente máxima será del 1.25 % pues el número de clave es 4 excepto en el primer y el último cuarto de la longitud de pista de la pendiente no deberá exceder de 0.8 %.

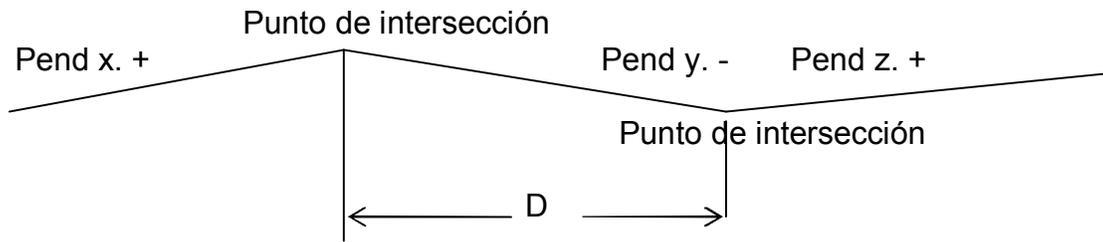
### Cambios de pendiente longitudinal.

Cuando no se puede evitar cambio de pendiente entre 2 pendientes consecutivas, no excederá de:

1.5 % número clave 3 o 4  
 2.0 % número clave 1 o 2



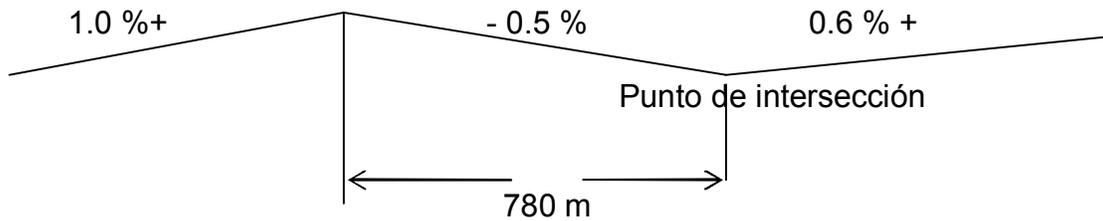
La transición de una pendiente a otra deberá efectuarse por medio de una superficie curva con un grado de variación que no exceda:



D = Distancia entre cambios de pendiente.

- 0.1 % por cada 30 m. (radio mínimo de curvatura de 3,000 m) número clave 4.
- 0.2 % por cada 30 m. (radio mínimo de curvatura de 15,000 m) número clave 3.
- 0.4 % por cada 30 m. (radio mínimo de curvatura de 7,500 m) número clave 1 o 2.

**No excederá del 1.5 % entre dos pendientes consecutivas y la transición de una pendiente a otra será de 0.1 % según clave de pista 4-D**



$$C = P_{\text{dete X}} - -P_{\text{dete Y}} =$$

$$C = 0.01 - ( 0.005 ) = 0.015 = 1.5 \%$$

**Distancia entre cambios de pendiente.**

A lo largo de la pista deberán evitarse ondulaciones o cambios de pendiente apreciables. La distancia entre los puntos de intersección de dos curvas sucesivas no deberá ser menor que:

- a) la suma de los valores numéricos absolutos en cambios de pendiente corregida multiplicada por los siguientes valores al que corresponda:

- 30,000 m. número clave 4
- 15,000 m. número clave 3
- 5,000 m. número clave 1 o 2

- b) 4.50 m. tomando la que sea mayor.

$$D = R (|x-y| + |y-z|)$$

Donde : R= radio de curvatura = 30,000 (número de clave 4)

Pendiente X = + 1%; pendiente Y = -0.5%; pendiente Z = + 0.05 %. Sustituyendo en la fórmula tenemos:

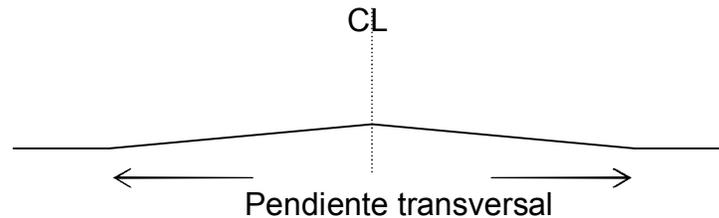
$$D = 30,000 (|0.01 - (-0.05)| + |(-0.05) - (0.05)|) =$$
$$D = 30,000 (|0.01 + 0.05| + |-0.05 - 0.05|) = 30,000 (0.015 + 0.01) = 30,000(0.025) =$$
$$D = 750 \text{ m.}$$

### **Pendientes transversales.**

Para la rápida evacuación del agua la superficie de la pista deberá ser convexa excepto en casos de pendiente transversal única y que desciende en dirección del viento que acompaña a la lluvia y que asegura el rápido drenaje de la pista.

Pendientes transversales recomendables en este caso:

- 1.5 % letra clave C,D,E
- 2.0 % letra clave A o B
- 2.5 % letra clave F



En ambos casos no deberá exceder del 1.5 o del 2.0 % según corresponda ni será inferior al 1.0 % salvo en intersecciones de pista con calles de rodaje que requieran pendientes más aplanadas. En superficies convexas las pendientes transversales serán simétricas de ambos lados del eje de la pista. La pendiente transversal deberá ser la misma a lo largo de la pista a excepción de la intersección con otra pista o calles de rodaje y será transición suave.

**Para facilitar la rápida evacuación del agua en la pista y tomando en cuenta la clave 4-D la pendiente transversal será del 1.5 %.**

### **Márgenes de pista.**

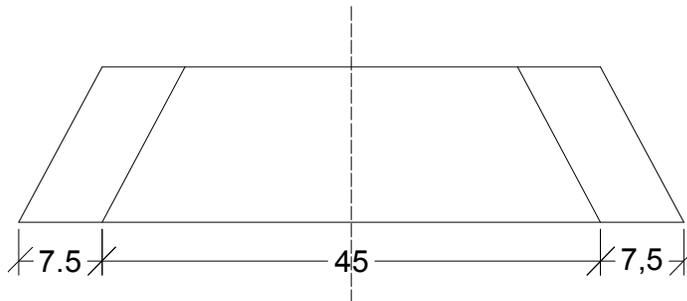
Banda de terreno que deberá formar y sirve de transición entre el pavimento y el terreno adyacente.

Deberá prepararse de manera que el peligro que pueda correr un avión que salga de la pista o de la zona de parada.



### **Anchura.**

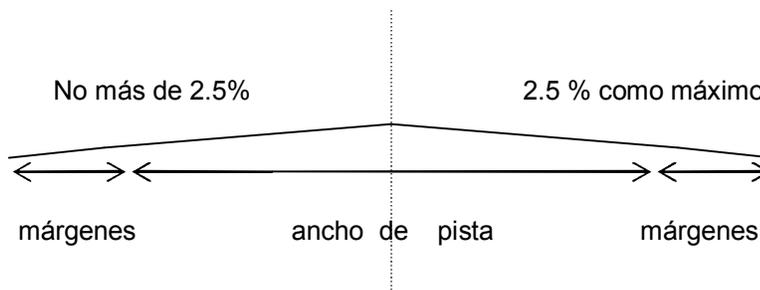
Recomendable colocar márgenes en toda la pista si la letra clave es D, E o F de anchura inferior de 60 m, estos márgenes se extenderán simétricamente en ambos lados de la pista. CL



Siendo la clave 4-D la anchura no deberá rebasar un margen de 60 m., y se propondrá una anchura de 7.5 m. a cada lado de la pista.

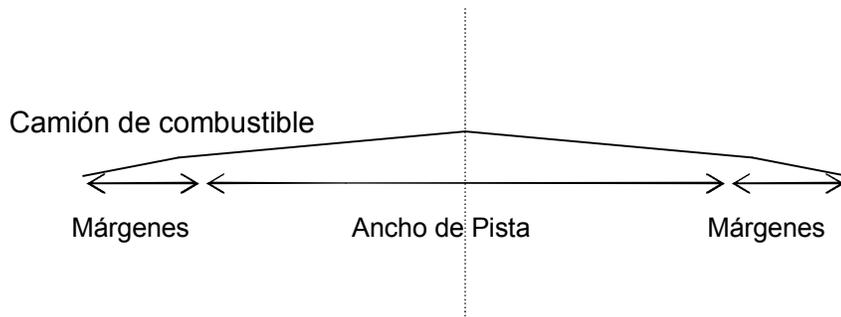
### **Pendientes.**

Los márgenes adyacentes a la pista serán del mismo nivel que está y la pendiente transversal no excederá del 2.5 %. CL



### **Resistencia.**

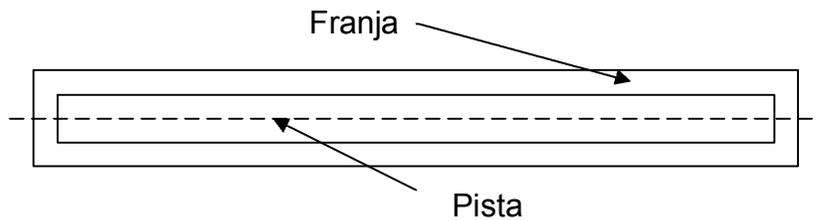
Los márgenes se harán de tal forma que soporten el peso de un avión que salga de la pista, sin sufrir daño y además soportar los vehículos terrestres que operan sobre el margen.



### Franjas de pista.

Franja definida que comprende la pista y la zona de parada, esta destinada para:

- Reduce los daños de aviones que salgan de la pista.
- Proteje a personas que circulan sobre la pista durante operaciones de despegue y aterrizaje.

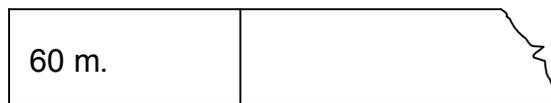


### Longitud.

Las franjas deberán extenderse antes del umbral y más haya del extremo de la pista hasta una distancia hasta de:

- 60 m. número clave 2,3 o 4.
- 60 m. número clave 1 y pistas IFR.
- 30 m. número clave 1 y pistas VFR.

### Umbral



Debido a que es una pista con número de clave 4-D se determino una longitud de 60 m.

### Anchura.

Toda franja que tenga pista de aproximaciones de precisión se extenderá lateralmente por lo menos:

- 150 m. número clave 3 o 4.
- 75 m. número clave 1 o 2.

A cada lado del eje de la pista y de su prolongación a lo largo de la franja.

Lo mismo para pistas que no son de precisión.

Para las pistas visuales o de vuelo visual deberá extenderse a cada lado de la pista y su prolongación a lo largo de la franja hasta:

- 75 m. número clave 3 o 4.
- 40 m. número clave 2.
- 30 m. número clave 1.

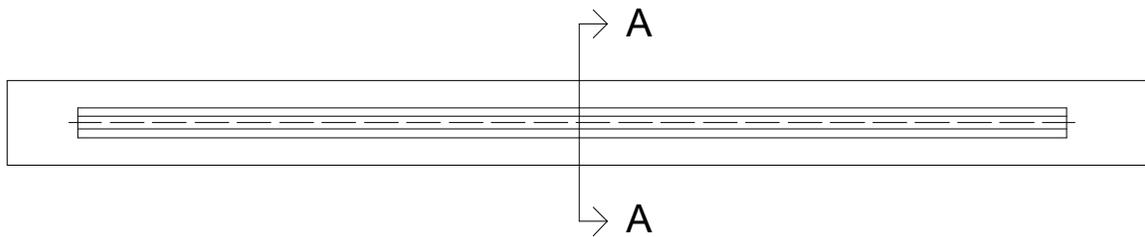
**El proyecto marca una pista para aproximaciones de precisión categoría I, y clave de referencia 4-D. La franja a cada lado de la pista será de 150 m.**

**Franjas de seguridad de extremo de pista.**

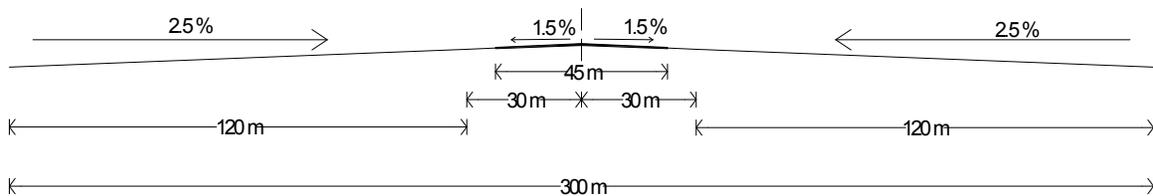
Toda franja de pista depende del número de clave.

- 3 o 4 240 m.
- 1 o 2 120 m.

Su anchura será por lo menos el doble de la anchura de la pista correspondiente y preferentemente a la anchura de la parte nivelada de la franja.



Planta



Corte transversal A-A

## IV.2.- CÁLCULO DE LA LONGITUD VERDADERA DE LA PISTA

a) Generalidades respecto al Aeropuerto,.

Nombre del Aeropuerto.- Aeropuerto Internacional de la Comarca Lagunera

Elevación en pies o mts.- 3674.46' o 1120 m

T1.- 19° C.

T2.- 30° C.

b) Características del avión.

**Tipo modelo del avión critico.- B 727-200**

Velocidad. "obtenida ya sea del manual de vuelo o con la compañía que lo opere, en nudos.

**Consumo de combustible.** Dato obtenido del manual de vuelo, ya sea en kg/h o Lb/h.

**Peso de los pasajeros.** Es el peso de pasajeros para el cual fue diseñado, esté número puede ser variable.

**Peso de carga, express y correo.** Es el peso deseable que la compañía quiera en dicho itinerario.

**Peso total de la carga pagable.** Es el total de la suma de pasajeros más carga express y correo.

**Peso máximo de despegue (Estructural):** Consiste en tres pasos fundamentales, que la fábrica ha calculado con anterioridad del peso vacío, peso de la tripulación y peso del comanditaje.

### Combustible

Ac = Alcance de carga: 4,846 Km.

Pd = Peso de despegue: 94,100 Km.

Pa = Peso de aterrizaje: 72,600 Km.

Velocidad de Crucero = 917 Km/hr.

$P_c = P_d - P_a$

} Página 15.

$$P_c = 94,100 - 72,600 = 21,500 \text{ kg.}$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{4,846}{917} = 5.28 \text{ hrs}$$

$$Q = \frac{21,500}{5.28} = 4,072$$

### CÁLCULO DE LONGITUDES DE PISTA.

AEROPUERTO DE : LA COMARCA LAGUNERA.  
ELEVACIÓN (SNM) : 3674.46' o 1120 m  
T1.- 19° C.

T2.- 30° C.

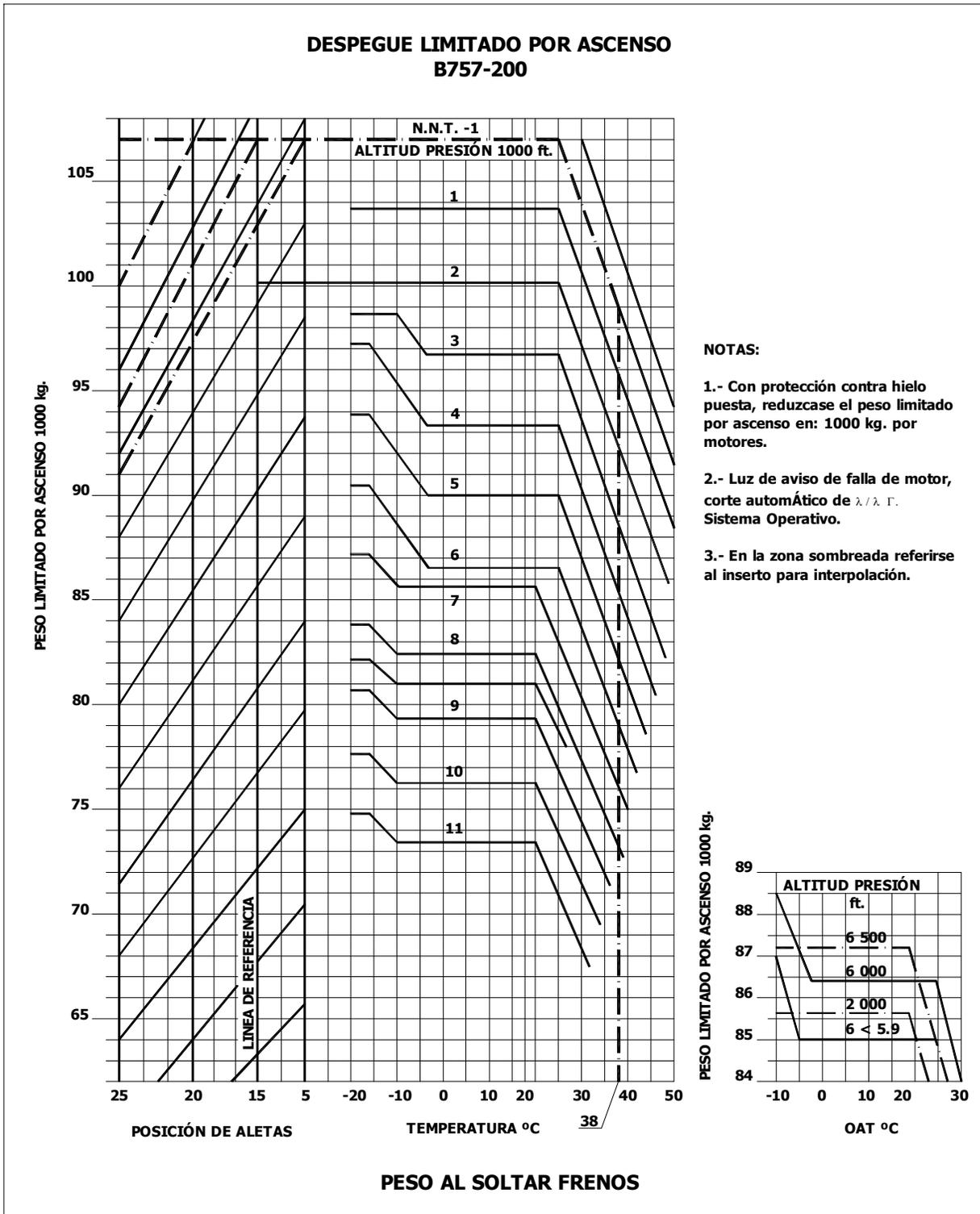
### CARACTERISTICAS DEL AVIÓN.

TIPO :	B727-200
VELOCIDAD:	917 Km/Hr.
CONSUMO DE COMBUSTIBLE :	4,068 Kg/H.
PESO DE LOS PASAJEROS :	11,160 Kg.
PESO CARGA, EXPRESS Y CORREO :	2,232 Kg.
PESO TOAL DE LA CARGA PAGABLE :	13,392 Kg.
PESO MAXIMO DE DESPEGUE (ESTRUCTURAL) :	94,100 Kg.
PESO MAXIMO DE ATERRIZAJE (ESTRUCTURAL) :	72,600 Kg.
PESO DE PERACIÓN :	46,700 Kg.

### PESO MAXIMO DE DESPEGUE (SEGUNDO SEGMENTO) LIMITADO POR ELEVACIÓN Y TEMPERATURA.

ALETAS (5°) 10,080 kg ALETAS (15°) 97,000 kg ALETAS (20°) 92,000 kg  
ALETAS (25°) 86,500 kg

## GRAFICAS.



**NOTAS:**

- 1.- Con protección contra hielo puesta, reduzcase el peso limitado por ascenso en: 1000 kg. por motores.
- 2.- Luz de aviso de falla de motor, corte automático de  $\lambda/\lambda$   $\Gamma$ . Sistema Operativo.
- 3.- En la zona sombreada referirse al inserto para interpolación.



## Método aproximado de los factores a partir de la longitud de campo de referencia del avión.

**Longitud de campo de referencia.-** Es la longitud mínima especificada por los fabricantes de aviones para que estos puedan efectuar sus operaciones bajo condiciones del nivel del mar, presión estándar 15°C de temperatura, vientos nulos y pendientes nula.

Como los aeropuertos se deben construir donde se necesita, no puede sujetarse a las recomendaciones de los fabricantes de aviones, por tal motivo se tienen que hacer correcciones de acuerdo al lugar donde se construirá el aeropuerto.

**Corrección por altitud o elevación sobre el nivel del mar.-** Para hacer esta corrección se debe considerar que la longitud de referencia debe incrementarse en un 7 % , por cada 1000 pies ( 300 m ) de elevación sobre el nivel del mar, mediante la siguiente ecuación.

$$LCA = LCR ( 1 + 0.07 H / 1000 \text{ o } 300 ) = 3176 [ 1 + 0.07 ( 1120 / 300 ) ] = 4,006 \text{ m.}$$

donde:

LCA = Longitud corregida por altitud.

LCR = Longitud de campo de referencia.

H = Elevación sobre el nivel del mar.

**Corrección por temperatura.-** Para realizar esta corrección es necesario corregir la longitud corregida por altitud, incrementando a razón de 1 % por cada grado centígrado de diferencia entre la temperatura de referencia del lugar y la temperatura estándar para la elevación del mismo lugar, para lo cual se emplea la siguiente ecuación.

$$LCT = LCA(1+0.01 \Delta) = LCT = 4,006 [ 1+0.01 X ( 14.95^\circ ) ] = 4,604.90 \text{ m.}$$

$$\Delta = 22.67 - 7.72 = 14.95^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{ref}} = 19 + ( 30 - 19 ) / 3 = 22.67^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{st}} = 15 - 6.5 ( 1,120/1,000 ) = 7.72^\circ\text{C}$$

donde:

LCT = Longitud corregida por temperatura.

LCA = Longitud corregida por altitud.

$\Delta$  = Diferencia de temperatura entre la temperatura de referencia y la temperatura estándar del lugar.

**Corrección por pendiente longitudinal.-** La longitud corregida por temperatura debe incrementarse a razón de un 10 % por cada 1 % de pendiente longitudinal del terreno mediante la siguiente ecuación.

$$LCP = LCT ( 1+0.10P) = 4,604.90 [ 1+0.10( 0.01 ) ] = 4,609.50 \approx 4,610 \text{ m.}$$

Donde :

LCP = Longitud corregida por pendiente.  
LCT = Longitud corregida por temperatura.  
P = Pendiente longitudinal del terreno.

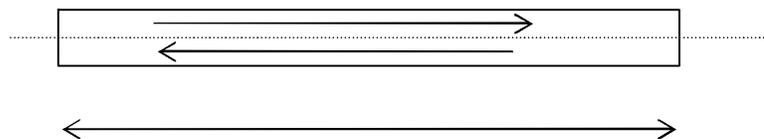
NOTA: La longitud real de la pista calculada por este procedimiento acepta como máximo un incremento de 35 %, en cuyo caso se desecharía el cálculo, se adopte como máximo el 35 % de incremento o se utiliza otro procedimiento para la determinación.

Pendiente 1 % = 0.01 %.  
Longitud verdadera de la pista.

$$LVP \leq LCR \times 1.35$$

$$LVP = 3,176 \times 1.35 = 4,288 \text{ m} < 4610 \text{ m}$$
$$LVP = 4,300 \text{ m.}$$

Para este caso se determino una longitud de pista de 3,500 m que se tendrá en el Aeropuerto de La Comarca Lagunera, pues se encuentra dentro de las normas que el fabricante nos dio por especificación en los manuales de operación de vuelo y a las correcciones hechas anteriormente y se llego a la conclusión de tomar una media entre las calculadas.



$$LP = 3,500.00 \text{ m}$$
$$ANCHO = 45.00 \text{ m}$$

### IV.3.- DISTANCIAS DECLARADAS.

Se establece como una forma de dar seguridad a las operaciones aeronáuticas, proporcionando una mayor longitud de terreno acondicionado para las aeronaves, las distancias son :

- a. **TORA**            Take off Run Available.
- b. **ASDA**            Aceleration & Stop Distance Available.
- c. **TODA**            Take off Distance Available.
- d. **LDA**             Landing Distance Available.

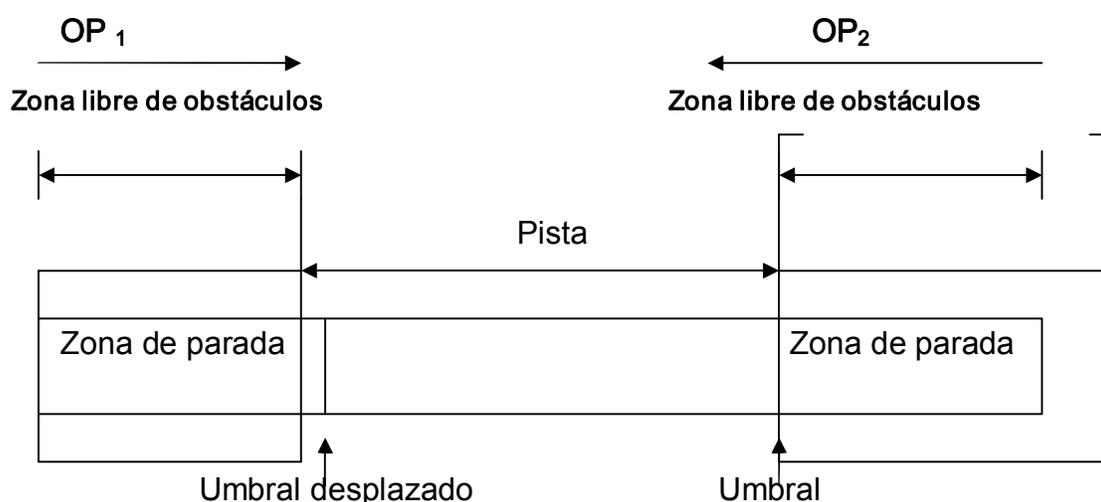
**a.- TORA.-** Que es el recorrido disponible de despegue, siendo este, la longitud de la pista que se ha declarado disponible y adecuada para el recorrido en tierra de un avión que despegue y que es la mayoría de las veces la longitud física del pavimento de la pista.

**b.- ASDA.-** Distancia disponible de aceleración-parada, que es la longitud del recorrido del despegue disponible, más la longitud de la zona de parada si la hay.

**c.- TODA.-** Distancia de despegue disponible, que es la longitud del recorrido del despegue disponible, más la zona libre de obstáculos si la hay.

**d.- LDA.-** Distancia de aterrizaje disponible, que es la longitud de la pista que se ha declarado adecuada para el recorrido en la tierra de un avión que aterrice.

La siguiente pista muestra un ejemplo de las distancias declaradas:



**Notas:** Cuando una dirección de pista no puede utilizarse para la operación, por prohibiciones de orden operacional, debe indicarse o declararse "No utilizable" con la abreviatura "UN".

**Zona Libre de Obstáculos. CLEARWAY (CWY).**- Área rectangular definida en el terreno, designado como área adecuada sobre el cual el avión puede efectuar una parte del ascenso, inicial hasta una altura especificada, por lo que debe ubicarse en el extremo del recorrido del despegue disponible de la pista.

La longitud de la zona libre de obstáculos no debe ser mayor de la mitad de la longitud de recorrido de despegue disponible y su ancho de por lo menos 75 m. a cada lado del eje de la pista, con pendiente longitudinal máxima de 1.25 % y transversal máxima de 2.5 % y con la suficiente resistencia para soportar el peso del avión de proyecto. La decisión de proporcionar una zona de parada o una zona libre de obstáculos como otra solución de prolongar la longitud de la pista, dependerá de las características físicas de la zona situada más allá del extremo de la pista y de los requisitos de PERFORMANCE de los aviones.

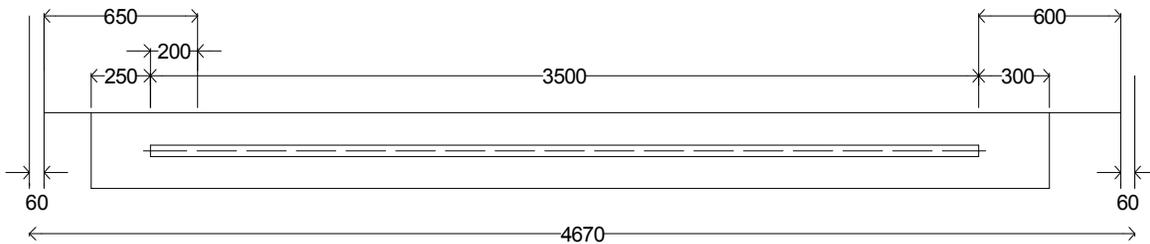
**Zona de Parada. STOPWAY (SWY).**- Aún cuando no es obligatorio poner zona de parada en las pistas, si es recomendable su establecimiento, como una forma más de incrementar la longitud de las mismas, para dar seguridad a las operaciones aeronáuticas.

La anchura de la zona de parada deberá ser igual a la de la pista con la cual esta asociada, así como sus pendientes, cambios de pendiente y transiciones entre una pista y una zona de parada, deberán ser igual a la de la pista con la que esta asociada. La zona de parada se encuentra dentro de la zona libre de obstáculos.

Cuando sea necesario, desplazar el umbral de una pista, ya sea manera permanente o temporal, deberán de tenerse en cuenta los diversos factores que pueden incidir sobre el emplazamiento del mismo. Cuando deba desplazarse el umbral por que una parte de la pista esta fuera de servicio, deberá proveerse una área despejada y nivelada de una longitud de 60 m. por lo menos entre el área inutilizable y el umbral desplazado.

Distancias declaradas.

PISTA	TORA m	ASDA m	TODA m	LDA m
08	3500	3800	4100	3300
26	3500	3750	4150	3500



Dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de Obstáculos

PISTAS DE ATERRIZAJE

Superficies y dimensiones	CLASIFICACION DE LAS PISTA									
	Aproximación visual				Aproximación que no sea de precisión			Aproximación de Precisión		
	Número de clave				Número de clave			Categoría I		Categoría II
	1	2	3	4	1.2	3	4	1.2	3.4	3.4
<b>CÓNICA</b>										
Pendiente	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
<b>HORIZONTAL INTERNA</b>										
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2,000 m	2,500 m	4,000 m	4,000 m	3,500 m	4,000 m	4,000 m	3,500 m	4,000 m	4,000 m
<b>APROXIMACIÓN INTERNA</b>										
Anchura								90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distancia desde el umbral								60 m	60 m	60 m
Longitud								900 m	900 m	900 m
Pendiente								2.5 %	2 %	2 %
<b>APROXIMACIÓN</b>										
Longitud del borde interior	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia ( a cada lado )	10 %	10 %	10 %	10 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %	15 %
Primera sección										
Longitud	1,600 m	2,500 m	3,000 m	3,000 m	2,500 m	3,000 m	3,000 m	3,000 m	3,000 m	3,000 m
Pendiente	5 %	4 %	3.33 %	2.5 %	3.33 %	2 %	2 %	2.5 %	2 %	2 %
Segunda sección										
Longitud						3,600 m <sup>b</sup>	3,600 m <sup>b</sup>	12,000 m <sup>b</sup>	3,600 m <sup>b</sup>	3,600 m <sup>b</sup>
Pendiente						2.5 %	2.5 %	3 %	2.5 %	2.5 %
Sección horizontal										
Longitud						8,400 m <sup>b</sup>	8,400 m <sup>b</sup>		8,400 m <sup>b</sup>	8,400 m <sup>b</sup>
Longitud total						15,000 m	15,000 m	15,000 m	15,000 m	15,000 m
<b>DE TRANSICIÓN</b>										
Pendiente	20 %	20 %	14.3 %	14.3 %	20 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %
<b>DE TRANSICIÓN INTERNA</b>										
Pendiente								40 %	33.3 %	33.3 %
<b>SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO</b>										
Longitud del borde interior								90 m	120 m <sup>e</sup>	120 m <sup>e</sup>
Distancia desde el umbral										
Divergencia ( a cada lado )								10 %	10 %	10 %
Pendiente								4 %	3.33 %	3.33 %

- Salvo q se indique de otro modo todas las dimensiones se miden horizontalmente.
- Longitud variable.
- Distancia hasta el extremo de la franja.
- Distancia hasta el extremo de pista, si esta distancia es menor.
- Cuando la letra de clave sea F la anchura se aumentara a 155 m.

## V.- SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS.



Define el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que pueda llevarse a cabo con seguridad las operaciones aeronáuticas.

Las superficies que limitan el espacio aéreo en proximidades de un aeropuerto son:

#### **V.1.- Zona de aproximación.-**

Área trapezoidal cuya protección en planta es una figura simétrica respecto al plano vertical que contiene el eje longitudinal de la pista.

Datos obtenidos de la tabla de dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de obstáculos se tiene lo siguiente:

Clave de referencia 4 – D

Pista de aproximación de precisión categoría I

**Superficie de aproximación:**

**Borde interior = 300 m.**

**Distancia desde el umbral = 60 m.**

**Divergencia cada lado = 15 %.**

**Longitud primera sección = 3,000 m.**

**Pendiente = 2 %.**

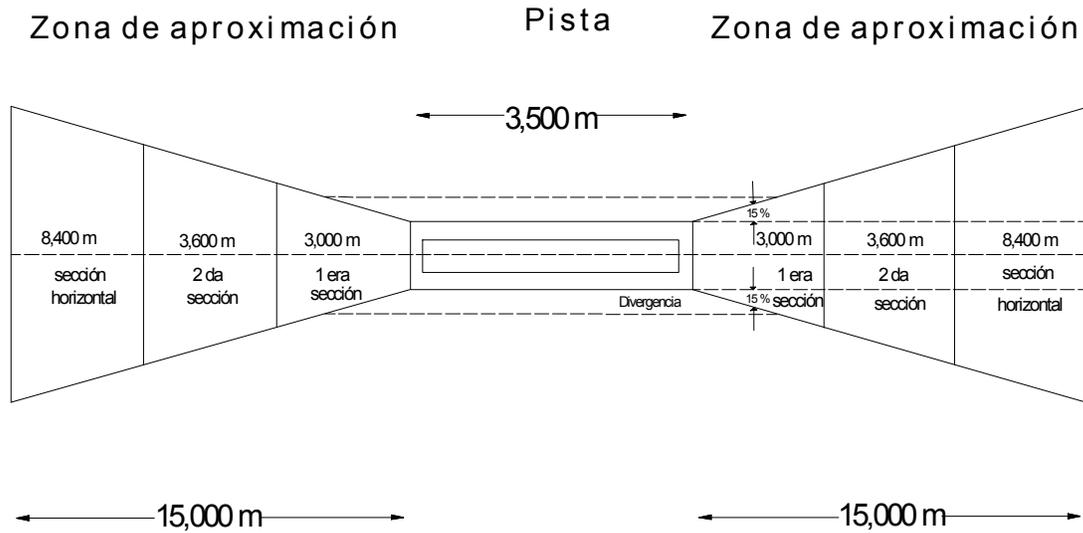
**Longitud segunda sección = 3,600 m.**

**Pendiente = 2.5 %**

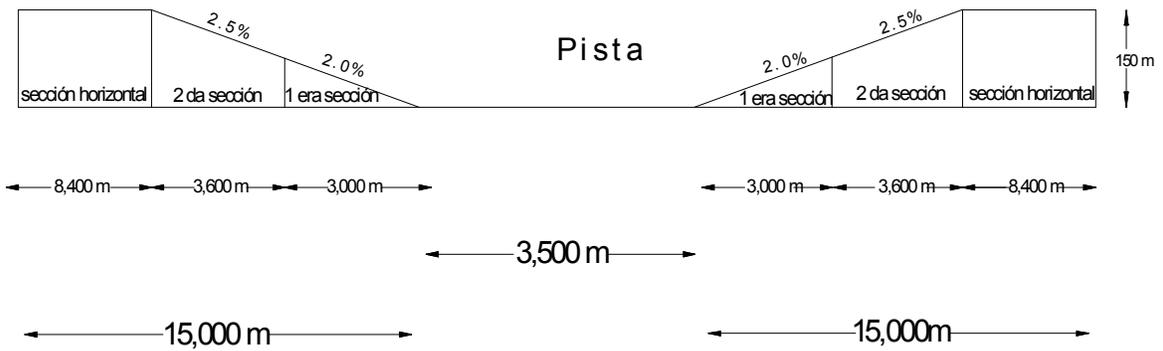
**Sección horizontal = 8,400 m.**

**Longitud total = 15,000 m.**

Las dimensiones y representaciones del área o zona se muestran en las siguientes figuras :



PLANTA



CORTE LONGITUDINAL

## V.2.- SUPERFICIE DE TRANSICIÓN.

De pendiente ascendente y hacia fuera, desde los borde u orillas de la franja de seguridad y de las orillas o bordes de la zona de aproximación, que se extiende con una pendiente variable hasta llegar a una altura de 45 m. sobre el nivel medio de la pista.

Número de clave	1	2	3	4	IFR
Pendiente excedente	20	20	14.3	14.3	14.3
Distancia calculada	225	225	315	315	315

Respecto a la grafica anterior y tomando el cuenta el número de clave del proyecto, no se rebasara la pendiente excedente que es de 20.

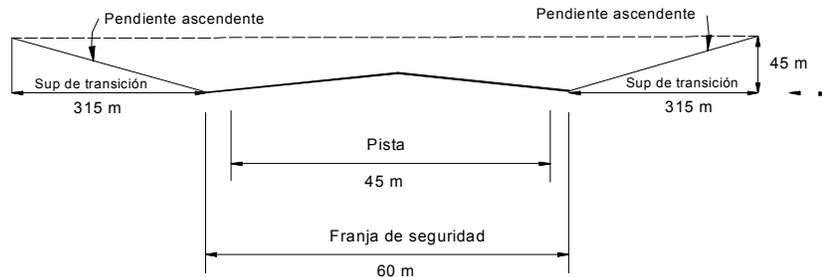
Por tablas de dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de obstáculos:

**Pendiente = 14.3 %**

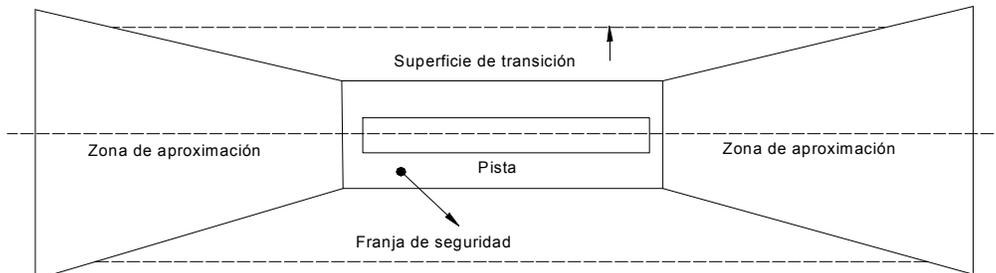
**Altura : 45 m.**

**Distancia =  $45 / 0.143 = 315$  m.**

CORTE TRANSVERSAL



PLANTA



### V.3.- SUPERFICIE HORIZONTAL INTERNA.

Área circular de radio variable teniendo como centro, el centro geométrico del aeropuerto, que es a su vez el centro geométrico de la pista y que se extiende a partir de una altura de 45 m, o sea, donde termina la superficie de transición.

Su función es la de proteger el espacio aéreo para el círculo visual dentro del cual la aeronave deba volar antes de aterrizar, posiblemente después de descender a través de las nubes sobre una instalación alineada con una pista destinada de la utilizada para el aterrizaje.

Número de clave	Radio (m)	Superficie calculada (km <sup>2</sup> )
1	2000	12.556
2	2500	19.63
3	4000	50.26
4	4000	50.26
IFR	4000	50.26

En base a la tabla anterior se obtuvo el radio y la superficie horizontal interna que respectivamente son : 50.26 km<sup>2</sup> y 4000 m.

Por tablas de dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de obstáculos :

Altura = 45 m.

Radio = 4000 m.

Superficie =  $\Pi (4 \text{ kms})^2 = 5027 \text{ km}^2$

### V.4.- SUPERFICIE CÓNICA.

Superficie de pendiente ascendente hacia fuera del 5 % que se extiende desde la superficie de la periferia de la superficie horizontal interna y hasta una altura variable de acuerdo al número de clave de pista.

Por tablas de dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de obstáculos :

Pendiente = 5 %.

Altura = 100 m.

Distancia =  $100 \% 0.05 = 2000 \text{ m.}$

**Superficie de aproximación interna.-** Porción rectangular de la superficie de aproximación inmediatamente anterior al umbral. Anchura = 120 m.

Longitud 900 m.

Distancia umbral = 60 m.

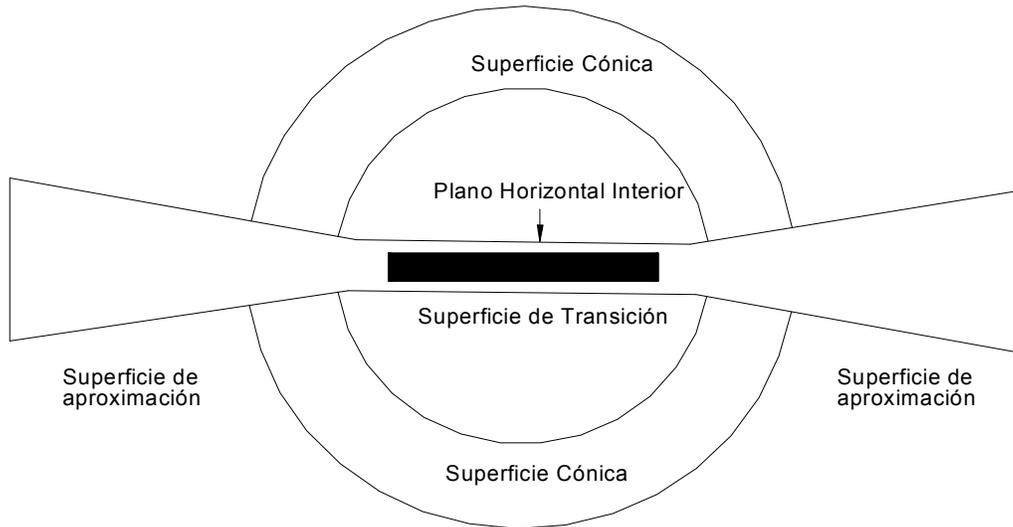
Pendiente = 2 %.

Altura =  $0.02 (90) = 18 \text{ m.}$

**Superficie de transición interna.-** Similar a la superficie de transición pero más próxima a la pista.  
Pendiente = 33.3 %.

**Superficie de aterrizaje interrumpida.-** Plano inclinado situado a una distancia especificada después del umbral, que se extiende entre las superficies de transición interna.

Borde interior = 120 m.  
Divergencia = 10 %.  
Distancia umbral = 1,800 m.  
Pendiente = 3.33 %.



## Superficie Cónica

## Pistas destinadas al despegue.

En las pistas destinadas al despegue se establecerá la siguiente superficie limitadora de obstáculos : Superficie de ascenso en el despegue. Las dimensiones de las superficies no serán inferiores a las que se especifican en la siguiente tabla salvo que podrá adoptarse una longitud menor para la superficie de ascenso en el despegue cuando dicha longitud sea compatible con las medidas reglamentarias adoptadas para regular el vuelo de salida de los aviones.

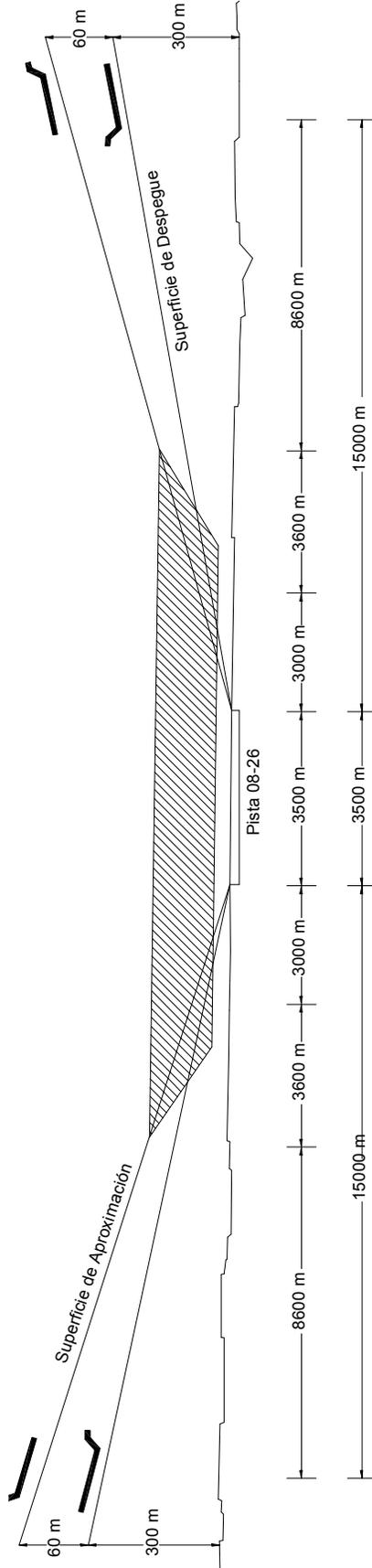
### Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

#### Pistas destinadas al despegue

Superficies y dimensiones	1	Número de 2	Clave 3 o 4
de ascenso en el despegue			
Longitud del borde interior	60 m	80 m	180 m
Distancia desde el extremo de la pista <sup>b</sup>	30 m	60 m	60 m
Divergencia ( a cada lado )	10 %	10 %	12.5 %
Anchura final	380 m	580 m	1,200 m 1,800 m <sup>c</sup>
Longitud	1,600 m	2,500 m	15, 000 m
Pendiente	5 %	4 %	2 % <sup>d</sup>

a. Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente.  
b. superficie de ascenso en el despegue comienza en el extremo de la zona libre de obstáculos si la longitud de esta excede de la distancia especificada.  
c. 1 800 m cuando la derrota prevista incluya cambios de rumbo mayores de 15° en las operaciones realizadas en IMC, o en VMC durante la noche.

# Superficie limitadora de obstáculos



# Corte longitudinal

## **VI.- ESTUDIO DE LOS VIENTOS**

### **VI.1.- METEOROLOGÍA AERONÁUTICA.**

La finalidad de la aviación moderna es la de volar siempre que se quiere, y por ese efecto la utilización de la meteorología es más compleja, que la elaboración de un pronóstico: Su papel es eminentemente operacional. La información meteorología usada con apoyo específico para las operaciones aéreas esta concentrado en los pronósticos de ruta y los del aeródromo. Los pronósticos del aeródromo preparados básicamente para el aterrizaje informan la variación prevista de los parámetros meteorológicos aeronáuticos, que se recaba en la red de estaciones meteorológicas que existen en los aeropuertos complementando sus datos con los meteorológicos oficiales.

#### **VI.1.2.- ESTUDIOS METEOROLÓGICOS PARA PROYECTOS DE AEROPUERTOS.**

Básicamente analiza datos estadísticos de fenómenos atmosféricos ocurridos en el lugar de estudio. Fenómenos para el caso de aeropuertos: viento, temperatura, lluvia, humedad, techo, visibilidad.

Cuyos datos son recopilados por estaciones meteorológicas instalados en sitios apropiados.

#### **Estaciones meteorológicas.**

##### **Localización.**

Las estaciones deberán instalarse lo más cerca de nuestro aeropuerto. Para establecer la estación se debe cumplir con lo siguiente:

1. Sitio más elevado del área de estudio.
2. Lo más cercano a la pista o pistas propuestas.
3. Que no sea un lugar inaccesible.
4. Sitio despejado, donde se pueda captar la mayor parte de la lluvia y el viento.

##### **Instalación y funcionamiento.**

La estación debe protegerse con un cercado de malla de alambre de 2.00 m. de altura. La SCT compuesta de aparatos registradores de medición directa.

Equipo que forma las estaciones:

Anemocinemógrafo.- Registra direcciones y velocidad del viento.

Hidrotermógrafo.- Registra temperatura y humedad relativa.

Pluviógrafo.- Registra volúmenes de precipitación.

Proyector de techo.- Ayuda a estimar la altura de las nubes.

## VI.2.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

1. Humedad relativa.- Nos da porcentaje de saturación por medio de registros anuales y mensuales.
2. Lluvias.- Lecturas horarias en mm. por diarios de intensidades.
3. Temperaturas.- Lecturas horarias en °C.
4. Techos y visibilidad.- Registros mensuales.

Las aeronaves pueden maniobrar en vientos transversales de una velocidad máxima de 30 nudos, pero es difícil hacerlo y se tendrán que usar valores inferiores. La OACI especifica que las pistas deben orientarse que tengan coeficiente de utilización del 95 % como mínimo. Al aplicar el coeficiente de utilización del 95 %, debería suponerse que en circunstancias normales, impiden el aterrizaje o despegue de un avión una componente transversal del viento exceda de:

1. 37 km/hr (20 nudos) aviones longitud referencia es 1,500 m. o más.
2. 24 km/hr (13 nudos) LCR de 1,200 m. o mayor pero inferior a 1,500 m.
3. 19 km/hr (10 nudos) LCR 1,200 m.

Hay algunos factores que pueden exigir que se tome en cuenta una reducción de sus valores máximos en un aeródromo.

Se encuentran los siguientes:

- 1.- Las diferencias de manejo y valores máximos admisibles.
- 2.- La procedencia y naturaleza de las ráfagas.
- 3.- La procedencia y naturaleza de las turbulencias.
- 4.- La disponibilidad de la pista secundaria.
- 5.- La anchura de las pistas.
- 6.- Las condiciones de las superficies de las pistas.
- 7.- La fuerza de los Vientos.

## VI.3.- ANÁLISIS DE VIENTO.

Se realiza a través de la rosa de vientos, representada gráficamente de la forma que inician los vientos en el lugar de estudio componiéndose el análisis de rosa de vientos directos y cruzados. Además por lo general se usan las 16 direcciones.

De la rosa de vientos, se conocen datos importantes como:

- 1.- De velocidades de los vientos deducimos posibilidades de emplazamientos en los aeropuertos.
- 2.- Los vientos reinantes darán la dirección de la pista de utilización más frecuente.
- 3.- Las condiciones que exigen en los aeropuertos, son de operar en direcciones que las componentes de vientos por males a la dirección del avión sea como de 9 km/hr en aeropuertos pequeños y de 20 km/hr a 36 km/hr en el resto de los aeropuertos.

### VI.3.1.- CÁLCULO DE LA ROSA DE VIENTO

- 1.- De los datos obtenidos del anemocinemógrafo se anotan en tablas de hojas de direcciones y velocidades.
- 2.- Clasificamos y seleccionamos los datos anteriores respecto a las siguientes direcciones:

N	Norte
NNE	Nornoreste
NE	Noreste
E	Este
ESE	Estesureste
SE	Sureste
SSE	Sursureste
S	Sur
SSW	Sursuroeste
SW	suroeste
WSW	Oestesuroeste
W	Oeste
WNW	Oestenoroeste
NW	Noroeste
NNW	Nornoroeste

Clasificándolos de acuerdo a su velocidad:

Velocidad km/hr	Dominación	Velocidad nudo o mph
0 - 4.8	Calmas	0 – 2.6
4.9 – 24	Rango I	2.7 – 13
24.1 – 48.3	Rango II	13 – 26
48.3 – adelante	Rango III	26 – adelante

- 3.- Sacamos un total de lo anterior y se hacen las sumas correspondientes.
- 4.- El total de las lecturas de cada dirección y velocidad de vientos.
- 5.- Obtendremos el cálculo de un factor de porciento unitario sacando el reciproco del total de las lecturas y multiplicando por 100.

6.- Con estos resultados se esta en posibilidad de dibujar las gráficas de la rosa de vientos, tanto directos como cruzados.

RUMBO	RANGO I		RANGO II		RANGO III		SUMATORIA	
	N. L.	%	N. L.	%	N. L.	%	N. L.	%
N	452	6.84	35	0.53	8	0.12	495	7.49
NNE	213	3.22	2	0.03	0	0	215	3.25
NE	134	2.03	5	0.08	0	0	139	2.10
ENE	276	4.18	8	0.12	4	0.06	288	4.36
E	581	8.79	18	0.27	8	0.12	607	0.19
ESE	322	4.87	4	0.06	3	0.05	329	4.98
SE	130	1.97	1	0.02	0	0	131	1.98
SSE	91	1.38	1	0.02	1	0.02	93	1.41
S	108	1.63	4	0.06	0	0	112	1.70
SSW	47	0.56	3	0.05	0	0	40	0.61
SW	29	0.44	9	0.14	1	0.02	39	0.59
WSW	47	0.71	8	0.12	1	0.02	56	0.85
W	114	1.73	11	0.17	4	0.06	129	1.95
WNW	113	1.71	17	0.26	3	0.05	133	2.01
NW	83	1.26	7	0.11	1	0.02	91	1.38
NNW	83	1.26	17	0.26	1	0.02	101	1.53
<b>SUMATORIA</b>	<b>2813</b>	<b>42.58</b>	<b>150</b>	<b>2.17</b>	<b>35</b>	<b>0.53</b>	<b>2,998</b>	<b>45.38</b>
<b>CALMAS</b>							<b>3,609</b>	<b>54.62</b>
N.T.L.							<b>6,607</b>	<b>100.00</b>

N.L. = Número de lecturas en que el viento sopla en cada rango y en cada dirección.

N.T.L.= Número total de lecturas registradas

% = Porciento en que el viento sopla en cada rango y en cada dirección.

Sumatoria

F.C. = Facto de conversión

RANGOS DE VIENTOS

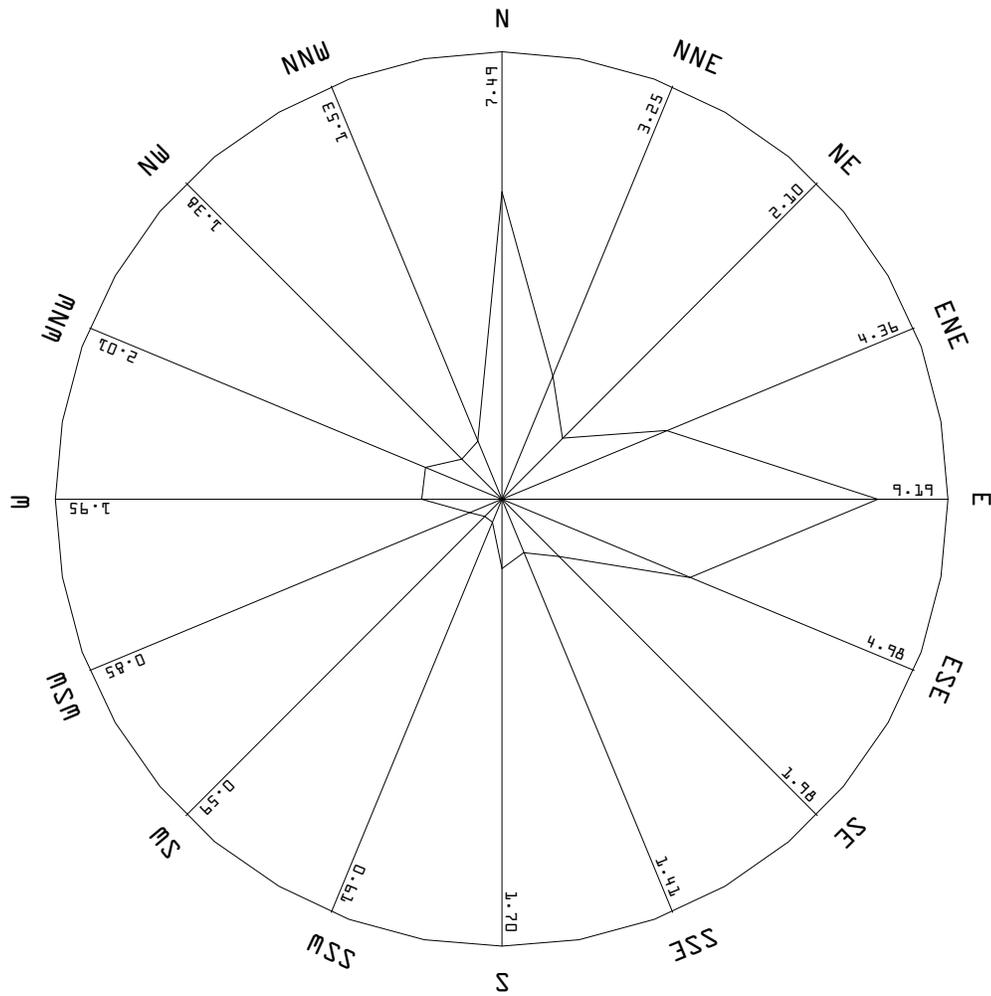
CALMAS = C = 0 a 2.6 nudos o MPH= 0 a 4.8 KPH

RANGO I = 2.7 a 13 nudos o MPH= 4.9 a 24 KPH

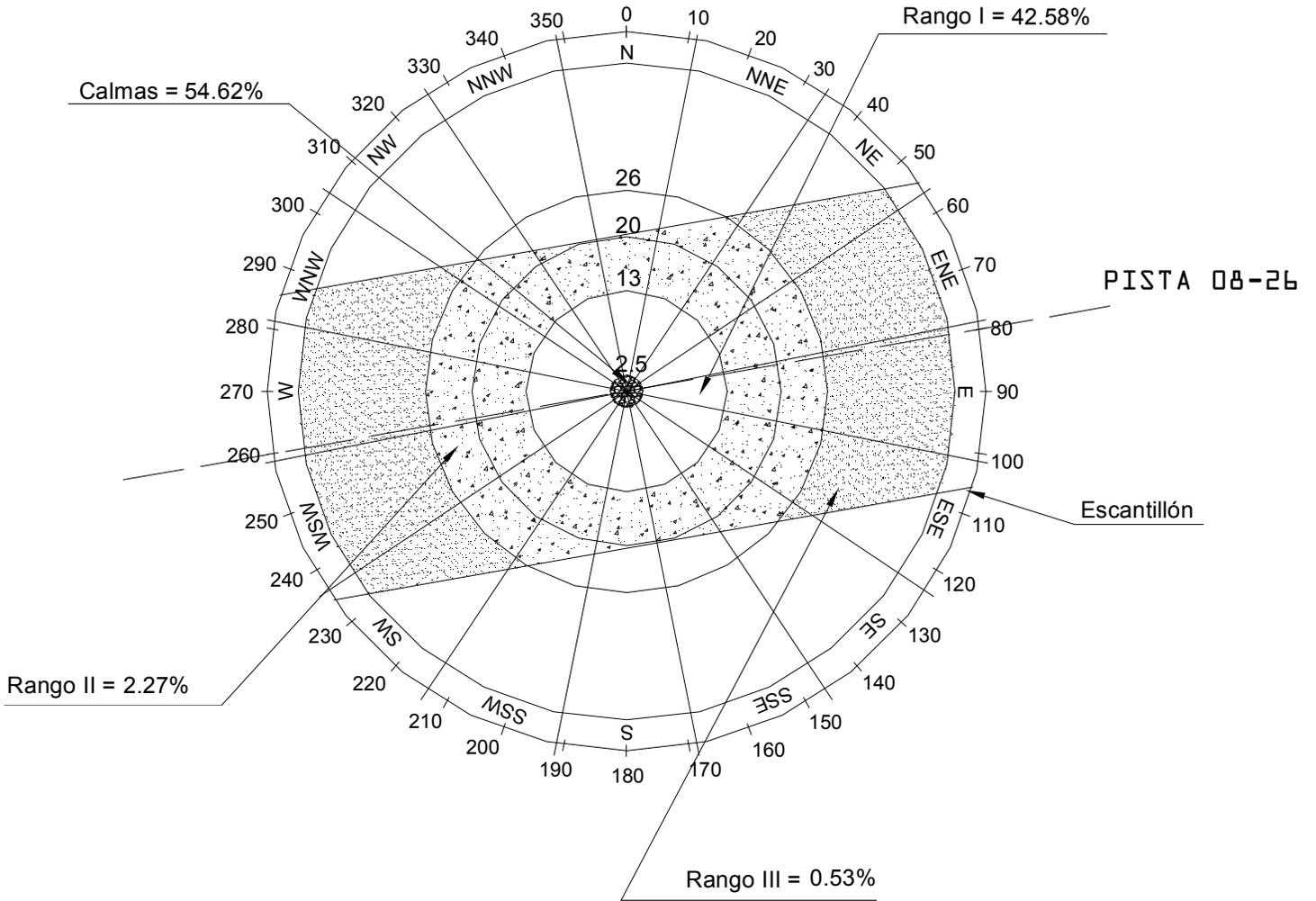
RANGO II =13.1 a 26 nudos o MPH=24.1 a 48.3KPH

RANGO III = Mas de 26 nudos o MPH = Mas de 48.3 KPH

# ROSA DE VIENTOS DIRECTOS



# ROSA DE VIENTOS CRUZADOS



## VI.4.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE LA PISTA Y EL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.

### Procedimiento para elaborar la rosa de vientos.

1.- Cálculo de los porcentajes de tiempos que el viento sopla en una determinada dirección y en cada uno de los rangos según sean los signos.

- a) Si la observación es mayor a un año, determinamos un coeficiente unitario o de conversión multiplicada por 100.

$$F = 100 \left( \frac{1}{NL} \right) =$$

- b) El porcentaje de tiempo que sopla el viento en una dirección en cada uno de los cuatro rangos se obtiene multiplicando número total de lecturas en cada dirección y en cada rango por el coeficiente unitario o de conversión.

2.- Para los porcentajes se hace la suma de cada uno de los rangos en sus diferentes direcciones. Con los porcentajes se constituye la rosa de vientos reinantes y sirve para la orientación inicial de la pista.

3.- Cálculo del número de pista. En función de la orientación de la pista, calculamos el número de la misma, se calcula así:

Número de pista igual número de sector  $(22.5) 11.25 + 180 =$

Se toman las dos primeras cifras y se obtiene el primer número de la fórmula y con estas dos cifras obtenemos el número de pista si se pasan  $360^\circ$  se restaran los mismos  $360^\circ$ .

El número de pista la trazamos en la línea de eje de la pista en la rosa de vientos cruzados.

4.- Trazo de vientos dominantes o directos así:

- a) Trazamos ejes cardinales: N, S; E; W.  
b) Asiendo circunferencias y partiendo del centro trazamos clasificación de vientos de acuerdo a la velocidad en las calmas, rangos I, rangos II, rangos III.  
c) Partiendo del número marcamos variaciones de  $10^\circ$  en  $10^\circ$  hasta completar  $360^\circ$  de la circunferencia.  
d) Marcamos los 16 sectores radiales de  $22.5^\circ$ .

5.-Calculamos coeficiente de utilización así:

- a) En Función del número de pista la localizamos con línea de eje.
- b) Trazamos un escantillón en función de vientos transversales que cubrimos paralelos a la pista.
- c) Marcados en la rosa de vientos y cada sector los porcentajes de tiempo, donde el viento sopla en cada dirección y rango.
- d) Cálculo coeficiente de utilización sumando porcentajes de tiempo que soplan en cada dirección y rango y que queden comprendidos en el escantillón por los vientos normales a la dirección del eje de la pista.

## COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

Rumbo	Rango I	%	Resultado	Rango II	%	Resultado
N	0.53	0.5	0.27	0.12	0	0.00
NNE	0.03	0.7	0.02	0	0	0.00
NE	0.08	1	0.08	0	0	0.00
ENE	0.12	1	0.12	0.06	1	0.06
ENE	0.27	1	0.27	0.12	1	0.12
ESE	0.06	1	0.06	0.05	0.8	0.04
SE	0.02	0.7	0.01	0	0	0.00
SSE	0.02	0.5	0.01	0.02	0	0.00
S	0.06	0.5	0.03	0	0	0.00
SSW	0.05	0.7	0.04	0	0	0.00
SW	0.14	1	0.14	0.02	0.07	0.01
WSW	0.12	1	0.12	0.02	1	0.02
WSW	0.17	1	0.17	0.06	1	0.06
WNW	0.26	1	0.26	0.05	0.08	0.04
NW	0.11	0.7	0.08	0.02	1	0.02
NNW	0.26	0.5	0.13	0.02	0	0.00
SUMATORIA			1.81			0.37

CALMAS=	54.62
RI=	42.58
RII=	1.81
RIII=	0.37
C.U.=	99.38%

C..U. = 99.38% > 95%

**SE REQUIERE SOLO UNA PISTA**

## VII.- CALLES DE RODAJE, APARTADEROS DE ESPERA Y PLATAFORMAS.



## **Definiciones:**

**Calle de rodaje.-** Superficie que sirve para permitir el movimiento rápido y seguro de las aeronaves que aterricen o despeguen en la pista.

**Calle de salida rápida.-** Calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo agudo proyectada para los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que en las calles de rodaje.

**Calle de rodaje en plataforma.-** Situada en una plataforma proporciona itinerario directo o para acceso a puesto de estacionamiento.

**Calle de rodaje al puesto de estacionamiento.-** Parte de plataforma designada o calle de rodaje destinada a proporcionar acceso sólo a los estacionamientos.

## **Consideraciones en la planificación de calles de rodaje.**

- a) Los itinerarios seguidos por las aeronaves, deberían conectar los diversos elementos de un aeródromo utilizando la distancia más corta y de este modo se reduce al mínimo el tiempo de rodaje y su costo.
- b) Itinerarios más sencillos posibles, para evitar instrucciones complicadas y evitar confusiones al piloto.
- c) Lo más posible recorridos en línea recta. Cuando sean necesarios los cambios, habrá radios de curvatura adecuados, de ser posible para permitir el rodaje a máxima velocidad posible.
- d) Evitar cruzar las pistas para evitar que ocurran demoras en el rodaje.
- e) Las calles de rodaje deberían tener unidireccionales como sea posible para reducir el tránsito y las demoras.
- f) Deberían planificarse a modo que se logre máxima duración en servicios de cada componente.
- g) Los sistemas de calle de rodaje sólo funcionarían tanto como sus componentes menos adecuados.

## VII.- CALLES DE RODAJE.

### Trazado.

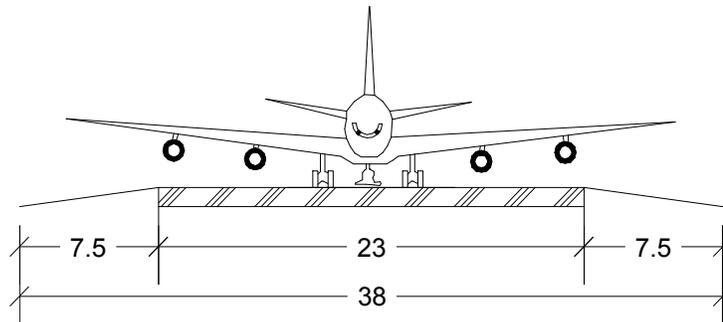
- a) En los itinerarios se deberían evitar las áreas donde las personas tengan fácil acceso a las aeronaves.
- b) Se deberían planificar los trazados para evitar que causen interferencias a las ayudas para la navegación.
- c) Todo lo relacionado con las calles de rodaje deberían ser visibles desde la torre de control de aeronaves para así vigilar las partes oscuras de estas calles.
- d) Atenuarse los efectos del chorro de gases que provienen de los motores de las aeronaves adyacentes a las calles de rodaje.

Nota .- Si el extremo de una pista no tiene calle de rodaje, si es posible ampliar el pavimento en el extremo de la pista para evitar virar en redondo.

### Especificaciones.

#### Anchuras de las calles de rodaje.

Toma en cuenta la separación que debe tener entre el extremo exterior de la rueda del tren de aterrizaje principal y el borde de una calle de rodaje. Como se ilustra en el siguiente dibujo y tabla:



Donde :

Calle de Rodaje	23.00 m
Margen	38.00 m

Para este proyecto se usaran los valores de la tabla siguiente para una clave de pista 4 – D

ESPECIFICACIONES DE CALLES DE RODAJE. TABLA 003-A							
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		A	B	C	D	E	
Anchura Mínima de :	Pavimento de calle de rodaje	7.5 m	10.5 m	18 m <sup>a</sup>	23 m <sup>c</sup>		
	Pavimento de calle de rodaje			15 m	18 m		
	Y de margen			25 m	38 m		
	Franja de calle de rodaje	27 m	39 m	57 m	85 m	93 m	
	Parte nivelada de franja de calle de rodaje	22 m	25 m	25 m	38 m	44 m	
Margen mínimo de separación entre la rueda exterior del tren de aterrizaje principal y el borde de la calle de rodaje		1.5 m	2.25 m	4.5 m <sup>a</sup>	4.5 m	4.5 m	
				3 m <sup>b</sup>			
Distancia mínima de separación entre el eje de una calle de rodaje y el :	Eje de una pista de vuelo por instrumentos número clave :	1	82.5 m	87 m			
		2	82.5 m	87.5 m			
		3			168 m	176 m	
		4				176 m	180 m
	Eje de una pista que no sea de vuelo por instrumentos número clave :	1	37.5 m	42 m			
		2	47.5 m	52 m			
		3			93 m	101 m	
		4			101 m	101 m	105 m
	Eje de calle de rodaje Objeto		21 m	31.5 m	46.5 m	68.5 m	76.5 m
		Calle de rodaje	13.5 m	19.5 m	28.5 m	42.5 m	46.5 m
		Calle de acceso al puesto de Estacionamiento de aeronaves	12 m	16.5 m	24.5 m	36 m	40 m
	Pendiente longitudinal Máxima de la calle de rodaje	Pavimento	2 %	3 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %
Variación de la pendiente		1%X25 m	1%X25 m	1%X30 m	1%X30 m	1%X30 m	
Pendiente transversal máxima de la calle de rodaje	Pavimento de la calle de rodaje	2 %	2 %	1.50 %	1.50 %	1.50 %	
	Parte nivelada de la franja de la calle de rodaje : pendiente ascendente	3 %	3 %	2.50 %	2.50 %	2.50 %	
	Parte nivelada de la franja de la calle de rodaje : pendiente descendente	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	
	Parte nivelada de la franja de la calle de rodaje : pendiente ascendente	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	
Radio mínimo de la curva vertical longitudinal		2500 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	
Alcance visual mínimo de la calle de rodaje		Desde 150 m X encima de 1.5 m	Desde 200 m X encima de 2 m	Desde 300 m X encima de 3 m	Desde 300 m X encima de 3 m	Desde 300 m X encima de 3 m	

a.- Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m.

b.- Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas inferior a 18 m.

c.- Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas cuya distancia entre las ruedas del tren de aterrizaje principal sea igual o inferior a 9 m.

d.- Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas cuya distancia entre las ruedas del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m.

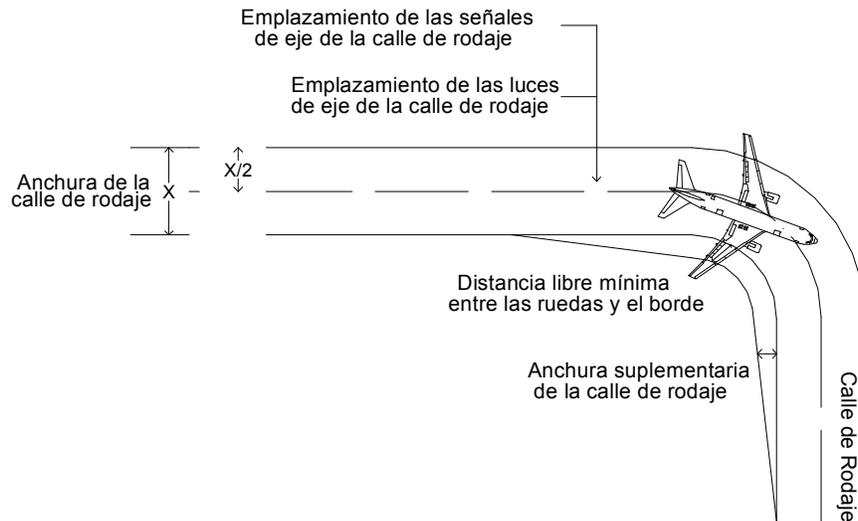
e.- Calle de rodaje que no sean calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves.

## Curvas de las calles de rodaje.

Los cambios de dirección no deberían ser numerosos ni pronunciados, pues impedirá que las ruedas de las aeronaves en rodaje se salgan del pavimento, de lo contrario se ensancharan las calles de rodaje para asegurar la distancia de separación de rueda.

Los radios de las curvas están en función de la capacidad de maniobra y las velocidades de rodaje normales de las aeronaves. La siguiente tabla muestra los valores de los radios de curvatura.

Velocidades de las aeronaves en función del radio de curvatura Tabla 003-10	
Velocidad Km/hr	Radio de la Curva m.
16	15
32	60
48	135
64	240
80	375
96	540



La figura muestra un ejemplo de ensanche de una calle de rodaje para obtener las distancias libres entre ruedas y borde especificadas para las curvas de las calles de rodaje.

## Curvas en las calles de rodaje.

### Distancias mínimas de separación las calles de rodaje.

La distancia de separación entre una calle de rodaje, por una parte y el eje de una pista, el eje de calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no debería ser inferior a la indicada en la tabla.

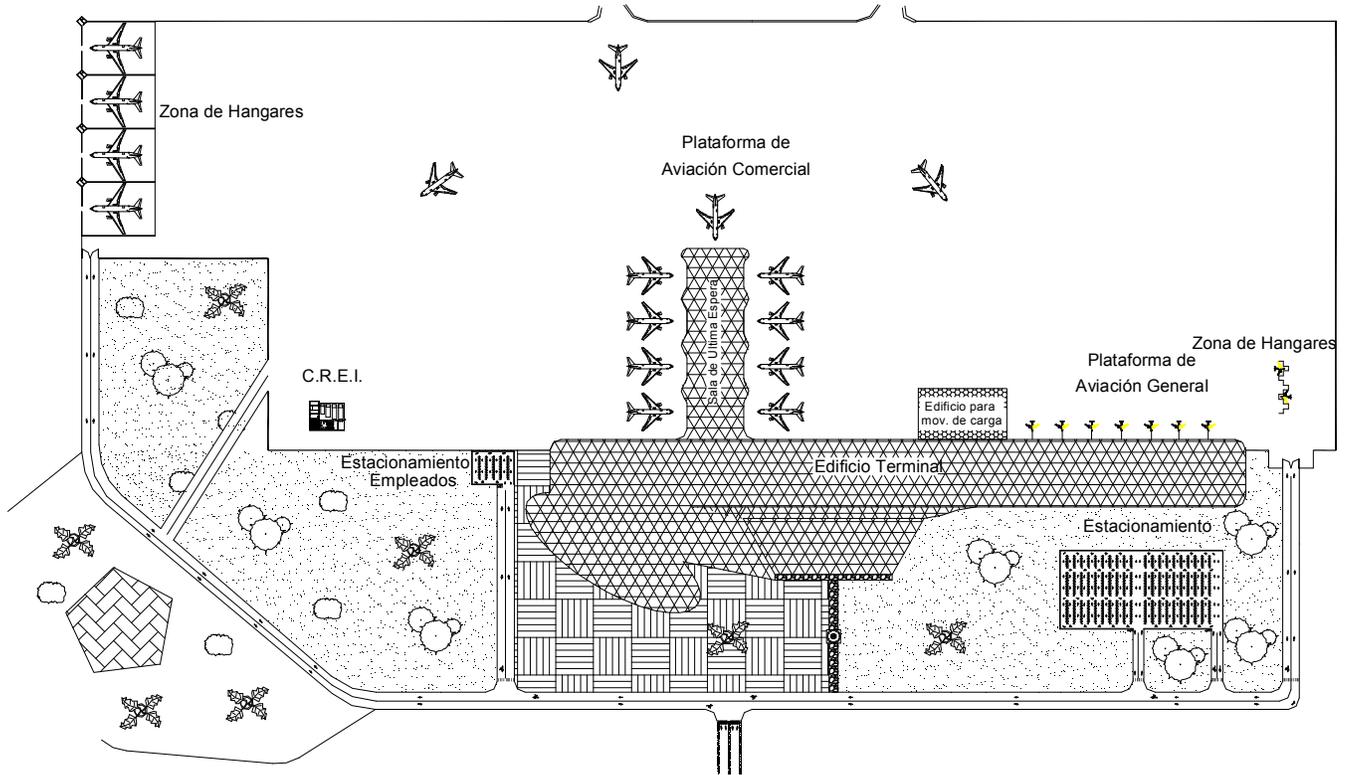
- Eje de una pista de vuelo: 176.00m
- Eje de calle de Rodaje: 68.50m
- Objeto: 42.50m
- Calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronave: 36.00m

### Trazado de las Calles de Rodaje

- Los itinerarios de las calles de rodaje deberían evitar las áreas en las que el público pueda tener fácil acceso a las aeronaves.
- Los trazados de las calles de rodaje deberían estar planificados de manera que las aeronaves en rodaje o los vehículos terrestres que utilicen las calles de rodaje, no causen interferencia a las ayudas para la navegación.
- Todas las partes de sistema de calles de rodaje deberían ser visibles desde la torre de control de aeronaves.
- Deberían de atenuarse los efectos del chorro de gases procedentes de los motores de reacción en las áreas adyacentes a las calles de rodaje, estabilizando los suelos sin cohesión e instalado, donde sea necesario, poner barreras para proteger a las personas o a las estructuras.

LETRA CLAVE	Radio de la Curva m.
A	1.5 m
B	2.25 m
C	3 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m 4 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18m
D	4.5 m

“PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE LA COMARCA LAGUNERA”



## **Pendientes de las Calles de Rodaje.**

El objetivo de las pendientes es la de evacuar el agua y para esto se prevé de lo siguiente:

Pendientes longitudinales  
Pendientes transversales  
Distancia visible

### **Pendiente longitudinal.**

Sino es posible evitar un cambio de pendiente en calles de rodaje, se hace en una superficie donde la curva no exceda de :

1 % por cada 30 m. (radio mínimo de curvatura 3000 m) si letra clave C, D o E.  
1 % por cada 30 m. (radio mínimo de curvatura 2500 m) si letra clave A o B.

**Este proyecto tendrá 1 % de pendiente longitudinal.**

### **Pendiente transversal.**

Suficiente para impedir acumulaciones de agua y no exceder de :

1.5 % letra clave C, D o E.  
2 % letra clave A o B.

**La pendiente transversal será de 1.5 % por ser letra de calve D.**

### **Distancia visible.**

Al no evitar cambio de pendiente el cambio debería de ser:

3 m. sobre la calle de rodaje, se vea toda la superficie hasta una distancia por lo menos 300 m. si letra clave C, D o E.

2 m. sobre la calle de rodaje, se vea toda la superficie hasta una distancia por lo menos 200 m. si letra clave B.

1.5 m. sobre la calle de rodaje, se vea toda la superficie hasta una distancia por lo menos 150 m. si letra clave A.

**Con base a lo anterior, el cambio será de 3 m. sobre calle de rodaje.**

Las anteriores sólo validas para calles de rodaje con excepción de calles de acceso al puesto de estacionamiento que es 1 % como máximo.

**Resistencias de las calles de rodaje.-** Son los esfuerzos que resiste el pavimento de las calles de rodaje.

**Superficies de las calles de rodaje.-** No deben tener irregularidades que puedan causar daños a los aviones.

**Franjas de las calles de rodaje.-** Previene que los motores de reacción sobresaliendo en voladizo más allá del borde de la pista absorban piedras u otros objetos que produzcan daños al motor y prevenir erosión del área adyacente a la calle de rodaje.

En la tabla 003-A se indica la anchura del margen de la calle de rodaje.

Se considera como apropiado 10.5 m de margen de anchura de ambos lados de la calle de rodaje cuando sea E.

La anchura del margen de la calle de rodaje esta basada en la aeronave más critica en servicio actual.

Se considera una anchura de 38.00 m en ambos lados es apropiada para calle de rodaje letra calve D.

Suponiendo que motores exteriores de la aeronave crítica, que utiliza la calle de rodaje, no sobrepase 30 m.

**De acuerdo a la clave de referencia el margen de la calle de rodaje es de 38.00**

**Margen de las calles de rodaje.-** Zona que incluye una calle de rodaje destinada a proteger a las aeronaves que estén operando y si sale de la pista reduce el riesgo de accidente.

En la tabla 003-9 indica la anchura de la calle de rodaje.

La superficie del margen a continuación de la calle de rodaje debería estar nivelada con la superficie de la calle de rodaje, en tanto que la superficie de la franja debería estar nivelada con el borde de la calle de rodaje o el margen, si es proporcional.

**De acuerdo a la clave de referencia de 4 d, la franja será de 87 m como mínimo.**

## SALIDAS DE ALTA VELOCIDAD.

- a) Su función es reducir al mínimo el tiempo de ocupación de las pistas por las aeronaves que aterrizan en la pista. Teóricamente se pueden citar para que sirvan mejor a cada tipo de aeronave que utilice la pista.
- b) Debe permitir que una aeronave salga de la pista sin restricción hasta un punto situado fuera de la pista, y así permitirle hacer otra operación en pista.
- c) Puede estar en ángulo recto o agudo con la pista. En ángulo recto la aeronave tiene que desacelerar a velocidades muy bajas antes de efectuar el viraje de salida de la pista. En ángulo agudo es lo contrario pues permite tomar las calles de salida rápida en altas velocidades, reduciendo así el tiempo necesario de ocupación de la pista y aumenta la capacidad de la misma.
- d) Una sola entrada de pista en el extremo es suficiente para atender los despegues. Pero si los volúmenes de tránsito son muy altos se deben considerar apartaderos de espera o entradas a la pista.

### Cálculo de calle de salida rápida.

El cálculo de la distancia del umbral de la pista al punto de salida de calle de rodaje.

$$D = d_1 + d_2$$

Donde :

D = Distancia del umbral de la pista al punto tangencia.

$d_1$  = Distancia del umbral de la pista al punto toma de contacto, de acuerdo a los siguientes grupos:

$d_1$ (mts)	Grupo
300	A
400	B
450	C
500	D

$d_2$  = Distancia del punto de toma de contacto al punto de tangencia entre el eje de la pista y el eje la calle de rodaje, se calcula así :

$$d_2 = \frac{(V_1)^2 - (V_2)^2}{2a}$$

Donde:

$V_1$  = Velocidad de toma de contacto, considerándose 50, 61, 72, 85 m/s para las categorías A, B, C, D de aeronaves respectivamente.

$V_2$  = Velocidad de salida de la pista. Al respecto:

Existen algunas diferencias de opinión con respecto a la velocidad a la que los pilotos utilizan las calles de salida rápida. Aún cuando se han inferido de ciertos estudios que estas calles de rodaje se utilizan normalmente a la velocidad no superiores a los 46 km/hr e incluso en algunos casos a velocidades inferiores cuando existan malas condiciones de frenado o fuertes vientos de costa, mediciones efectuadas en otros aeródromos han demostrado que se utilizan a velocidades superiores a 92 km/hr, con pistas secas. Por razones de seguridad se ha tomado como referencia la velocidad de 93 km/hr, para determinar los radios de curvatura y partes rectas adyacentes de las calles de rodaje de salida rápida. Si número clave 3 o 4, sin prejuicio de la velocidad de cálculo que el planificador puede elegir para establecer los lugares óptimos de salida de la pista.

$a$  = La OACI recomienda una desaceleración de  $1.25 \text{ m/s}^2$  y la FAA aconseja  $1.50 \text{ m/s}^2$ .

$$D = d_1 + d_2$$

$$d_2 = \frac{(v_1)^2 - (v_2)^2}{2a}$$

$$d_1 = 450 \text{ m.}$$

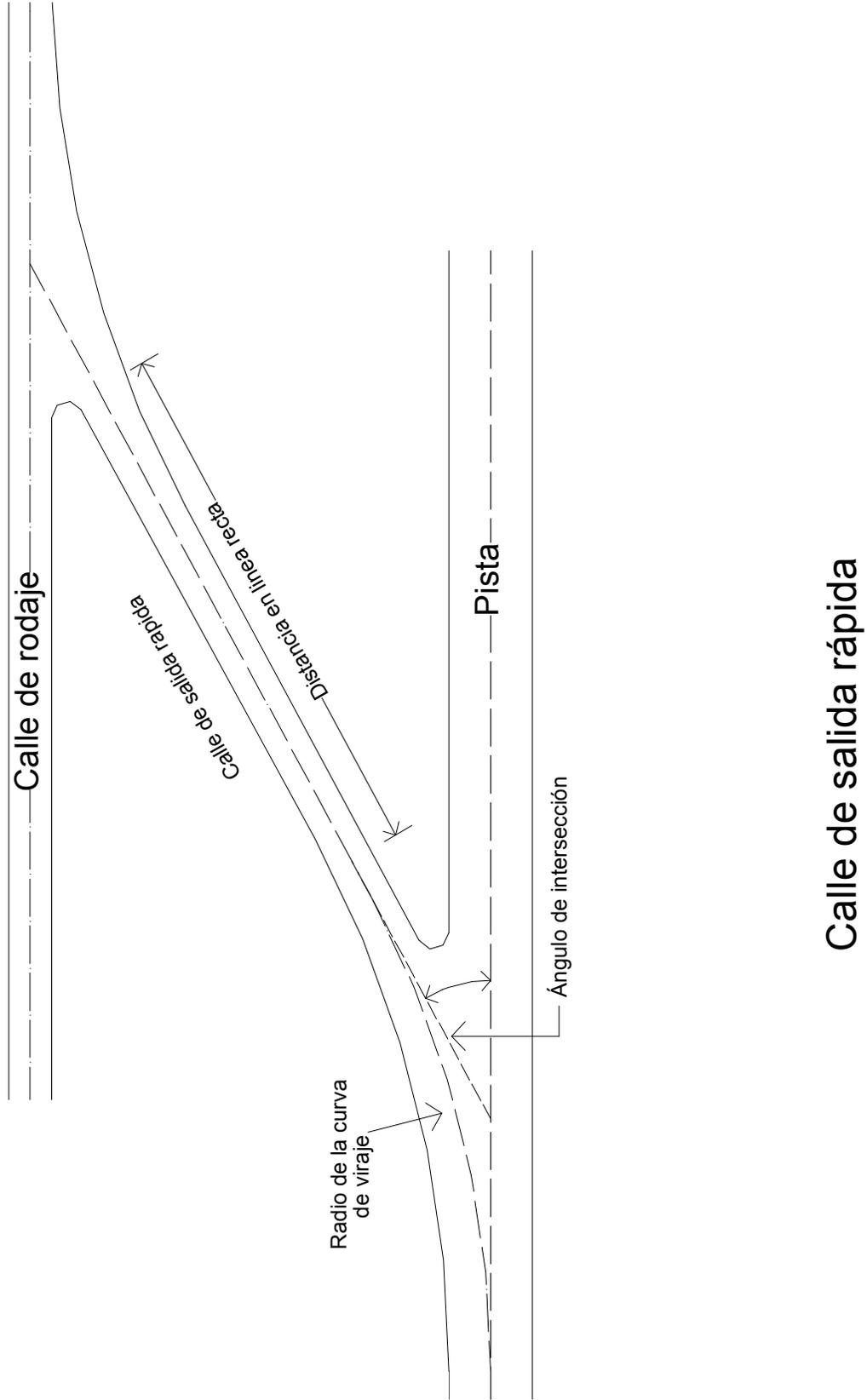
$$d_2 = \frac{(72)^2 - (24)^2}{2(1.5)} = 1536 \text{ m}$$

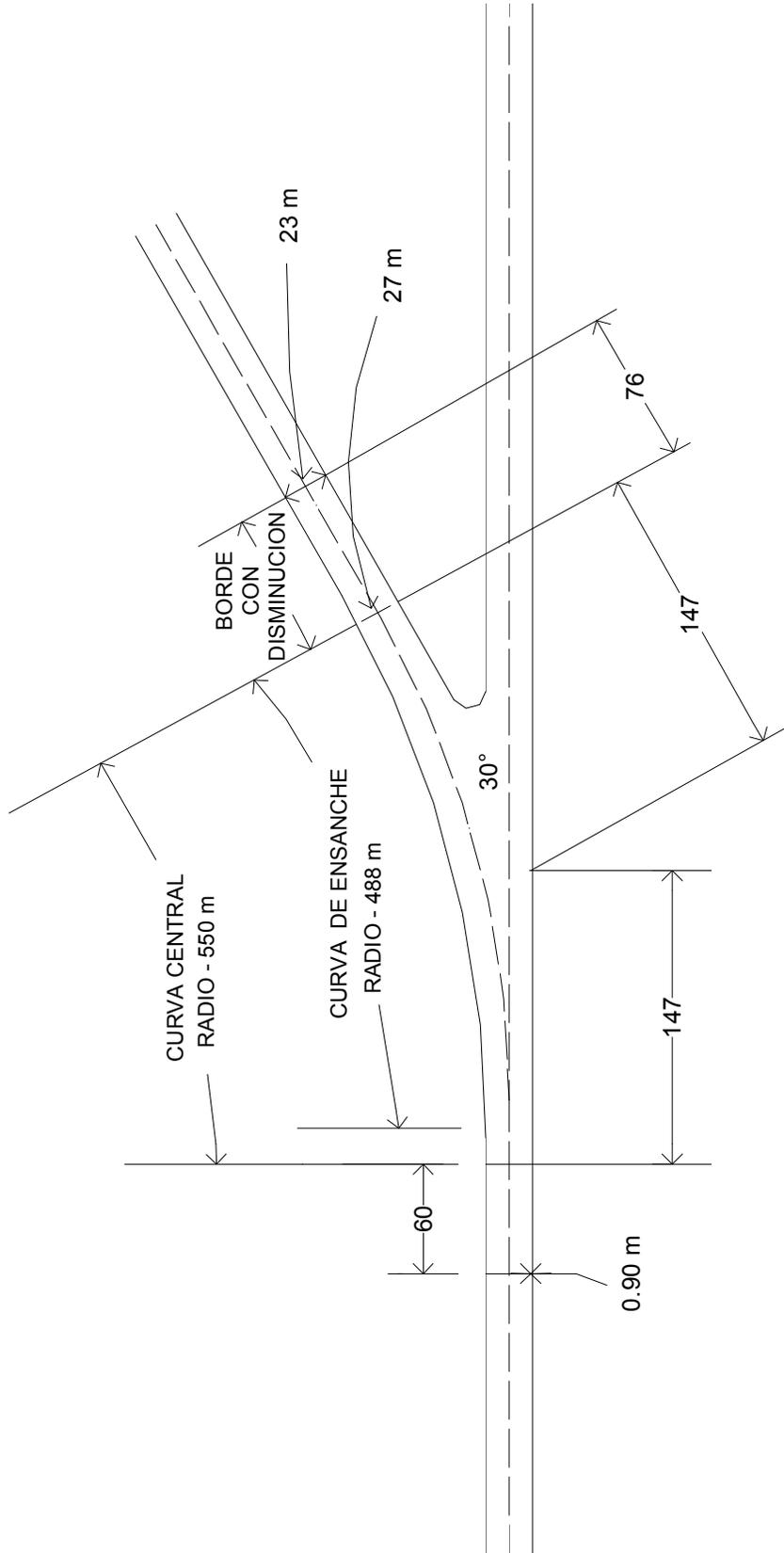
$$D = 450 + 1536 = 1986 \text{ m} \approx 2000 \text{ m.}$$

**Por lo tanto, la distancia del umbral de la pista al punto de salida será de 2000 m.**

Para determinar la distancia desde el umbral, deberían tomarse en cuenta:

- a) Velocidad en el umbral.
- b) Velocidad inicial de salida de viraje en el punto de tangencia de la curva central.





Trazado de las calle de salida rápida (número de clave 3 o 4)

Las aeronaves cruzan el umbral a 1.3 veces la velocidad de perdida en la configuración de aterrizaje con masa media bruta de aterrizaje aproximadamente 85 % del valor máximo. Se pueden agrupar las aeronaves basándose en su velocidad en el umbral a nivel del mar.

Grupo A = Menos de 169 km/hr  
 Grupo B = Entre 169 km/hr y 222 km/hr  
 Grupo C = Entre 224 km/hr y 259 km/hr  
 Grupo D = Entre 261 km/hr y 306 km/hr

Un análisis de aeronaves indica que pueden clasificarse como sigue:

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Convair 240	Convair	B-707 (300 y 400)	B-747
DC-3	DC-6	B-727	DC-8 (62 y 63 )
DHC-7	Fokker F27	DC-8 (43 y 55)	DC-10
		Trident (1 y 2)	IL62M

La calle de salida rápida deberá tratarse con un radio de curva de viraje de por lo menos:

550 m, número calve 3 o 4.  
 275 m, número clave 1 o 2

Para permitir velocidades de salida con pistas mojadas de:

93 km/hr número de clave 3 o 4.  
 63 km/hr número de calve 1 o 2.

Una calle de salida rápida debería incluir una recta después de la curva de viraje, para que una aeronave que pudiera salir se detenga fuera de intersección y no debería ser inferior a:

Cuando el ángulo de intersección sea de 30°.

Número clave 1 o 2; 35 m.  
 Número clave 3 o 4; 75 m.

Las distancias anteriores de desaceleración de 0.76 m/s<sup>2</sup> a lo largo de la curva de viraje y 1.52 m/s<sup>2</sup> a lo largo de la recta.

El ángulo de intersección de una calle de salida rápida con la pista no debe ser mayor a 45° ni menor a 25°, y preferentemente 30°.

**Teniendo en cuenta lo anterior y el número de clave, la calle de salida rápida se trazara con un radio de viraje de 550 m. permitiendo velocidades de salida con pista mojadas de 93 km/hr, contando además con una recta de 75 m posterior a la curva de viraje.**

## VII.2.- APARTADEROS DE ESPERA.

Las salidas se despacharan normalmente, en el orden en que las aeronaves estén listas para el despegue, esto lo estipulan los procedimientos para los servicios de navegación aérea en el reglamento del aire y de servicios de transito aéreo, en su parte V, pero también puede seguirse un orden distinto para facilitar el mayor número de salidas con la mínima demora.

### Definición:

Superficie definida en la que puede detenerse una aeronave, para esperar o dejar paso a otras aeronaves.

Si la actividad es menor a 50,000 operaciones anuales es poca la alteración del orden de salidas. Pero si la actividad es elevada y si tiene calles de rodaje simples, ni apartaderos de espera, ni calles de desviación, no se puede modificar el orden de salidas cuando las aeronaves abandonaron plataforma.

Los apartaderos de espera permiten:

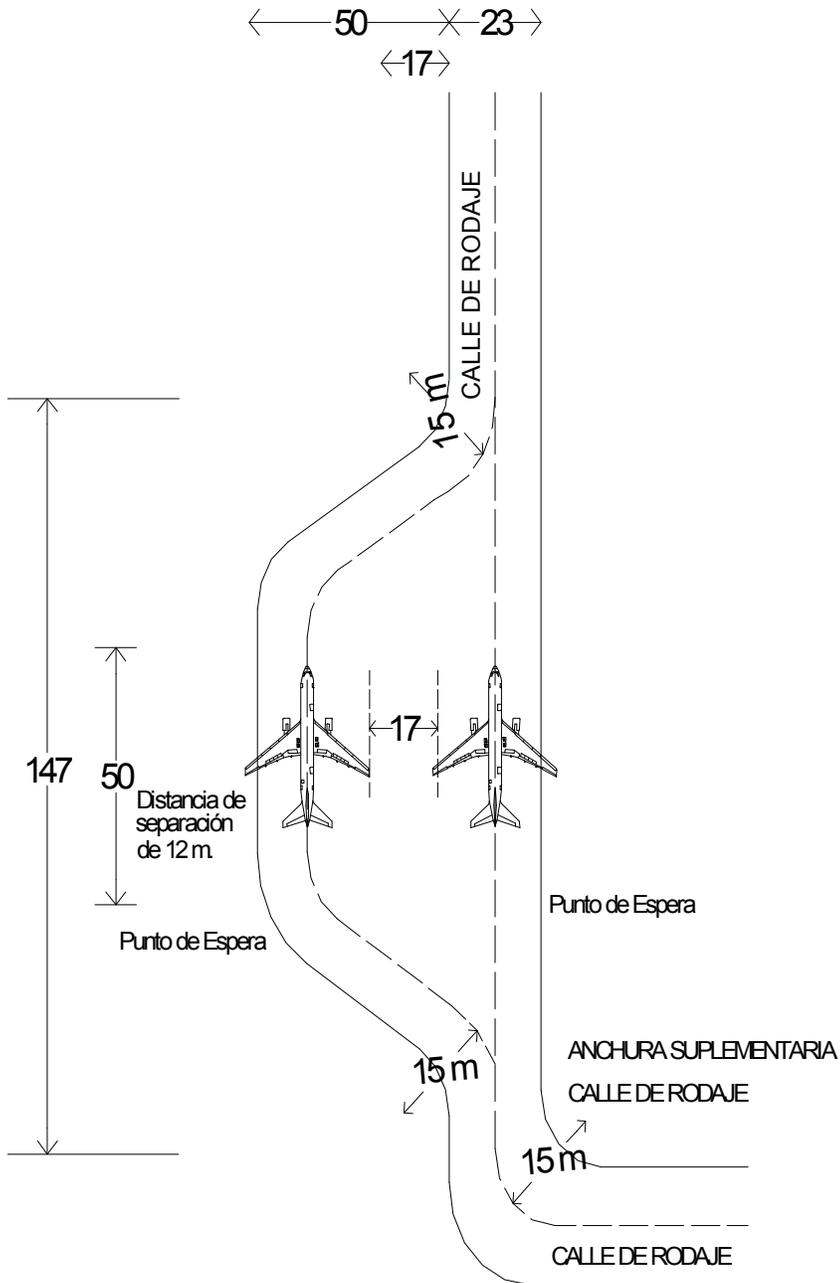
- a) Demorar las salidas de aeronaves debido a circunstancias imprevistas que ocasione retraso a aeronaves siguientes.
- b) Aeronaves realicen verificación de altímetro antes del vuelo y ajustes de programación de sistemas a bordo por inercia cuando no es posible en plataforma.
- c) Efectuar pruebas de los motores en caso de motor de embolo o como puntos de espera y verificar VOR en aeródromo.

### Dimensiones y emplazamientos de los apartaderos de espera.

Para deducir el espacio necesario que ocupa un apartadero de espera depende de la cantidad de puestos de estacionamientos de aeronaves que han de proporcionar tamaño, ubicación de la frecuencia de su utilización, se debe permitir espacio entre aeronaves para maniobra independiente.

Distancia mínima de separación entre extremos de alas de una aeronave estacionada y otra que se desplaza a lo largo de una calle de rodaje no debería ser inferior a:

Letra de Clave	Distancia de separación entre extremos de las alas.
A	4.50 m
B	5.25 m
C	7.50 m
D o E	12.00 m



Detalle de apartadero de espera

Para nuestro caso la Distancia de separación entre extremos de las alas será de 12.00 m.

La ubicación para una aeronave estacionada es un punto que se encuentra adyacente a la calle de rodaje que sirva al extremo de la pista.

Distancias entre aeronave estacionada y eje de pista esta dada con la tabla siguiente:

<b>DISTANCIAS MINIMAS ENTRE EL EJE DE LA PISTA Y UN APARTADERO DE ESPERA.</b>				
<b>Tipo de Operación a que esta Destinada.</b>	<b>Número Clave</b>			
La pista	1	2	3	4
Aproximación visual	30 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación que no es de precisión	40 m	40 m	75 m	75 m
Aproximación de precisión categoría I	60 m <sup>a</sup>	60 m <sup>a</sup>	90 m <sup>a,b</sup>	90 m <sup>a,b</sup>
Aproximación de precisión categoría II o III			90 m <sup>a,b</sup>	90 m <sup>a,b</sup>
Despegue	30 m	40 m	75 m	75 m

Debido a clave de referencia 4 D y una pista de aproximación de precisión categoría I la distancia mínima entre el eje de la pista y el apartadero será de 90 m.

### VIII.3.- PLATAFORMAS.

**Plataforma.-** Área destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajero, carga o correo, reaprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

#### **Tipos de plataformas.**

**Plataforma terminal.-** Designada para maniobras y estacionamiento de aeronaves de fácil acceso. Facilita movimiento de pasajeros, también se utiliza para el aprovisionamiento de combustible y mantenimiento para embarque y desembarque de carga o correo y equipaje.

**Plataforma de carga.-** Sólo aeronaves que transportan carga y correo se establece esta plataforma situada junto al edificio terminal de carga. La separación de aeronaves de carga y pasajeros se hace por los tipos de instalación que cada una de ellas necesita ya sea en plataforma o en terminal.

**Plataforma de estacionamiento.-** Puede necesitarse por separado este tipo de instalación en aeropuertos, y además de la plataforma de la terminal, y aquí pueden estar estacionadas en largos periodos, estas plataformas se pueden utilizar para estancia de la tripulación o efectuarse servicio o mantenimiento periódico menor de aeronaves que se encuentre fuera de servicio.

**Plataforma de servicio en hangares.-** Área descubierta adyacente a un hangar de reparaciones donde se hace mantenimiento de aeronaves, esto para plataforma de servicio. Una plataforma de hangar de donde sale una aeronave y entra de un hangar de aparcamiento.

**Plataformas para la aviación general.-** Utilizadas para vuelos de negocios o carácter personal.

**Plataforma temporal.-** Aviación general que hace vuelos transitorios, las utiliza como estacionamiento temporal, acceso a instalaciones de aprovisionamiento de combustible, servicio y transporte terrestre.

**Plataformas o puntos de estacionamiento de aeronaves que tienen su base en un aeródromo.-** Aviación general tiene base en aeródromo y necesita espacio o amarre en hangar o zona descubierta.

Aeronaves aparcadas en hangar necesitan plataforma frente al edificio para maniobras. Zonas descubiertas utilizadas para aparcamiento de base fija en aeródromos, pueden ser pavimentadas, cubiertas de césped, según tamaño aeronaves, condiciones meteorológicas y suelo.

### Requisitos relativos al margen de separación.

Un puesto de estacionamiento proporciona los siguientes servicios: márgenes mínimos de separación entre aeronaves que estén en puesto de estacionamiento, como entre aeronaves y edificios adyacentes como sigue:

Letra clave	Márgenes (m)
A	3.0
B	3.0
C	4.5
D	7.5
E	7.5

Letra D y E puede reducirse márgenes en siguientes lugares (únicamente aeronaves que ejecuten entradas en rodaje y salida por tractor) :

- a) Entre la terminal, (incluidas pasarelas de embarque de pasajeros) y proa de aeronave.
- b) Puesto de estacionamiento con guía azimutal por sistema de atraque visual.

Los márgenes pueden aumentarse a discreción de planificación del aeropuerto para garantizar utilización de plataforma en condiciones de seguridad. Las calles de rodaje en plataforma proporcionan distancias de separación entre calles de rodaje y aeronaves en puesto de estacionamiento con valores siguientes.

Distancia mínima de separación		
Letra clave	Entre el eje de una calle de rodaje en plataforma y un objeto (m)	Entre el eje de una calle de rodaje, puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (m)
A	13.50	12.0
B	19.5	16.5
C	28.5	24.5
D	42.5	36.0
E	46.5	40.

Para los márgenes se maneja 7.5 m por ser letra clave D, la distancia entre eje de calle de rodaje en plataforma y un objeto será de 42.50 m y por eje de calle de rodaje al puesto de estacionamiento y un objeto será de 36.00 m.

## Trazados básicos de plataforma en la terminal.

### Consideraciones generales.

El tipo de trazado más adecuado de un aeródromo depende de criterios relacionados entre sí. La plataforma de la terminal debe, ser compatible con el proyecto de terminal y viceversa. Utilizarse procedimiento iterativo para mejor combinación de plataforma y terminal con objeto de comparar por separado ventajas y desventajas de cada sistema. Volumen de tránsito de aeronaves en terminal factor importante para trazado de plataforma más eficaz para satisfacer exigencias de una determinada terminal. Aeródromo con porcentaje desproporcionado de tráfico de trasbordo internacional o pasajeros cuyo origen se encuentre emplazado al aeródromo proyecto especial de terminal y plataforma para las características del tráfico de pasajeros.

### Embarque de pasajeros.

Uno de los cambios más importantes en el diseño de las plataformas desde la puesta en servicio de aeronaves de gran tamaño es la entrada a bordo de estas desde un nivel igual al del piso de la aeronave. La entrada directa a este nivel se consigue mediante una pasarela que permita al pasajero entrar en la aeronave desde el edificio terminal sin haber cambiado de nivel. Hay dos tipos de pasarelas:

#### a) Pasarela estacionaria.

Adosada a una salida del edificio. La aeronave aparca con la proa hacia adentro, a lo largo de la citada saliente determinándose con la puerta delantera frente a la pasarela la cual se alarga a la aeronave a una pequeña distancia, habiendo muy pequeña variación entre la altura de la cabina principal de la aeronave y el piso de la terminal.

#### b) Pasarela extensible.

Pasarela telescópica unida al edificio terminal, mediante articulación, y el otro lado se sostiene sobre dos ruedas gemelas orientables y accionadas por motor. La pasarela se orienta hacia la aeronave y se alarga hasta alcanzar la puerta de la misma. El extremo que se acopla a la aeronave puede levantarse o bajarse apreciablemente lo que permite atender desde la pasarela a aeronaves que tiene distintas alturas de cabina.

Además de las pasarelas hay otros métodos básicos para la subida y bajada de los pasajeros.

- a.- Escalera móvil.
- b.- Transbordadores.
- c.- Aeronaves con escalerilla propia.

## ESQUEMAS CONCEPTUALES DE LAS PLATAFORMAS.

### a) Sistema lineal.

Para terminales que requieren pocos puestos de estacionamiento de aeronaves, constituye la distribución más lógica. Con este sistema se reduce al mínimo la distancia a recorrer entre la terminal y el puesto de estacionamiento.

### b) Sistema de muelles.

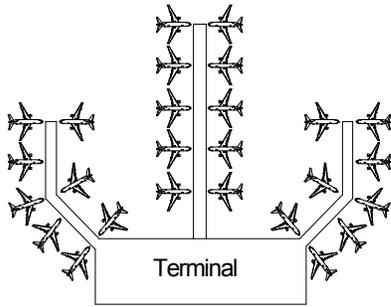
Para distancias a recorrer del mostrador de presentación de billetes hasta la aeronave, no sobrepasando 300 m. Si se usa un muelle, la distancia aumenta al número de puestos de estacionamiento. Si número de puestos son más de 12, con dos muelles la distancia media será menor. Si número de puestos son 20 con dos muelles es suficiente. Si excede de 30 el muelle será múltiple. Los trazados de “ Y ” o “ T ” se consideran menos eficaces que los muelles sencillos, pues se duplica la distancia hasta las partes más alejadas y aumenta excesivamente la distancia media a recorrer a pie.

### c) Sistema de satélite.

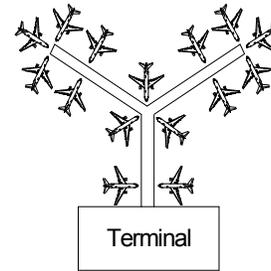
Suprime obstáculos de la plataforma y un estacionamiento más denso. Impone largos recorridos entre el transporte de superficie y puesto de aeronaves. Esto genera sistemas de transporte como tren, acera móvil, autobús, etc; entre edificio terminal y evitar el problema, pero es muy costoso. Apropiado si un gran porcentaje de pasajeros de tránsito si se efectúan conexiones entre distintos vuelos en sala anexa del mismo satélite.

### d) Sistema de plataforma abierta.

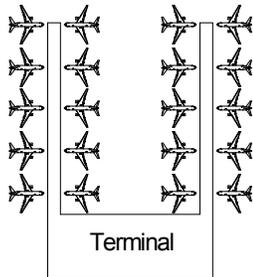
Aeronaves se estacionan separadas del edificio terminal en filas. Aquí el acceso a las aeronaves se hace mediante autobús. No es muy seguro pues los pasajeros tienen que circular por avenidas donde transitan aeronaves. Pero también se reducen los tramos de rodaje de las aeronaves. Sistema más flexible pues se pueden llevar a cabo adiciones o modificaciones en plataforma con poca o casi ninguna interrupción de actividades.



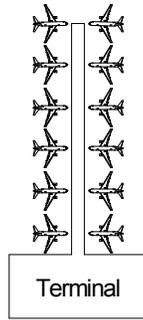
D) Muelle multiple



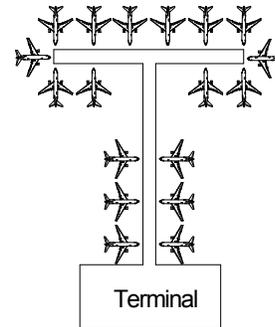
E) Muelle de plataforma " Y "



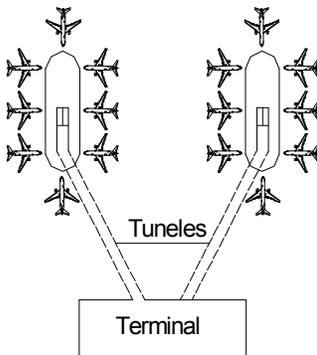
C) Muelle doble



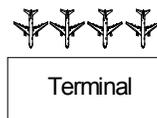
B) Muelle sencillo



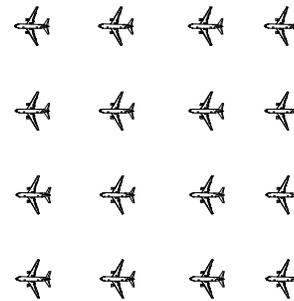
F) Muelle de plataforma de "T"



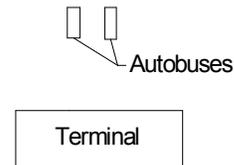
G) Muelle satellite



A) Muelle lineal



H) Plataforma abierta



## Conceptos sobre el proyecto terminal

## Configuraciones de estacionamiento.

Los siguientes puntos deberían tomarse en cuenta :

A. Estacionamiento con la proa hacia adentro, en perpendicular u oblicuamente a fachada del edificio.

### a) Ventajas.

1. Menos ruido al acercarse pues no hay viraje.
2. Gases no dirigidos al edificio cuando esta se acerca.
3. Puerta delantera más cerca al edificio.

### b) Inconveniente.

1. Más potencia para girar, ya que la aeronave esta cargada. Supone chorro potente hacia edificio terminal y aeronaves contiguas.
2. El ruido de toberas de las turbinas y el estruendo de gases, quedan dirigidas hacia el edificio.
3. Puerta de embarque apartada del edificio.

B. Proa hacia fuera, perpendicular u oblicuamente a fachada del edificio.

### a) Ventajas.

1. Virar con poca potencia, reduce al mínimo ruido y gases.
2. Ruido de toberas de turbinas no dirigido al edificio.
3. Puerta trasera cerca edificio terminal.
4. Sólo una plataforma de superficie interior a las 2 anteriores.

### b) Inconvenientes.

Gases al apartarse la aeronave del edificio terminal, va dirigido a esté.

### c) Paralelo.

Mejor para circulación de pasajeros, pues puertas delantera y trasera quedan cerca del edificio. Requiere más espacio que las otras y los gases y ruido apuntan a puesto de estacionamiento.

## **Modalidades de entrada y salida del puesto de estacionamiento de aeronaves.**

Son varios los criterios pues pueden servirse de su propia propulsión, remolcadas, al entrar por medios propios y salir remolcadas.

### **A. Maniobra autónoma.**

La nave puede entrar y salir sirviéndose de su propia propulsión, sin utilizar un tractor para la maniobra. Un método frecuente para estacionar las naves consiste en disponer varios puestos de nave de maniobra autónoma en zona adecuada de pavimento.

Este método requiere más superficie de pavimento que la que necesita un tractor, pero hay compensación pues se ahorra equipo y personal que se necesita para el tractor.

### **B. Remolque con tractor.**

Cualquier método de entrada y salida que requiere un tractor o barra de arrastre. La mayoría de los aeródromos de gran actividad del mundo emplean alguna variación de los métodos de tractores.

Por lo general las aeronaves entran con la proa hacia adentro, sirviéndose de su propia propulsión y paran en la posición de proa hacia adentro. Esta maniobra es sencilla pues puede efectuarse sin originar problemas excesivos restantes de chorro de gases.

## **Capacidad de la plataforma de aviación comercial.**

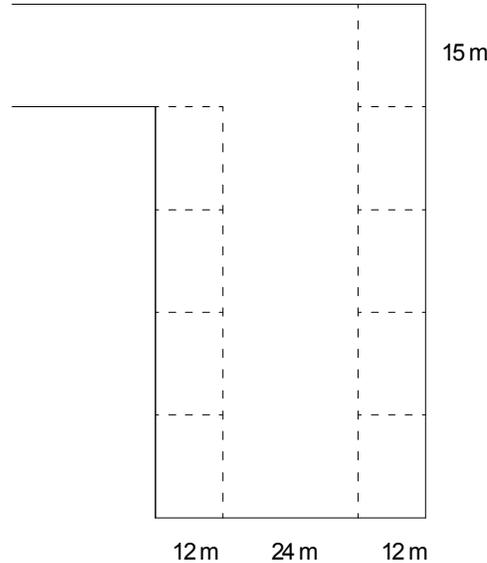
Se suponen los siguientes indicadores según tipo de avión :

6500 m<sup>2</sup> para B-727, DC-9  
7500 m<sup>2</sup> para DC-8  
8500 m<sup>2</sup> para B-747, DC-10, L-1011

Preferible calcular superficie por aeronave, según dimensiones:

### Capacidad de la plataforma de aviación general.

Se considera de acuerdo al avión tipo que se considere en el proyecto, en general los puestos de estacionamiento para la aviación general se consideran de:



Aunque también se puede calcular la superficie de la plataforma multiplicando el número de posiciones pronosticadas para la superficie de una posición del avión considerado, 500 m<sup>2</sup>.

### Diseño de plataforma.

#### Plataforma comercial.

Para seleccionar el tipo de plataforma se analizaron todos los puntos anteriormente mencionados así como sus desventajas y ventajas, y con el número de posiciones se determinó que el trazado que cumple con la necesidad del proyecto es el muelle en forma de T, pues permite hacer una adecuada distribución de los puestos de estacionamiento de aeronaves, tomando en cuenta la posición y las distancias de recorrido.

Se tomaron las siguientes consideraciones:

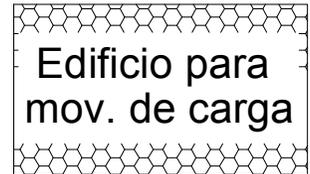
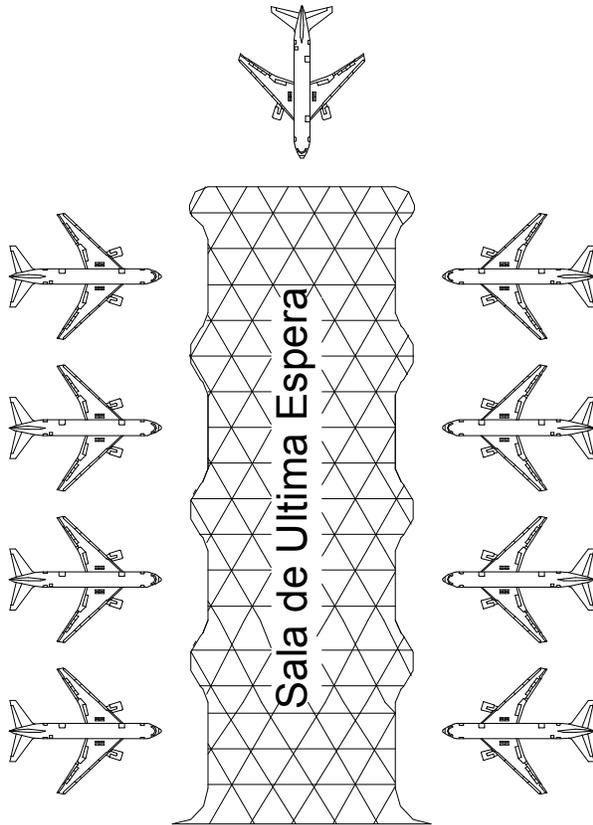
Posiciones simultáneas de aviones comerciales en plataforma.

No. de posiciones	Tipo de avión
4	B-727-200

Posiciones simultáneas de aviación general.

No. de posiciones	Tipo de avión
2	Cessna 337

# Plataforma de Aviación Comercial



## VIII.- ZONA TERMINAL



## VIII.1.- EDIFICIO TERMINAL.

Modalidades de los elementos.

### a) Andenes.-

Son utilizados para la circulación y conducción de pasajeros y su equipaje del edificio terminal a los aviones, deben ser lugares convenientemente cubiertos y así ha sido acordado unánimemente en las diferentes reuniones entre las compañías aéreas mundiales y los directores de los aeropuertos ya que en ninguna otra forma de transporte tiene el viajero que soportar las inclemencias del tiempo.

### b) Áreas de presentación.-

**El vestíbulo.-** Debe ser un lugar claro, que es dedicado a contener los despachos de boletos, oficinas de información de las compañías aéreas, debe contener zonas de asientos para la espera de pasajeros (familiares), además de contar con el debido señalamiento sin confundir al público que llega. Sus dimensiones dependen del tamaño del edificio, debiendo prever su ampliación para cuando aumente el tráfico a futuro.

### c) Áreas de trasbordo.-

**Las salas de espera.-** Estarán separadas del vestíbulo y de las líneas de circulación de pasajeros, debiendo ir amuebladas de manera confortable y de ser posible con vista a la plataforma de aviación, se cuenta con los siguientes tipos de salas:

**De concentración:** Una vez que el pasajero se documenta se le da el acceso a la sala de concentración, en la cual solo esperará en promedio de 10 a 20 minutos para que le sea asignado su salida por medio de los monitores o personal de la compañía aérea y pase a la sala de última espera donde podrá abordar su avión. Generalmente es localizada en la parte central entre el vestíbulo y la zona de plataforma de aviación.

**De última espera:** Es donde los pasajeros son presentados a trasbordar el avión presentando su pase de abordar, situadas frente a la zona de plataforma de aviación.

**De pasajeros en tránsito:** Es una sala de uso exclusivo para los pasajeros que llegan y vuelven a salir en el mismo avión pudiendo permanecer en la misma aeronave, quizás sea necesario acogerlos en el edificio mientras la aeronave permanece en el aeropuerto a fin de permitir la limpieza en otro caso es también considerado el pasajero que realiza conexión con otro vuelo. Localizada en la zona Internacional de los aeropuertos y deslindada de las demás salas existentes.

**La salas VIP y CIP (Very important person .Commercial important person) :** Son de uso exclusivo para personas muy importantes y personas comerciales importantes, deben situarse centrada en el edificio con acceso directo a los andenes de estacionamiento de vehículos generalmente se une a está sala de espera locales para la prensa televisión, etc.

**d) Áreas de apoyo.**

**Oficinas de operaciones de las líneas aéreas.-** Estas deben estar situadas lo más cerca posible de la zona de estacionamiento de aviones por lo que se ha visto que se deben colocar en los ensanchamientos de andenes, pero pueden situarse en el edificio terminal si no existen los andenes y sobra espacio en el mismo.

**Dirección del aeropuerto.:** Tiene necesidades variables pero generalmente requiere un despacho para el director otro para el subdirector un local para oficinas otro para la contabilidad y despacho para técnicos y delineantes.

**Oficinas gubernamentales.-** Son de vital importancia en cuanto al contorno y operación del edificio terminal están encargadas de la operación del edificio en sí las oficinas se pueden establecer en lugares donde no obstruyan las operaciones aeronáuticas.

**Agencias de viaje.-** Deben situarse en simples mostradores en contacto directo y claro con las llegadas de pasajeros, análogamente a los "puestos de automóviles de alquiler".

**Cuartos de aseo:** Estos deben localizarse cerca de las salas de espera siendo mejor solución la de situarse varios baños pequeños, convenientemente distribuidos en todas ellas.

**El restaurante :** Es una de las piezas más importantes del edificio conviene situarlo con vista al campo de aviación y de ser posible en azoteas donde los pasajeros sin duda desearán pasar toda su permanencia antes de abordar su vuelo. Generalmente forman un grupo con bares cocina habitaciones para club, salas particulares de reunión (VIP y CIP) debiendo ir todo en conjunto separado de la circulación principal por lo que conviene situarlo en la planta alta de circulación de viajeros.

El servicio de entrega de equipajes es un problema más de circulación que de espacio ya que la necesidad de almacenes para este fin es muy pequeña a no ser que no haya edificios aparte para aduanas, correos y mercancías. Generalmente existe una oficina para la entrega en comunicación con un patio cubierto o no donde entran los camiones para la carga.

Los visitantes y espectadores deberán tener un sitio especial separado tanto de las salas de espera como de la circulación de viajeros. Los sitios más convenientes son las azoteas cubiertas no con fáciles vistas a la plataforma por lo que se debe tender a emplear para estos fines las cubiertas de andenes y si no es

posible las azoteas del edificio terminal. El acceso es completamente independientemente de los viajeros por lo que conviene se haga sin pasar por el vestíbulo.

**Tiendas.**- Las tiendas que pueden tener éxito dependen de región en que estén situadas. En los aeropuertos internacionales las de mayor éxito serán probablemente las de productos de poco peso típicos del país. Aparte de los artículos de constante necesidad como son periódicos, farmacias, aseo de calzado, tabacos, etc.

## VIII.1.2.- CÁLCULO, DEFINICION DE AREA Y DIAGRAMAS DE CIRCULACION.

### Parámetros de salida.

Para determinar esta área se toma en cuenta un porcentaje de la suma total de los pasajeros de salida y los de llegada con sus respectivos acompañantes incluidos las áreas de los elementos que son parte del vestíbulo.

Calculo De Las Superficies de Las Diferentes Zonas del Edificio Terminal.

### *PAPCI-4D*

Avión de proyecto: B727-200

Aeropuerto Internacional Turístico

PAC= 625882 Pax

PHC= 413 Pax

Pax Nac= 60%

Pax Int= 40%

Llegadas= 50%

Salidas= 50%

### *a) VESTÍBULO GENERAL (Av.)*

$PVG = [PHC(1 + Fv)] 0.30$

AV: Área del vestíbulo general

PVG: Personas horarias en vestíbulo general

PHC: Pasajeros comerciales

Fv: Factor comerciante

$$PVG = [413(1+0.50) ] 0.30 = 186 \text{ personas}$$

$$Av. = PVG (0.60) (1.0 \text{ m}^2 / \text{pasajeros}) + PVG (0.409) (1.5 \text{ m}^2 / \text{pasajeros})$$

$$Av. = 186 (0.60) (1) + (0.40) (1.5) = 223.2 \text{ m}^2$$

***b) MÓDULOS DE INFORMACIÓN (MI)***

NUMERO DE MÓDULOS 1 (ver anexo)

$$\text{ÁREA} = 1 \times 2.5 \text{ m}^2 = 2.5 \text{ m}^2$$

***c) CORREOS (C)***

$$\text{CORREOS} = 1 \times 17 = 17 \text{ M}^2$$

***d) TELÉGRAFO (T)***

$$T = C = 17 \text{ m}^2$$

e) TELEFONS DE LARGA DISTANCIA (T LD)

$$Tld = 1 \times 4 = 4 \text{ m}^2$$

***e1) TELEFONOS LOCALES (TL)***

$$TL = 10 = 10 \text{ m}^2$$

***f) BANCOS PARA CAMBIO DE MONEDA (B)***

$$B = 27 \left[ \frac{PAC}{500000} \right] = \text{m}^2 = 27 \left[ \frac{625882}{500000} \right] = 33.80 \text{ m}^2$$

***g) TIENDAS CONCESIONES (TC)***

$$T_c = \left[ \frac{PAC}{1000000} \right] 65 = \left[ \frac{625882}{1000000} \right] 65 = 40.68 = 65 \text{ m}^2$$

***h) NUMERO DE BEBEDEROS (NB)***

$$NB = \frac{PGV}{450} (1) = \frac{186}{450} = 1 \text{ m}^2$$

***i) COMPAÑIAS DE SEGUROS (CS)***

$$CS = 2 \times 6 = 12 \text{ m}^2$$

***j) SANITARIOS (Sn)***

$$\text{Número de módulos} = \frac{PVG}{400} = \frac{186}{400} = 1$$

$$S_n = 1 \times 20.5 = 20.5 \text{ m}^2$$

***k) LOCKERS GUARDA EQUIPAJE (Lk)***

$$T_c = \left[ \frac{PAC}{1000000} \right] 7 = \left[ \frac{625882}{1000000} \right] 7 = 4.38 = 7 \text{ m}^2$$

***l) RESTAURANTE (Re)***

$$Re = [(PASAJEROS / SAL) + ACOMP( 0.25)] 2.25$$

$$Re = [(PHC(1.42)(0.25)]2.25=[413(1.42)(0.25)]=2.25=329.88 \text{ m}^2$$

***m) COCINA (CC)***

$$CC = R(0.30)$$

$$CC = 329.88(0.30) = 98.97 \text{ m}^2$$

***n) BAR (Br)***

$$Br = Cc = 98.97 \text{ m}^2$$

***o) VESTÍBULO DE DOCUMENTACIÓN (VD)***

VD = Longitud del mostrador (longitud de cola)

Longitud de cola = 10m

Longitud del mostrador = numero de documentadotes

$$\text{Longitud del mostrador} = \text{Longitud de documentados} (1.5 / \text{documentadotes}) = 4(1.5) = 6 \text{ m}$$

$$\text{Numero de documentadotes} = \frac{\text{pax / min}}{\text{Pax / min / docum}} = \frac{4}{1.08} = 3.70 = 4$$

$$\text{Pax/min} = \frac{\text{PHC}}{\text{Tiempo maximo de procedimiento}} = \frac{413}{120} = 3.44 = 4$$

60 minutos P / nacional

120 minutos P / internacional

$$\text{Pax / min. / Docum} = \frac{\text{tiempo promedio documentador}}{\text{segundos en minutos}} = \frac{65}{60} = 1.08$$

Tiempo promedio de documentador persona = 65

$$VD = 6(10) = 60 \text{ m}^2$$

***o) MOSTRADOR Y TABLERO DE EQUIPAJE (ME)***

$$ME = \text{Longitud del mostrador (4)} = 6 (4) = 24 \text{ m}^2$$

***p) OFICINAS PARA CAMPAÑA (Oc)***

Numero de compañías: 12 nacionales y 8 internacionales

$$Oc = 20 (90) = 1800 \text{ m}^2$$

***q) SELECCIÓN DE EQUIPAJE EXTERIOR A CUBIERTO (Seq)***

$$Seq = \text{Longitud del mostrador (4)} = 6(4) = 24 \text{ m}^2 \text{ cubierto}$$

$$Seq = 6*6 = 63 \text{ m}^2$$

$$Seq = 36+24 = 60 \text{ m}^2$$

***r) SALA DE ESPERA GENERAL (SEg)***

SEg = Área de personas sentadas + Área de personas de pie

$$Seq = [(PHC(0.60)(1.25)+(PHC)(0.40)(1)]1.15$$

$$Seq = [(413(0.60)(1.25)+(413)(0.40)(1)]1.15 = 712.46 \text{ m}^2$$

***r)1 SALA ÚLTIMA DE ESPERA (SUE)***

$$SUE = [(413(0.60)(1.25)+(413)(0.40)(1)] = 474.95 \text{ m}^2$$

***r)2 SALA DE PASAJEROS EN TRASBORDO (St)***

$$St = 3salas (pax/avion)(1.25 \text{ m}^2) = 3*92*1.25 = 345 \text{ m}^2$$

***r) 3 SALAS EN PASAJERON CON TRANSITO (Str)***

$$\text{Str} = \text{St} = 345 \text{ m}^2$$

***r) 4 SALA V.I.P (Svip)***

$$\text{Svip} = \text{No. De Cias. (90 m}^2\text{)}$$

No. De Cias. = 6 nacionales, 5 internacionales

$$\text{Svip} = 11(90) = 990 \text{ m}^2$$

***s) TIENDA DE LIBRE IMPUESTO (Tii)***

Considerando dos tiendas de 80 m<sup>2</sup> c/u

$$\text{TI} = 80(2) = 160 \text{ m}^2$$

***t) REVISIÓN ESPECIAL (Rs)***

$$\text{FILTROS} = 2$$

$$\text{Rs} = 2(16.20) = 32.40 \text{ m}^2$$

## Determinación de parámetros de elementos de Llegada

### *a) OFICINAS DE GOBIERNO (Og)*

Og = ASA, DGAC, ADMÓN., AERO, SHCP, SENEAM, SANIDAD, y MANTENIMIENTO

$$Og = 90(8) = 720 \text{ m}^2$$

### *b) VIGILANCIA (Vi)*

Vi = área / persona (No. De personas) + área complementaria  
Se considera que una policía cubre a 300 personas

$$Vi = [PHC(1.5)/300] 1.5 + 90$$

$$Vi = [413(1.5)/300] 1.5 + 90 = 93.10 \text{ m}^2$$

### *c) SUB ESTACION (Sb)*

$$Sb = 120 \text{ m}^2$$

### *d) MANTENIMIENTO (Ma)*

$$Ma = 150 \text{ m}^2$$

### *e) SANIDAD (Sn)*

$$Sn = PHC (0.40)(0.50)(0.60)(1) = 413 (0.40)(0.50)(0.60)(1) = 49.56 \text{ m}^2$$

### *e)1 NÚMERO DE FILTROS (Nfa)*

F1 = Numero de filtros (4 m<sup>2</sup>/ filtros)

$$F1 = \text{Numero de filtros} = 4(4) = 16 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de filtros} = \frac{\text{pax / min}}{20 \text{ min}} = \frac{68.83}{20} = 3.44 = 4$$

$$\text{Pax / min.} = \frac{\text{tiempo de procedimiento}}{60 \text{ seg}} = \frac{4130}{60} = 68.83 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de procesamiento} = \text{PHC int (20)} = 413(20)(0.50) = 4130$$

***e) 2 OFICINAS (Os)***

$$\begin{aligned} \text{Os} &= \text{No. De agentes} = (1.5)+20.5 \\ \text{No. De agentes} &= \text{Nfa} / 3 = 4 * 3 = 12 \end{aligned}$$

***f) MIGRACIÓN (Mg)***

$$\text{Mg} = \text{Sn} = 49.56 \text{ m}^2$$

***f) 1 NUMEROS DE FILTROS PARA MIGRACIÓN (Nfs)***

$$\begin{aligned} \text{Nfs} &= \text{Nf}(4) = 9 * 4 = 36 \text{ m}^2 \\ \text{Nf} &= \text{pax/min} / 20 = 176 / 20 = 9 \end{aligned}$$

$$\text{Pax/min} = \text{tiempo de proceso} / 60 \text{ seg.} = 10540 / 60 = 176$$

***g) RECLAMO DE EQUIPAJE (REQ)***

***g) 1 AREA DE ESPERA (Aer)***

$$\text{Área de espera} = \text{PHC (maletas pax)} 1.5 (1.65 \text{ m}^2) = 413(0.50)(1.5)(1.65) = 511.5 \text{ m}^2$$

***g)2 AREA DE BANDAS (Ab)***

$$\text{Ab} = \text{No. De Bandas (40)} = 1*40 = 40 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de Bandas} = \frac{\text{maletas / pers / min}}{20 \text{ min}} = \frac{6.66}{20} = 0.33 = 1$$

$$\text{Malet / pers / min} = \frac{\text{maletas / pers / min}}{60 \text{ seg}} = \frac{400}{60} = 6.66$$

$$\text{Maletas / pers / seg (50 seg)} = 8(50) = 400$$

$$\text{Maletas persona} = \frac{\text{Número de maletas}}{40 \text{ personas}} = \frac{310}{40} = 8$$

$$\text{Máximo de maletas} = \text{PHC} / \text{llegada (0.50)} = 310$$

***g) 3 AREA DE CARRITOS (Ac)***

$$\text{Area de carritos} = \text{PHC} / \text{llegada (0.30)} (0.54) = 413(0.50) (0.30) (0.54) = 33.45 \text{ m}^2$$

***g) RECLAMO DE EQUIPAJE (REQ)***

$$\text{Manejo exterior de equipaje} = \text{Longitud de banda (4.5)} = 40(4.5) = 180 \text{ m}^2$$

***h) ADUANA (Ad)***

$$\text{Ad} = \text{PHC} (0.50) (0.40) (1.65) = 413 * 0.5 * 0.4 * 1.65 = 136.29 \text{ m}^2$$

***h) 1 AREA DE MESAS***

$$\text{Area de mesa} = \text{num. De mesas (13 m2)} = 2 (13) = 26 \text{ m}^2$$

$$\text{Num / mesas} = \frac{\text{Tiempo / revisión / minuto}}{30 \text{ minutos}} = \frac{41.3}{30} = 2$$

$$\text{Tiempo / revisión / min.} = \frac{\text{PHC} / \text{llegada (0.50)}(30)}{60 \text{ seg.}} = \frac{413(0.4)(0.50)(39)}{60} = 41.3$$

**h) 2 BODEGA (Bd)**

$Bd = 150 \text{ m}^2$

**i) AREA DE BIENVENIDA (Abv)**

$Abv = 20.5 + 10 + 253 + 31 + 443.98 = 767.2 \text{ m}^2$

Área sanitaria = 20.50 m<sup>2</sup>

Área de teléfonos = 10 m<sup>2</sup>

Renta de autos = No. De módulos (2.20)

Renta de autos = 4\* 2.20 = 8.8 m<sup>2</sup>

Cambio de moneda = 253 m<sup>2</sup>

Guarda equipaje = 31 m<sup>2</sup>

Área de espera = (413\*0.30\*1.25)+(413\*0.70\*1) = 443.98 m<sup>2</sup>

RESUMEN

ELEMENTOS DE SALIDA			
Av	Area del vestibulo	223.2	m <sup>2</sup>
Mi	Módulos de información	2.5	m <sup>2</sup>
C	Correos	17	m <sup>2</sup>
T	Telegrafo	17	m <sup>2</sup>
Tld	Telefonos de larga distancia	4	m <sup>2</sup>
Ti	Telefonos locales	10	m <sup>2</sup>
B	Bancos	33.8	m <sup>2</sup>
Tc	Tiendas conceciones	65	m <sup>2</sup>
Nb	No. De bebederos	1	m <sup>2</sup>
Cs	Compañias de seguros	12	m <sup>2</sup>
Sn	Sanitarios	20.5	m <sup>2</sup>
Lk	Lockers	7	m <sup>2</sup>
Re	Restaurante	329.88	m <sup>2</sup>
Cc	Cocina	98.97	m <sup>2</sup>
Br	Bar	98.97	m <sup>2</sup>

"PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE LA COMARCA LAGUNERA"

Vd	Vestibulo de documentación	60	m <sup>2</sup>
Me	Mostrador y manejo de equipaje	24	m <sup>2</sup>
Oc	Oficinas para compañías	1800	m <sup>2</sup>
Seq	Selección de equipaje exterior a cubierto	60	m <sup>2</sup>
Seg	Selección de espera general	712.46	m <sup>2</sup>
Sue	Sala ultima espera	474.95	m <sup>2</sup>
St	Sala de pasajeros en transbordo	345	m <sup>2</sup>
Str	Sala de pasajeros en transito	345	m <sup>2</sup>
Svip	Salas VIP	990	m <sup>2</sup>
Tli	Tiendas de libre impuesto	160	m <sup>2</sup>
Rs	Revisión especial	32.4	m <sup>2</sup>
	ELEMENTOS DE LLEGADA		
Og	Oficinas de gobierno	720	m <sup>2</sup>
Vi	Vigilancia	93.1	m <sup>2</sup>
Sb	Subestación	120	m <sup>2</sup>
Ma	Mantenimiento	150	m <sup>2</sup>
Sn	Sanidad	49.56	m <sup>2</sup>
Nfa	Número de filtros	16	m <sup>2</sup>
Os	Oficinas	38.5	m <sup>2</sup>
Mg	Migración	49.56	m <sup>2</sup>
Nfs	Números de filtros para migración	36	m <sup>2</sup>
Aer	Area de espera	511.5	m <sup>2</sup>
Ab	Area de bandas	40	m <sup>2</sup>
Ac	Area de carritos	33.45	m <sup>2</sup>
Req	Reclamo de equipaje	180	m <sup>2</sup>
Ad	Aduana	136.29	m <sup>2</sup>
	Area de mesas	41.3	m <sup>2</sup>
Bd	Bodega	150	m <sup>2</sup>
Abv	Area de bienvenida	767.28	m <sup>2</sup>
		9077.17	m <sup>2</sup>
	Circulación	0.3	%
	Circulación	2723.151	m <sup>2</sup>
	Total	11800.321	m <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup> / pax	28.57	m <sup>2</sup>

## VIII.2.- ESTACIONAMIENTOS

### **Estacionamientos para automóviles en aeropuertos.**

El estacionamiento es un área que debe existir primordialmente en toda población. Cualquier usuario que se dirige a un centro comercial, a un aeropuerto, etc, necesita forzosamente un lugar donde dejar su automóvil.

El problema para encontrar estacionamiento disponible se agudiza en los lugares mencionados y es mayor con el crecimiento tanto de las ciudades como el poblacional.

### **Tipos de estacionamiento.**

Existen en general dos tipos de estacionamiento:

1.- En la calle, los cuales pueden ser controlados por medio de parquímetros o pueden ser gratuitos.

2.- Fuera de la calle, se refiere a aquellos lotes que no se encuentran en la vía pública y que se pueden clasificar como sigue:

Estacionamiento a nivel  
Estacionamiento elevado  
Estacionamiento subterráneo

Para nuestro estudio analizaremos lo mencionado en el inciso dos, siendo estos los que puedan cubrir las necesidades contempladas.

### **Estacionamientos a nivel.**

Este tipo de estacionamiento, dependiendo de sus dimensiones, es el que menor capacidad podrá alcanzar, debido que presentan un solo nivel de servicio.

Es muy común encontrar este tipo de estacionamiento. Es bueno apuntar que la capacidad dependerá primero, de las dimensiones del lote; y segundo, de diferentes factores, como el ángulo de colocación de los cajones. Dichos factores serán fijados bajo normas las cuales se detallarán en puntos posteriores.

También es importante la mención sobre las dimensiones de los autos que van hacer uso del estacionamiento, ya que se deberá especificar con una perfecta señalización que cajones son para autos grandes y que cajones se usarán para autos chicos y medianos.

## Especificaciones para estacionamientos a nivel.

### 1.- Cajones y pasillos con áreas de maniobra.

#### a.- Dimensiones mínimas para cajones de estacionamiento

En estudios realizados en relación con las dimensiones de vehículos, se obtuvieron los siguientes datos.

#### Dimensiones mínimas de los cajones.

TIPO DE AUTOMÓVIL	DIMENSIONES DE CAJÓN EN METROS	
	En batería	En cordón
Grandes y medianos	5.0 * 2.4	6.0 * 2.4
Chicos	4.20 * 2.2	5.0 * 2.0

#### b.- Dimensiones mínimas para los pasillos y áreas de maniobra.

Las dimensiones mínimas para los pasillos de circulación dependen del ángulo de los cajones del estacionamiento.

Los valores mínimos recomendados son los siguientes:

#### Dimensiones mínimas para los pasillos.

Angulo de cajones	Anchura del pasillo en metros Automóviles	
	Grandes y medianos	chicos
30°	3.0	2.7
45°	3.3	3.0
60°	5.0	4.0
90°	6.0	5.0

Los pasillos de circulación proyectados con el radio de giro mínimo deberán tener una anchura mínima libre de 3.5 m.

Las columnas y los muros que limitan los pasillos de circulación deberán tener una banqueta de 15 cm. de altura y 30 cm. de anchura con los ángulos redondeados.

## 2.- Áreas de espera.

### a.- Para automóviles:

La función de las áreas de espera es el de absorber la acumulación de los vehículos que se producen cuando estos llegan con una frecuencia mayor que la de su acomodo y cuando quieren salir del estacionamiento más vehículos de los que pueden incorporarse en la corriente vehicular de la vía pública.

### b.- Para el público:

La anchura mínima de los pasillo de espera para el público en estacionamientos deberá ser de 1.20 mts.

### Cálculo de la capacidad del estacionamiento para vehículos particulares.

### En el caso de este aeropuerto se usaran estacionamientos a nivel.

Este tipo de estacionamiento, dependiendo de sus dimensiones, es el que menor capacidad podrá alcanzar debido a que presentan un solo nivel de servicios.

### Especificaciones para estacionamientos a nivel.

- a) Cajones y pasillos con áreas de maniobra.
- b) Dimensiones mínimas para cajones de estacionamientos.

De estudios en relación con las dimensiones de vehículos, se obtuvieron los siguientes datos :

Dimensiones mínimas de los cajones.		
Tipo de automóviles	Dimensiones de cajones m	
	Batería	Cordón
Grandes y medianos	5 x 2.4	6 x 2.4
chicos	4.2 x 2.2	5 x 2

### Procedimiento.

$$Y = \text{PHC} = 413$$

$$X = \text{PAC} = 625,882$$

Número de lugares = coeficiente x PHC

### Total de pasajeros de aviación comercial.

El coeficiente para un aeropuerto internacional = 0.35

Número de lugares =  $Y \times 0.35$

**Número de lugares =  $413 \times 0.35 = 145$  cajones**

Área total = número de lugares x área de vehículo

Se considera un área / vehículo =  $30 \text{ m}^2$

**Área total =  $145 \times 30 = 4,350 \text{ m}^2$**

El área del estacionamiento constara de planta baja únicamente con un solo sentido de circulación, entrada y salida.

**Total de pasajeros de aviación general.**

Número de lugares =  $1.10 \times (\text{PHAG})$

**Número de lugares =  $1.10 \times (6) = 7$  cajones**

Área total = número de lugares x área de vehículo

Se considera un área / vehículo =  $30 \text{ m}^2$

**Área total =  $7 \times 30 = 210 \text{ m}^2$**

**Número de lugares / empleados.**

El estacionamiento para empleados se considera en un cálculo por separado esto por la división que debe hacerse del número de lugares restante, dicha división se realiza de acuerdo a la localización de los diferentes elementos del aeropuerto (edificio terminal, oficinas administrativas ASA, aviación general, CREI, compañías aéreas, etc).

**Número de lugares de empleados.**

Se consideran 80 empleados por cada 1,000,000 pax/an/totales.

PAT = 632,141

Número de empleados =  $(\text{PAT} / 1,000,000) (80) =$

**Número de empleados =  $(632,141 / 1,000,000) (80) =$  empleados**

Se consideran 200 lugares por cada 1000 empleados.

Número de lugares =  $(\text{Número de empleados} / 1000) (200) =$

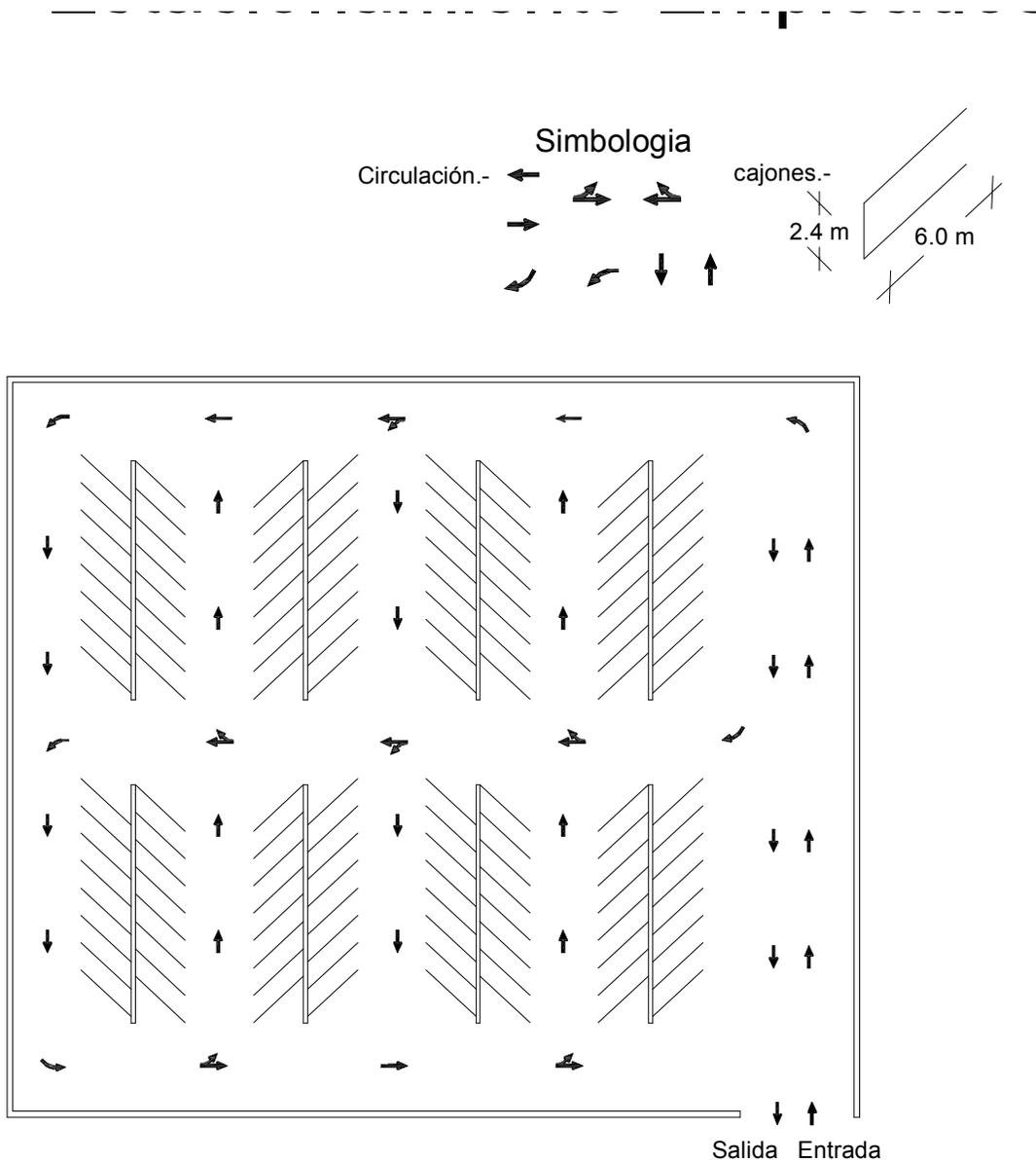
**Número de lugares = (155 / 1000) (200) =31 cajones**

Área total = número de lugares x área de vehículo

Se considera un área / vehículo = 30 m<sup>2</sup>

**Área total = 31 x 30=930 m<sup>2</sup>**

El área depende del número de cajones que se establezcan en cada zona de estacionamiento para los empleados. El número de cajones esta en función de la importancia y magnitud de la zona.



# Estacionamiento del Aeropuerto

## Datos Generales

Largo.- 150 m.

Ancho.- 70 m.

Superficie.- 10,500 m<sup>2</sup>

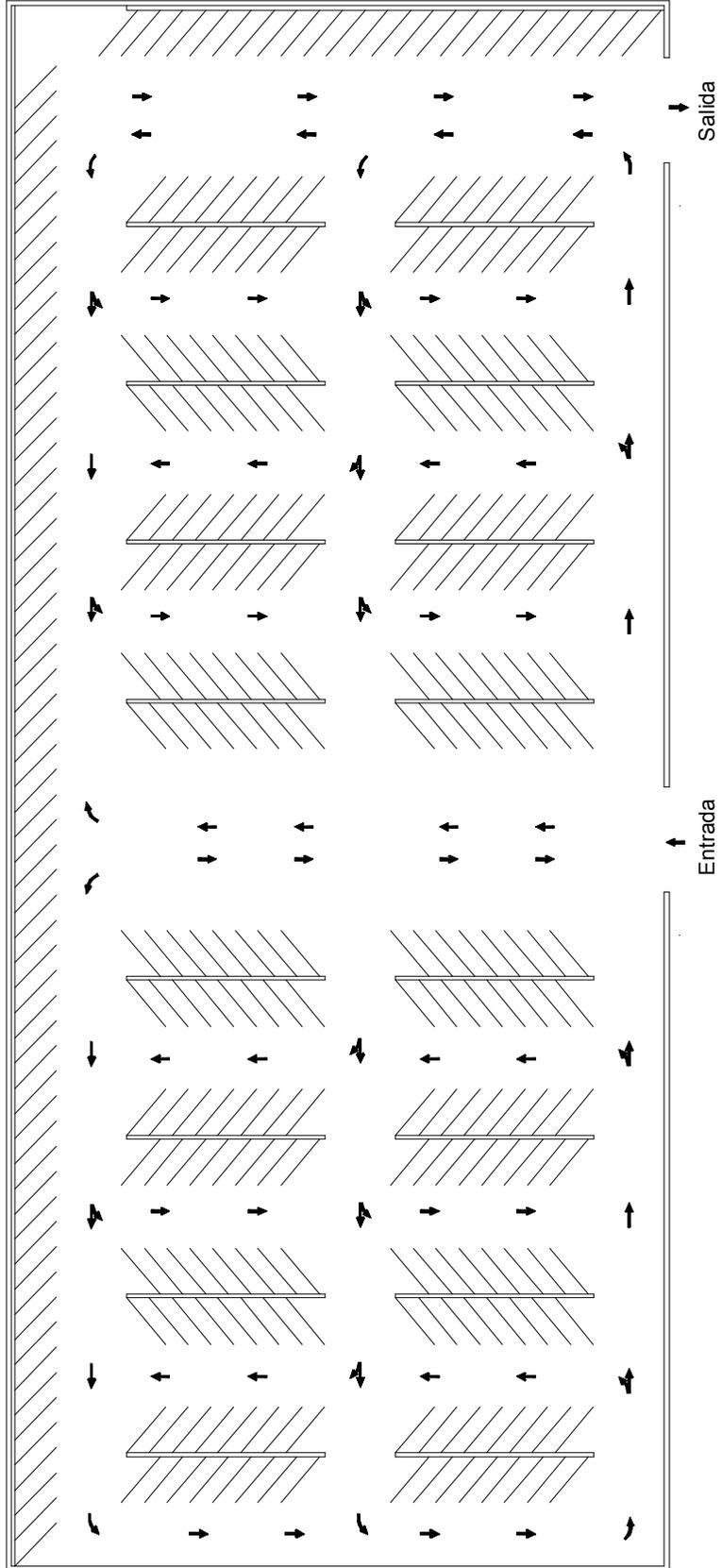
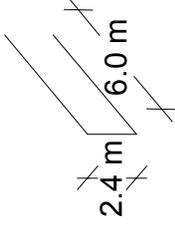
No. de lugares.- 340 cajones.

## Simbología

Circulación.-



cajones.-



### VIII.3.- VIALIDADES Y ENTRONQUES.

#### Cálculo de dimensiones del camino de acceso al aeropuerto.

Este cálculo resulta sencillo el dato necesario es el número de pasajeros anuales comerciales que es de 625, 882 PAC. Para el diseño de nuestro camino de acceso consideraremos un estándar de 1'000,000 y con respecto a este dato entramos directo a la tabla X.1. De ella obtenemos un Transito Horario Pico Total de 659 vehículos.

Pasamos a la tabla X.2, y en ella podemos observar donde nos menciona de 1500 a 1800 uvp/h ya que es el valor más próximo al que obtuvimos en la anterior tabla y de esta tabla obtenemos una ruta de 2 carriles con un ancho de carril de 3.0 a 3.5 metros.

Tomamos los 659 vehículos como nuestro TPDA (tránsito promedio diario anual ), esto con motivo de poder obtener todas las especificaciones de nuestro camino, en base a las expedidas por la SCT de la tabla X.3, obtenemos las siguientes datos.

Tipo de carretera	C4
TPDA en el horizonte de proyecto	Más de 500-1,500
Tipo de terreno	plano
Velocidad del proyecto	70 km/hr
Distancia de visibilidad de parada	95 mts
Distancia de visibilidad de rebase	315 mts
Grado máximo de curvatura	75 °
Curvas verticales	
K cresta	20 m/%
K columpio	20 m/%
Longitud mínima	40 mts
Pendiente gobernadora	5 %
Pendiente máxima	7 %
Ancho de calzada	6.0 mts
	2 carriles
Ancho de corona	7.0 mts
Ancho de acotamiento	0.5 mts
Ancho de franjas central separadora	
Bombeo	2 %
Sobre-elevación máxima	10 %

Estos son todos los datos necesarios para nuestro camino de acceso.

"PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE LA COMARCA LAGUNERA"

Concepto	U	Tipo de carretera																																							
		E					D					C					B					A																			
TDPA en el horizonte de proyecto	v/d	Hasta 100					100 a 500					500 a 1500					1500 a 3000					Más de 3000																			
Tipo de terreno	Montañoso	—					—					—					—					—																			
	Lomerío	—					—					—					—					—																			
	Plano	—					—					—					—					—																			
Velocidad de proyecto	k/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110										
Distancia de visibilidad de parada	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175										
Distancia de visibilidad de rebase	m	-	-	-	-	-	135	180	225	270	315	180	225	270	315	360	405	430	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495										
Grado de curvatura	°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75										
Curvas Verticales	K	Cresta	m/ %	4	7	12	23	36	3	4	8	12	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72								
		Columpio	m/ %	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43								
	Longitud mínima	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60									
Pendiente gobernadora	%	9 7					8 6					6 5					5 4					4 3																			
Pendiente máxima	%	13 10					12 9					8 7					7 6					6 5																			
Ancho de calzada	m	4.0					6.0					6.0					7.0					A2 7.0 2 carriles					A4 ≥ 22.0 4 carriles					A5 2 a 7.0 2 carriles									
Ancho de corona	m	4.0					6.0					7.0					9.0					12.0 Un cuerpo					≥ 22.0 Un cuerpo					2 a 11 Cuer. sepa									
Ancho de acotamientos	m	-					-					0.5					1.0					2.5					3.0 ext 0.5 int.					3.0 ext 0.5 int.									
Ancho de faja serradora central	m	-					-					-					-					-					-					≥ 10					variable				
Bombeo	%	3					3					2					2					2					2														
Sobreelevación máxima	%	10					10					10					10					10					10														

**Clasificación y características de las carreteras.**

**TABLA X.1**

Tránsito anual de pasajeros		100000	500000	1000000	2000000	5000000	10000000	
Número de empleados		160	800	1600	3200	9000	20000	
Tránsito de vehículos	Día medio en un sentido	Pasajeros	146	690	1310	2466	5970	11700
		Empleados	152	570	933	1641	3855	8100
		Vists y otros motivos	85	379	703	1329	3001	6027
		Total	384	1639	2946	5436	12826	25827
		VL*	374	1579	2839	5229	12331	24816
		C + TC*	10	60	107	207	495	1001
		Tránsito día pico total		580	2360	4052	7305	17810
Tránsito hora pico total		148	437	659	1047	2207	3995	
Día pico/día medio		1.51	1.44	1.38	1.34	1.69	1.36	
Hora pico/día pico		0.255	0.185	0.162	0.14	0.124	1.333	
Hora pico/día medio		0.385	0.267	0.224	0.19	0.172	0.155	
h/		2.80	2.39	2.15	1.98	1.87	1.88	
		2	2.18	2.11	1.99	2.20	2.42	

VL = vehículos particulares

C = capacidad física; se refiere al mayor régimen que se puede observar

TC = autobús

PAX = Pasajeros

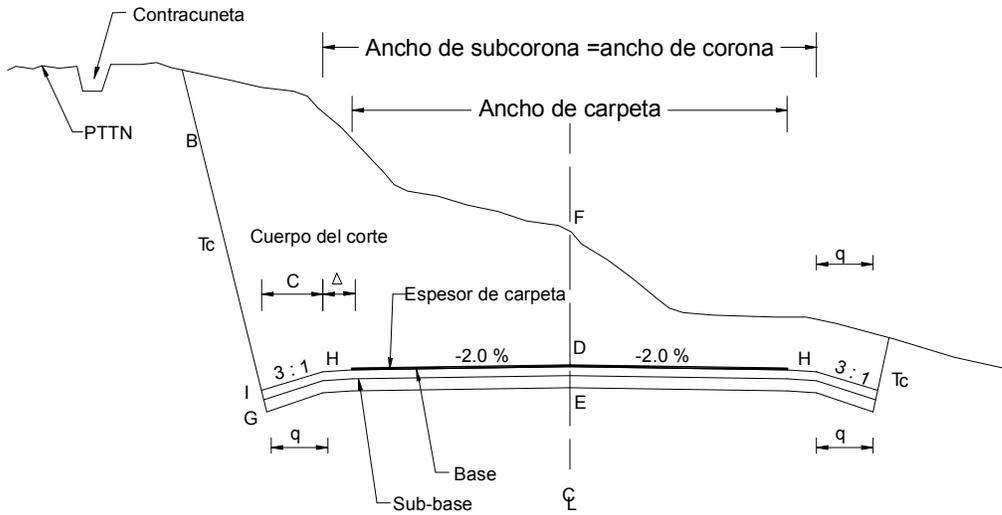
**TABLA X.2**

A) Capacidad práctica de explotación				
Número de carriles	Ancho del carril	Capacidad de la ruta en uvp/h*		
		Capacidad promedio	Capacidad máxima	
			Sección de 300 m	Sección de 1000 m
Ruta de 2 carriles	3 m 3.5 m	1500 a 1800 uvp/h dos sentidos	1000 uvp/h un sentido 1500 uvp/h un sentido	1000 uvp/h un sentido 1200 uvp/h un sentido
Ruta de 3 carriles	3.5 m	1800 a 2200 uvp/h dos sentidos 1500 a 2200 uvp/h un sentido	3000 uvp/h un sentido	2400 uvp/h un sentido
Ruta de 4 carriles		2600 uvp/h un sentido		
autopista		Número de vías por 1700 uvp/h		

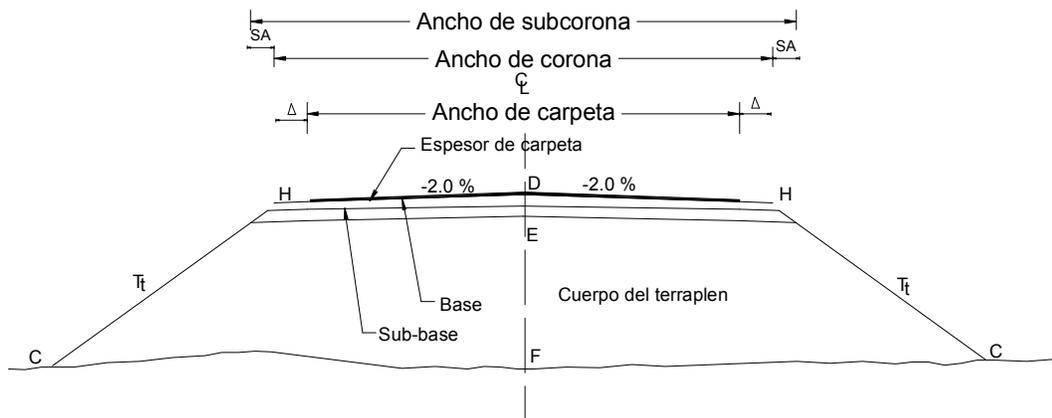
**Nomenclatura :**

- A = Acotamiento
- B = Cero de corte
- C = Cero de terraplen
- D = Elevación rasante
- E = Elevación subrasante
- F = Elevación terreno
- F-E = Espesor del corte y terraplen
- G = Fondo de cuneta en subrasante
- H = Hombro del camino
- I = Fondo de cuneta en rasante
- PTTN = Perfil transversal de terreno natural
- SA = Sobre ancho
- Tc = Talud del corte
- Tt = Talud del terraplen
- c = Cuneta de rasante
- q = Cuneta de subrasante

## Secciones tipo

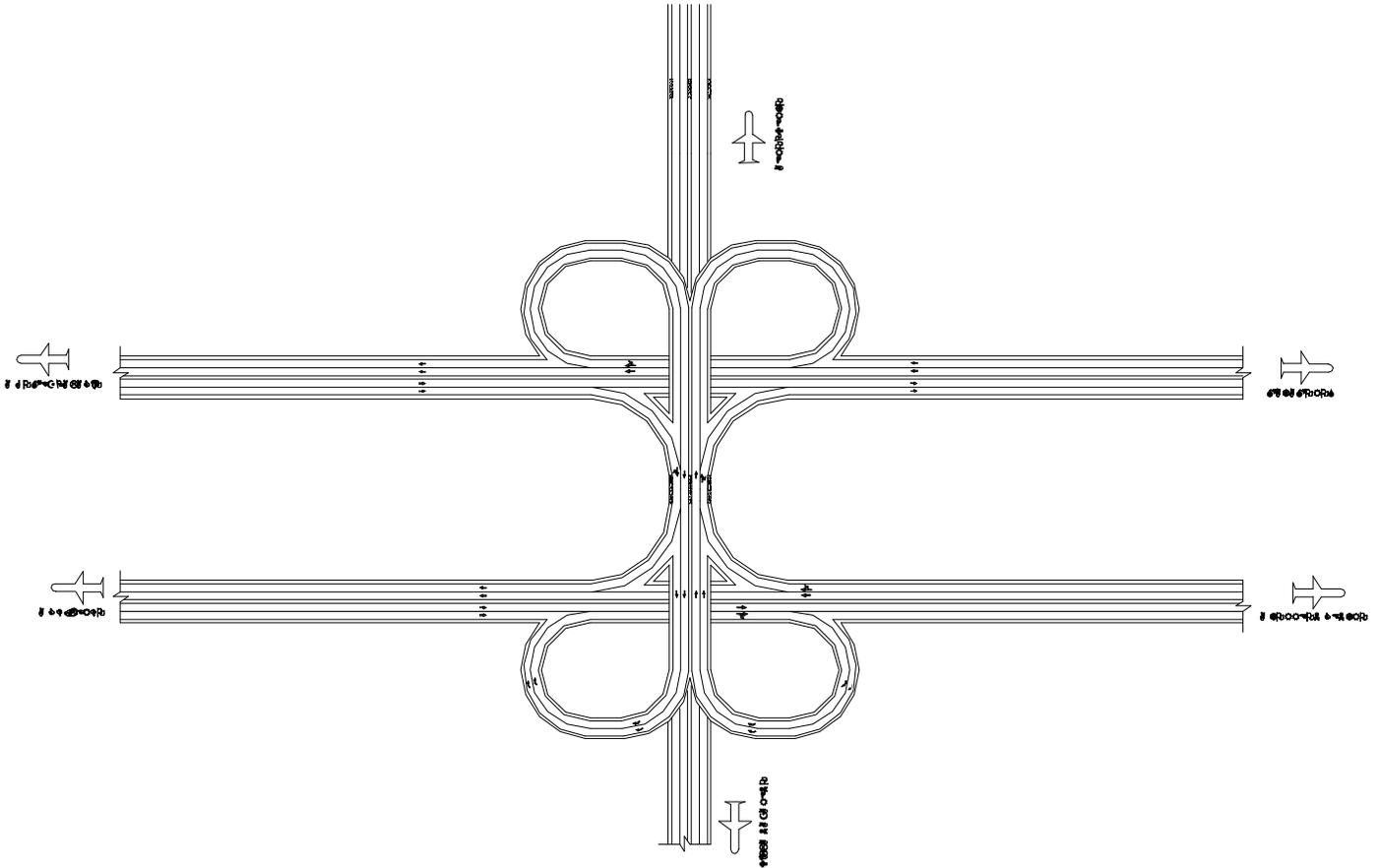


En tangente y en corte



En tangente y en terraplen

## Diseño de Entronque.



## IX.- AREAS DE APOYO



## IX.1.- CUERPO DE RESCATE Y EXTINCION DE INCENDIOS (C.R.E.I.)

### Salvamento y extinción de incendios.

El objetivo principal del servicio de salvamento y extinción de incendios es el de salvar vidas en caso de accidentes de aviación.

Esta contingencia implica constantemente la posibilidad y necesidad de extinguir un incendio que pueda.

- a) Declararse en el momento de aterrizaje, despegue, rodaje o estacionamiento.
- b) Acudir inmediatamente después de un accidente de aviación.
- c) Acudir en cualquier momento durante las operaciones de salvamento.

La rotura de los depósitos de combustible en un aterrizaje violento y el derrame consiguiente de combustibles muy volátiles y otros líquidos inflamables que se emplean en las operaciones de aeronaves, presentan un alto grado de posibilidad de ignición, al ponerse en contacto con partes metálicas calientes de las aeronaves, o debido a chispas desprendidas al mover los restos o al alterar el circuito eléctrico. También pueden ocurrir incendios, ocasionada por la descarga de cargas electrostáticas acumuladas, en el momento de hacer contacto con el suelo o de las operaciones de reabastecimiento de combustible.

Por este motivo, resulta de importancia primordial el de disponer de medios adecuados especiales para hacer prontamente frente a los accidentes de aviación que se produzca en los aeródromos y en sus cercanías inmediatas, puesto que es precisamente dentro de esta zona donde existen las mayores posibilidades de salvar vidas.

El riesgo constante de incendios puede reducirse con la provisión de dispositivos eficaces de prevención de incendios, instalados a bordo de las aeronaves, tales como mamparas contra fuegos en todos los puntos estratégicos, depósitos e instalaciones de combustibles resistentes a los choques.

El CREI debe encargarse de velar por el servicio que proporciona, el cuál debe estar organizado, equipado y dotado de personal adiestrado para cumplir con las funciones que le competen. Se propone que la estación de incendios que aloje a estos organismos este normalmente situada en el propio aeropuerto, si bien no se excluye la posibilidad de que este fuera de él, con tal de que sea posible respetar el tiempo de respuesta previsto.

### Nivel de protección para los aeropuertos.

El nivel de protección para los aeropuertos deberá basarse en las dimensiones de los aviones que lo utilicen, con los ajustes que exija la frecuencia de las operaciones, la categoría del aeropuerto deberá basarse en el largo total de los aviones de mayor longitud que normalmente lo utilicen y en la anchura máxima del fuselaje.

Categoría del aeropuerto	Longitud total del avión	Anchura máxima del fuselaje
1	De 0 a 9 m	2 m
2	De 9 a 12 m	2 m
3	De 12 a 18 m	3 m
4	De 18 a 24 m	4 m
5	De 24 a 28 m	4 m
6	De 28 a 39 m	5 m
7	De 39 a 49 m	5 m
8	De 49 a 61 m	7 m
9	De 61 a 76 m	7 m

El avión proyecto es un B 727-200 tiene una longitud total de 40.60 m y anchura de fuselaje de 5 m, se encuentra dentro del grupo 7.

### Número de vehículos.

El número mínimo y los tipos de vehículos de salvamento y extinción de incendios que es necesario prever en un aeropuerto para aplicar con eficacia los agentes extintores especificados para la categoría del aeropuerto considerado, serán los siguientes:

Categoría del aeropuerto	Vehículos de intervención rápida	Vehículos pesados
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	1
5	1	1
6	1	2
7	1	2
8	1	2 ó 3
9	1	2 ó 3

La siguiente tabla muestra el equipo de salvamento:

La herramienta se determina de acuerdo a la tabla siguiente pues el aeropuerto tiene una categoría 7 le corresponden a las siguientes herramientas:

Equipo necesario para las operaciones de salvamento	Categoría de aeropuerto			
	1-2	3-5	6-7	8-9
Llave de tuerca, ajustable	1	1	1	1
Hacia de salvamento, grande, del tipo que no queda encajada		1	1	1
Hacia de salvamento, pequeña, del tipo que no queda encajada	1	2	4	4
Cortadora de pernos (61 cm)	1	1	1	1
Palanca de pie de cabra (1,65 cm)			1	1
Cortafrío (2,5 cm)		1	1	1
Linterna portátil	2	3	4	8
Martillo (1.8 kg)		1	1	1
Garfio, de agarre o socorro	1	1	1	1
Sierra para cortar metal, de gran resistencia y con hojas de repuesto	1	1	1	1
Manta inflamable	1	1	1	1
Escalera extensible (de acuerdo a la aeronave utilizada)		1	2	2 o 3
Cuerda salvavidas (15 m de largo)	1	1		
Cuerda salvavidas (30 m de largo)			1	1
Alicates de corte lateral (17.8 cm)	1	1	1	1
Alicates de fulcro desplazables (25cm)	1	1	1	1
Destomilladores de diferentes medidas (juego)	1	1	1	1
Tijeras para cortar hojalata	1	1	1	1
Calzas (15 cm de alto)			1	1
Calzas (10 cm de alto)	1	1		
Sierra mecánica de salvamento completa con dos hojas: o - escarpio neumático de salvamento, más cilindro de recambio - escarpio y muelle de retensión	1	1	1	2
Herramienta para cortar cinturones de seguridad	1	2	3	4
Aparatos de respiración y cilindros		2	3	4
Cilindros de recambio		2	3	4
Aparato hidráulico o neumático para forzar puertas		1	1	1
Botiquín de urgencia	1	1	1	1

## TIEMPO DE RESPUESTA.

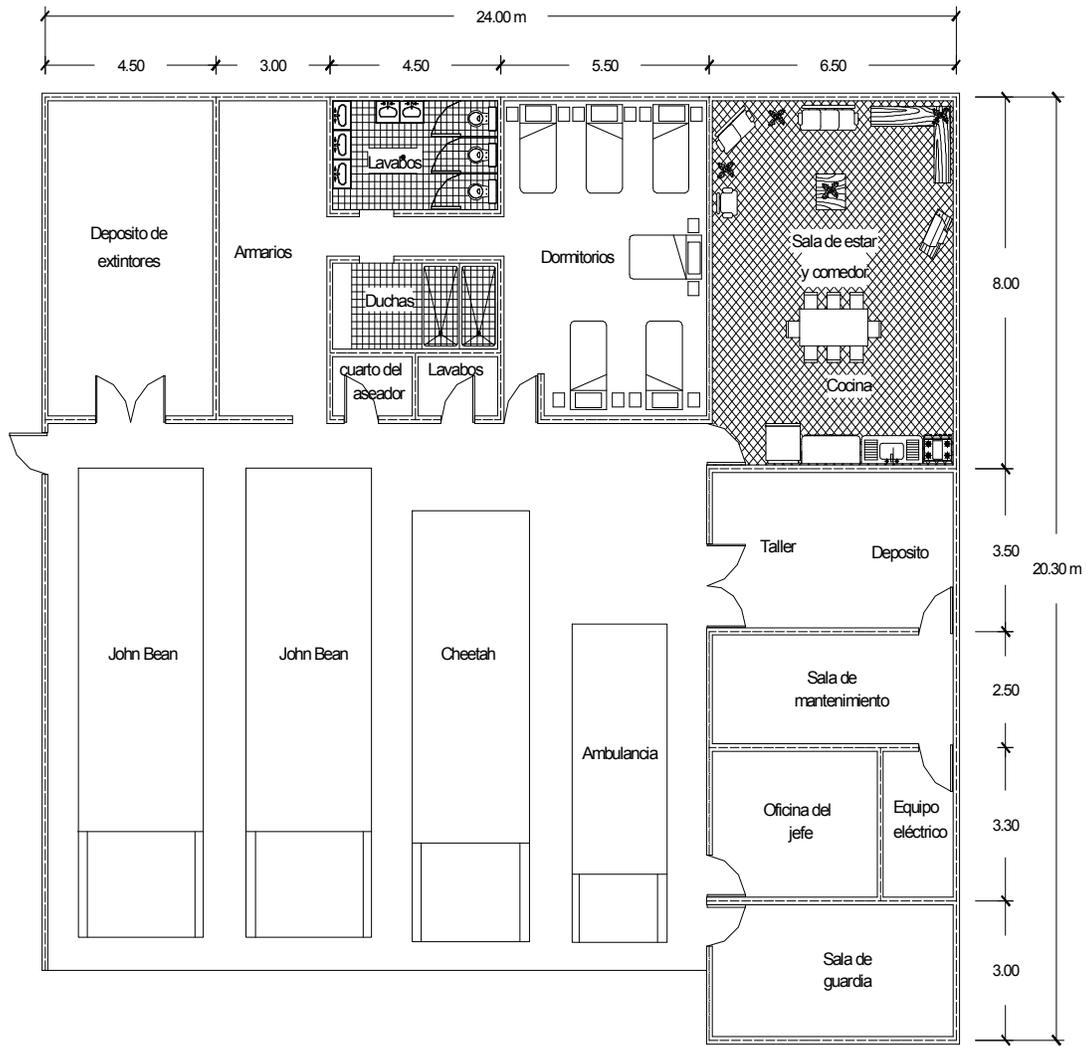
De acuerdo a la OACI el emplazamiento del CREI se deberá apegar al tiempo de respuesta que será de 2 minutos pero nunca mayor de 3 minutos.

## NÚMERO DE VEHÍCULOS PARA EL CREI

Vehículos de intervención rápida “CHEETAH”	1 unidad
Vehículos pesados “JHON BEAN”	2 unidades
Ambulancia	1 unidad

## EDIFICIO DEL CUERPO DE RESCATE Y EXTINCION DE INCENDIOS

### C. R. E. I.



## **IX.2.- ZONA DE COMBUSTIBLE.**

Los combustibles de avión son elaborados dentro de la refinería de petróleos Mexicanos distribuidos estratégicamente en todo el país siendo analizados por una compañía oficial y acreditada internacionalmente quienes son los responsables que estos productos de aviación lleguen a su destino con la pureza, calidad, y propiedades requeridas en los métodos de análisis de ASTM.

El suministro de combustibles y lubricantes de consumo en un aeropuerto puede ser de varias clases, dependiendo del tipo de los mismos, los diferentes detalles de desarrollo de las instalaciones, tanto principales como auxiliares.

Las características con que se definen los diferentes tipos de combustibles son los siguientes:

### **a.- Combustibles líquido pesado:**

Viscosidad, peso específico, punto de congelación, contenido de agua y contenido sedimento.

### **b.- Combustibles líquidos ligeros:**

Viscosidad, presión de vapor, tolerancia de agua, punto de congelación, contenido de plomo, contenido de gomas y contenido de azufre.

Clasificación por arreglo a su aplicación, de acuerdo con los siguientes tipos:

#### **a.- Para aviones:**

Turbosina Jet A ó Keroseno, gasavión 80/87 y gasavión 100/130.

#### **b.- Para vehículos y servicios de tierra:**

Gasolinas, gasoil para motores diesel y fuel-oil, para instalaciones en tierra (energía, calefacción, etc.)

### **Tipos de Combustibles en el Aeropuerto.**

#### **a.- Gasavión 80/87:**

Este es de color verde turquesa con un rango de peso específico de 0.66 – 0.722 kgs/lts.

El octanaje es gasavión 80/87 y gasavión 100/130 esta basado en el número de octanege el cual es una comparación de un combustible con ciertas mezclas de iso-actano y n – octano. El número de octano de un combustible se define como el

porcentaje de iso – octano y n – octano el cual debe tener las mismas características antidetonantes como la muestra de combustible en cuestión.

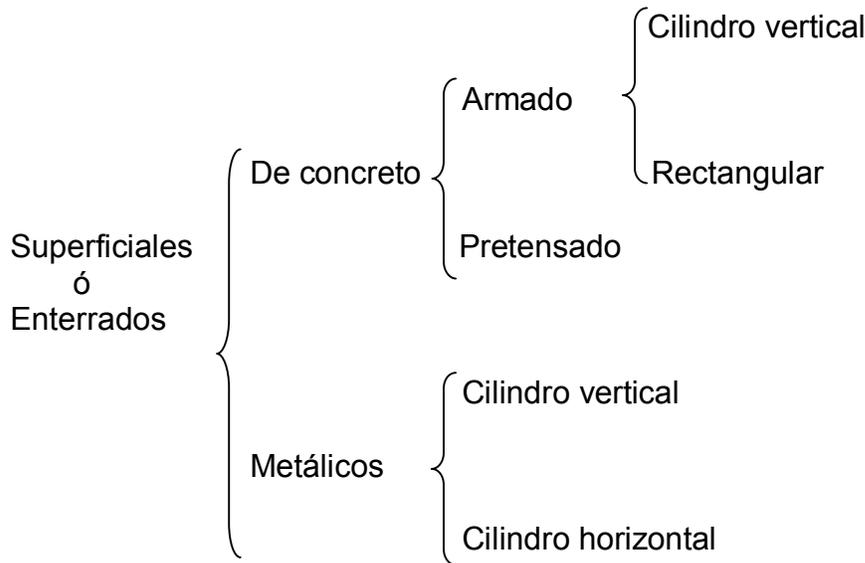
**b.- Turbosina Jet ó Keroseno:**

Este combustible es el que se utiliza en la actualidad para aviones de turbosina, este es incoloro o amarillo paja, tiene un peso específico de 0.722 a 0.837 kgs/lts.

**Utilizaremos como combustible para la aviación comercial la turbosina con un peso específico de 0.80 kgs/ lts y para la aviación general el gasavión 80/87 con un peso específico de 0.70 kgs/lts.**

**Tanques de almacenamiento.**

Su construcción y material a utilizar depende mucho del tipo de aeropuerto, tránsito del mismo, tipo de topografía y geología del terreno. Dentro de los tipos de tanques existentes para almacenaje de combustible se tiene el de concreto y el metálico.



**Tanques metálicos superficiales**

Se construyen generalmente cilíndricos, estos tanques están contruidos en base a la demanda del aeropuerto, su capacidad, los volúmenes a manejar y tipo de combustible a almacenar.

Su colocación de este tipo de tanque, se hará en base al hincado de pilotes de fricción y posteriormente se hará una losa de cimentación de concreto armado la cual se atornilla a los pilotes, en esta cimentación se el drenaje conveniente, en la parte superior de la losa se colocara el tanque metálico.

El tanque metálico esta construido de una placa de acero de 1/2” a 2”. Este tanque ira cubierto interiormente por una capa de resina epóxica y un recubrimiento de aumecuat, se cuente también con un dique de concreto armado, su finalidad de este es detener los derrames y evitar propagación de incendios a otro tanque.

Dentro de los tanques metálicos que almacenan combustible (turbosinas) también existen tanques para agua, este tanque es el que abastece a toda la red de emergencia en caso de un siniestro.

Utilizaremos tanques metálicos cilíndricos verticales que son :

**2 tanques con capacidad de 1,100,000 lts para la aviación comercial.**

**2 tanque con capacidad de 1,000, 000 lts para la aviación general.**

### Cálculo de la zona de combustibles

**Aviación comercial.**

Gasto del avión = 4,115 kg/hr

Posiciones simultaneas en plataforma = 4

Gasto por hora = 4,115 (4) = 16,460 kg

Considerando 8 horas de suministro de combustible.

Gasto diario = 16,460 (8) = 131,680 kg.

Considerando 5 días de almacenamiento de combustible a la semana.

Gasto semanal = 131,680 (5) = 658,400 kg.

Gasto semanal = 658,400 / 0.80 = 823,000 lts.

Considerando llenado de tanque al 90 %

Volumen de tanque = 823,00 / 0.90 = 914, 444.44 m<sup>3</sup>

**Se requiere 2 tanques verticales de 550,000 de litros para turbosina por aviación comercial.**

**Aviación general.**

$Q = 4,115 \text{ kg/hr}$

Posiciones simultaneas de aviación general = 2

$Q \text{ por hora} = 4,115 (2) = 8,230 \text{ kg}$

Consideramos 8 horas de suministro de combustible

$Q \text{ diario} = 8,230 (8) = 65,840 \text{ kg}$

Consideramos 5 días de almacenamiento de combustible a la semana

$Q \text{ semanal} = 65,840 (5) = 329,200 \text{ kg}$

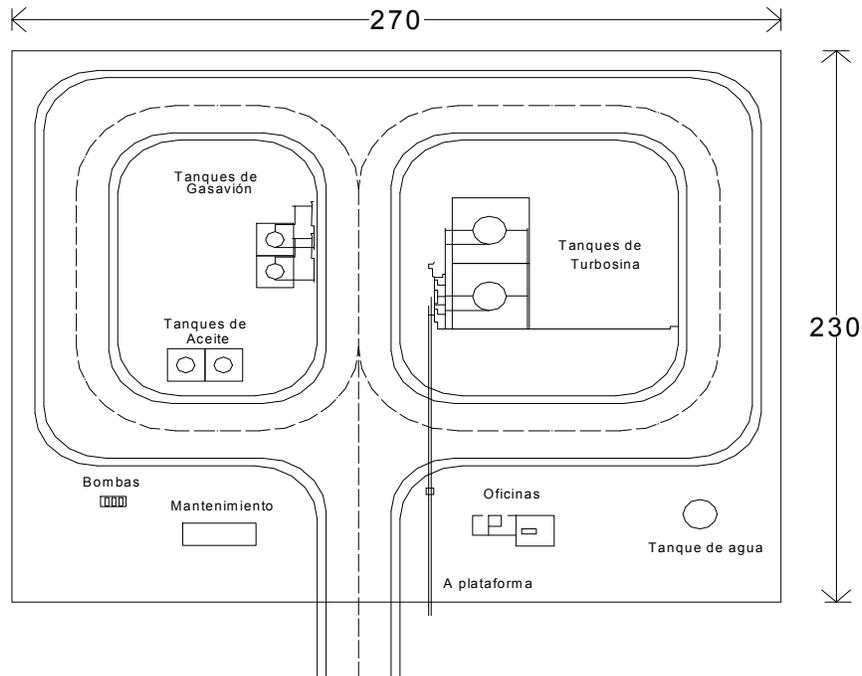
Utilizando gasavión la cual tiene un peso específico de 0.70 kgs/lts.

$Q \text{ semanal} = 329,200 \div 0.70 = 470,285.71 \text{ lts}$

Considerando el llenado del tanque al 90 % de su capacidad.

$\text{Vol. Del tanque} = 470,285.71 \div 90 \% = 522,539.68 \text{ lts}$

**Se requieren 2 tanques verticales de 300,000 litros para gasavión.**



Zona de combustible

## IX.3.- HANGARES.

### TIPOS DE HANGARES.

El tipo de hangar que se construya en el aeropuerto, está determinado por el tipo de avión que se use y de la clase de operaciones que hayan de ejecutarse.

Los hangares cumplen con dos funciones primordiales: proporcionan estancia a los aviones y su servicio y revisión.

La estancia es precisamente para proteger de los elementos naturales a los aviones más pequeños y más ligeros.

Conforme los aviones son más grandes sus dimensiones son mayores y sus materiales son más capaces de resistir los efectos del mal tiempo.

Por otra parte, conforme aumenta el avión de dimensiones, se exige una altura y un ancho libre mayor que provoca un incremento en el costo de la construcción. Por esto, a las grandes aeronaves comerciales no se les proporcionan cubiertas, sólo para su estancia. Sin embargo, hay que prever un espacio cerrado para todos los tipos de aviones, para entretenimiento, servicio y revisiones.

Los aparatos pequeños serán acomodados en tipos convencionales de hangares, así como los transportes de tamaño medio. Los aviones mayores serán atendidos por algún tipo de “hangar nariz”, en los que sólo se encierra la sección delantera de la aeronave, incluso los motores, quedando fuera la mayor parte del fuselaje y de las superficies de cola.

Existen tres tipos de hangares según el tipo del aeropuerto:

- 1.- Hangares de aeropuertos privados.
- 2.- Hangares de aeropuertos comerciales no regulares.
- 3.- Hangares de aeropuertos comerciales regulares.

Para nuestro caso consideraremos el caso No. 3 ó sea el caso de hangares de aeropuertos comerciales regulares. Pues nuestro aeropuerto es internacional.

Para la correcta ubicación del hangar dentro del aeropuerto debe cumplir con los siguientes puntos:

- 1.- Camino de acceso al emplazamiento, desde una carretera principal que sirva al aeropuerto, y desde el emplazamiento al área terminal.
- 2.- Proximidad razonable al área terminal.

3.- Situación favorable con respecto a la topografía, vientos dominantes, dirección de frecuentes tormentas para permitir la colocación de las puertas de los hangares en el lado protegido del edificio.

4.- Subsuelo de suficiente capacidad de carga para soportar cargas concentradas de las columnas, y del propio peso del avión.

5.- Área suficiente para estacionamiento de vehículos de los empleados.

6.-Buen drenaje natural.

La ubicación del hangar se observara en el plan maestro.

El procedimiento para dimensionar el hangar consistirá en albergar a dos aviones cubriéndolos al 100 %, teniendo en cuenta los siguientes datos:

Avión de proyecto: B727-200

Dimensiones del avión:

Longitud = 40.60 m.

Envergadura = 32.92 m.

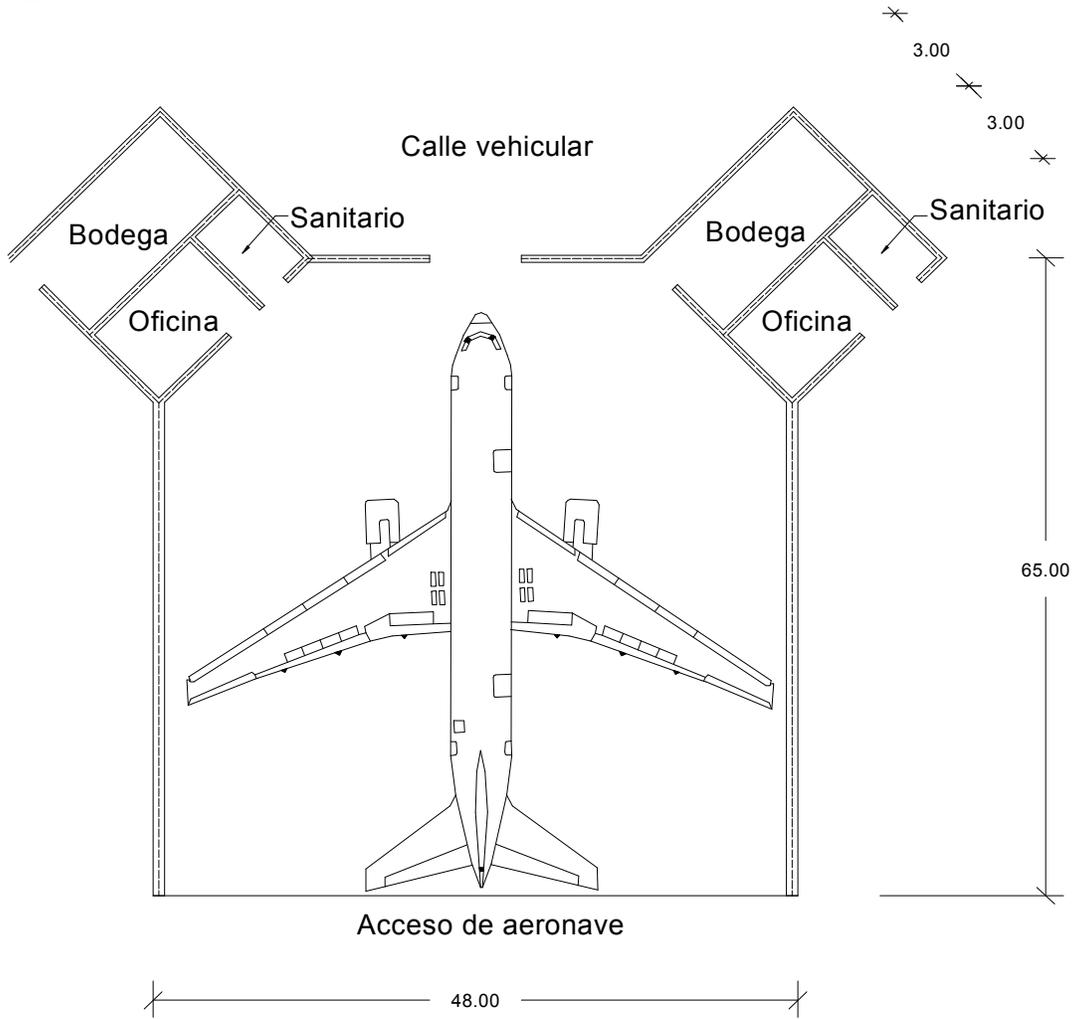
Altura = 10.36 m.

Radio de giro = 24.39 m.

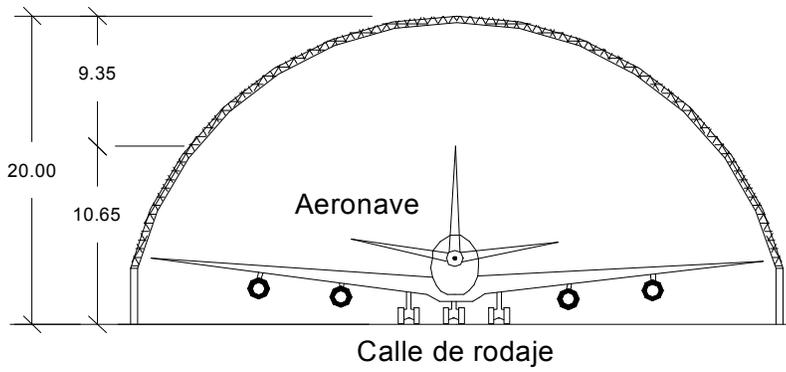
Vía = 5.73 m.

**Para nuestro caso ocuparemos 3 hangares para aviación comercial en base a las posiciones en plataforma que son de 4. Para aviación general se usara 1 solo hangar pues solo se tienen 2 operaciones en plataforma.**

Hangar tipo.



Planta



Alzado

## IX.4.- TORRE DE CONTROL.



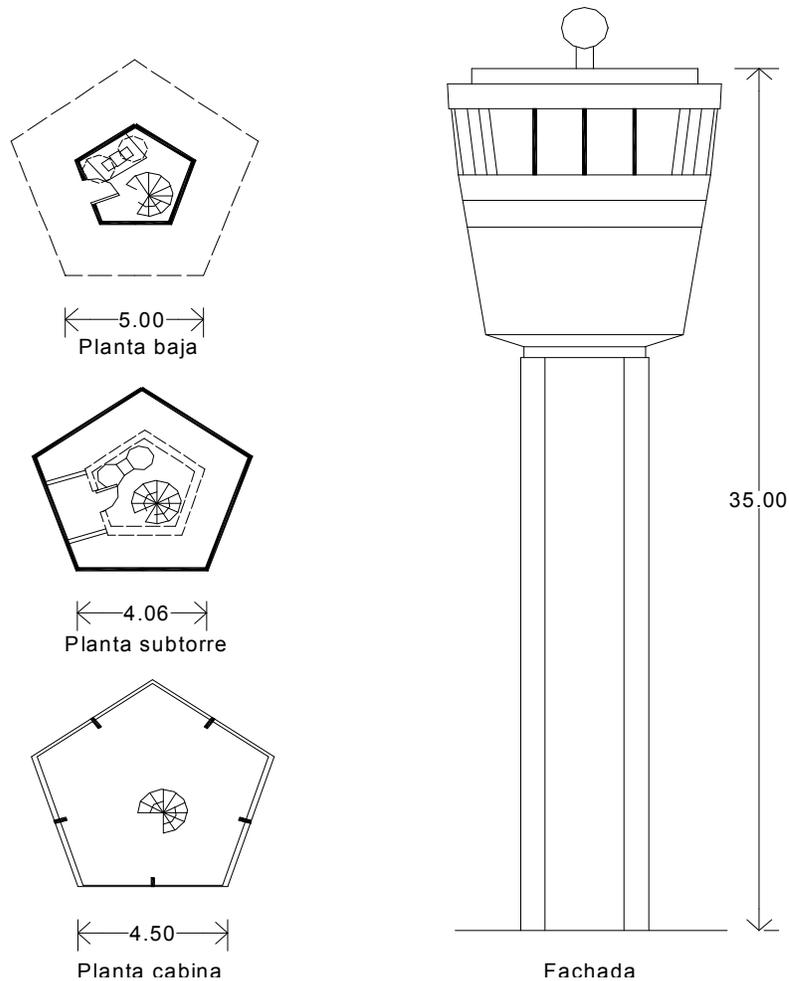
La torre de control del aeropuerto estará situada a 600 mts. perpendicularmente al eje de la pista principal. Consideraremos una altura para la torre de control de 35 mts. con una superficie de 43 m<sup>2</sup> .

La altura de la torre será suficiente para que las plataformas, calles de rodaje, pista y espacio aéreo que rodea al aeropuerto sean visibles desde la sala de control.

La sala de control deberá ser suficientemente grande para dar cabida a las mesas de control, dispositivos correspondientes a las mismas y al personal de operaciones. La sala de control de la torre tendrá una superficie de

También se deberá prever la necesidad de locales para el equipo, oficinas y salas de descanso debajo de la sala de control. Además se considerará protección contra ruido externo, aire acondicionado y acomodo de equipo sensible.

### Torre de control



## INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

*Calculo De Las Superficies De Las Diferentes Zonas Del Edificio Terminal.*

PAPCI-4D

Avión de proyecto: B727-200

Aeropuerto Internacional. Turístico

PAC= 625882 Pax

PHC= 413 Pax

Pax Nac= 60%

Pax Int= 40%

Llegadas 50%

Salidas 50%

### a) VESTÍBULO GENERAL (Av.)

$$PVG = [PHC(1 + Fv)] 0.30$$

AV: Área del vestíbulo general

PVG: Personas horarias en vestíbulo general

PHC: Pasajeros comerciales

Fv: Factor comerciante

$$PVG = [413(1+0.50)] 0.30 = 186 \text{ personas}$$

$$Av. = PVG (0.60) (1.0 \text{ m}_2 / \text{pasajeros}) + PVG (0.40) (1.5 \text{ m}_2 / \text{pasajeros})$$

$$Av. = 186 (0.60) (1) + (0.40) (1.5) = 223.2 \text{ m}_2$$

### b) MÓDULOS DE INFORMACIÓN (Mi)

NUMERO DE MÓDULOS 1 (ver anexo)

$$\text{ÁREA} = 1 \times 2.5 \text{ m}_2 = 2.5 \text{ m}_2$$

### c) CORREOS (C)

$$\text{CORREOS} = 1 \times 17 = 17 \text{ M}_2$$

### d) TELÉGRAFO (T)

$$T = C = 17 \text{ m}^2$$

**e) TELEFONS DE LARGA DISTANCIA (T LD)**

$$T_{ld} = 1 \times 4 = 4 \text{ m}^2$$

**e1) TELEFONOS LOCALES (T<sub>L</sub>)**

$$T_L = 10 = 10 \text{ m}^2$$

**f) BANCOS PARA CAMBIO DE MONEDA (B)**

$$B = 27 \left[ \frac{PAC}{500000} \right] = m_2 = 27 \left[ \frac{625882}{500000} \right] = 33.80 \text{ m}^2$$

**g) TIENDAS CONCESIONES (T<sub>c</sub>)**

$$T_c = \left[ \frac{PAC}{1000000} \right] 65 = \left[ \frac{625882}{1000000} \right] 65 = 40.68 = 65 \text{ m}^2$$

**h) NUMERO DE BEBEDEROS (N<sub>B</sub>)**

$$N_B = \frac{PGV}{450} (1) = \frac{186}{450} = 1 \text{ m}^2$$

**i) COMPAÑIAS DE SEGUROS (C<sub>s</sub>)**

$$C_s = 2 \times 6 = 12 \text{ m}^2$$

**j) SANITARIOS (S<sub>n</sub>)**

$$\text{Número de módulos} = \frac{PVG}{400} = \frac{186}{400} = 1$$

$$S_n = 1 \cdot 20.5 = 20.5 \text{ m}^2$$

#### k) LOCKERS GUARDA EQUIPAJE (Lk)

$$T_c = \left[ \frac{PAC}{1000000} \right] 7 = \left[ \frac{625882}{1000000} \right] 7 = 4.38 = 7 \text{ m}^2$$

#### l) RESTAURANTE (Re)

$$R_e = \left[ (PASAJEROS / SAL) + ACOMP(0.25) \right] 2.25$$

$$R_e = [(PHC(1.42)(0.25))] 2.25 = [413(1.42)(0.25)] 2.25 = 329.88 \text{ m}^2$$

#### m) COCINA (Cc)

$$C_c = R(0.30)$$

$$C_c = 329.88(0.30) = 98.97 \text{ m}^2$$

#### n) BAR (Br)

$$B_r = C_c = 98.97 \text{ m}^2$$

#### o) VESTÍBULO DE DOCUMENTACIÓN (Vb)

$V_b$  = Longitud del mostrador (longitud de cola)

Longitud de cola = 10m

Longitud del mostrador = numero de documentadotes

Longitud del mostrador = Longitud de documentados (1.5 / documentadotes) = 4(1.5) = 6 m

$$\text{Numero de documentadotes} = \frac{\text{pax / min}}{\text{Pax / min / docum}} = \frac{4}{1.08} = 3.70 = 4$$

$$\text{Pax/min} = \frac{\text{PHC}}{\text{Tiempo maximo de procedimiento}} = \frac{413}{120} = 3.44 = 4$$

60 minutos P / nacional

120 minutos P / internacional

$$\text{Pax / min. / Docum} = \frac{\text{tiempo promedio documentador}}{\text{segundos en minutos}} = \frac{65}{60} = 1.08$$

Tiempo promedio de documentador persona = 65

$$V_D = 6(10) = 60 \text{ m}^2$$

#### **o) MOSTRADOR Y TABLERO DE EQUIPAJE (ME)**

$$M_E = \text{Longitud del mostrador (4)} = 6 (4) = 24 \text{ m}^2$$

#### **p) OFICINAS PARA CAMPAÑA (Oc)**

Numero de compañías: 12 nacionales y 8 internacionales

$$O_c = 20 (90) = 1800 \text{ m}_2$$

#### **q) SELECCIÓN DE EQUIPAJE EXTERIOR A CUBIERTO (Seq)**

$$S_{eq} = \text{Longitud del mostrador (4)} = 6(4) = 24 \text{ m}^2 \text{ cubierto}$$

$$Seq = 6 \cdot 6 = 36 \text{ m}^2$$

$$Seq = 36 + 24 = 60 \text{ m}^2$$

#### **r) SALA DE ESPERA GENERAL (SEg)**

SEg = Área de personas sentadas + Área de personas de pie

$$SEg = [(PHC)(0.60)(1.25) + (PHC)(0.40)(1)]1.15$$

$$SEg = [(413)(0.60)(1.25) + (413)(0.40)(1)]1.15 = 712.46 \text{ m}^2$$

**r)1 SALA ÚLTIMA DE ESPERA (SUE)**

$$SUE = [(413)(0.60)(1.25)+(413)(0.40)(1)] = 474.95 \text{ m}^2$$

**r)2 SALA DE PASAJEROS EN TRASBORDO (St)**

$$St = 3\text{salas (pax/avion)}(1.25 \text{ m}^2) = 3 \cdot 92 \cdot 1.25 = 345 \text{ m}^2$$

**r)3 SALAS EN PASAJERON CON TRANSITO (Str)**

$$Str = St = 345 \text{ m}^2$$

**r)4 SALA V.I.P (Svip)**

$$Svip = \text{No. De Cias. (90 m}^2)$$

No. De Cias. = 6 nacionales, 5 internacionales

$$Svip = 11(90) = 990 \text{ m}^2$$

**s) TIENDA DE LIBRE IMPUESTO (Ti)**

Considerando dos tiendas de 80 m<sup>2</sup> c/u

$$Ti = 80(2) = 160 \text{ m}^2$$

**t) REVISIÓN ESPECIAL (Rs)**

FILTROS = 2

$$Rs = 2(16.20) = 32.40 \text{ m}^2$$

## Determinación de parámetros de elementos de Llegada

### a) OFICINAS DE GOBIERNO (Og)

Og = ASA, DGAC, ADMÓN., AERO, SHCP, SENEAM, SANIDAD, y MANTENIMIENTO

$$Og = 90(8) = 720 \text{ m}^2$$

### b) VIGILANCIA (Vi)

Vi = área / persona (No. De personas) + área complementaria  
Se considera que una policía cubre a 300 personas

$$Vi = [PHC(1.5)/300] 1.5 + 90$$

$$Vi = [413(1.5)/300] 1.5 + 90 = 93.10 \text{ m}^2$$

### c) SUB ESTACION (Sb)

$$Sb = 120 \text{ m}^2$$

### d) MANTENIMIENTO (Ma)

$$Ma = 150 \text{ m}^2$$

### e) SANIDAD (Sn)

$$Sn = PHC (0.40)(0.50)(0.60)(1) = 413 (0.40)(0.50)(0.60)(1) = 49.56 \text{ m}^2$$

### e)1 NUMERO DE FILTROS (Nfa)

F1 = Numero de filtros (4 m<sup>2</sup>/ filtros)

$$F1 = \text{Numero de filtros} = 4(4) = 16 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de filtros} = \frac{\text{pax / min}}{20 \text{ min}} = \frac{68.83}{20} = 3.44 = 4$$

$$\text{Pax / min.} = \frac{\text{tiempo de procedimiento}}{60 \text{ seg}} = \frac{4130}{60} = 68.83 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de procesamiento} = PHC \text{ int } (20) = 413(20)(0.50) = 4130$$

**e) 2 OFICINAS (Os)**

$$\begin{aligned} Os &= \text{No. De agentes} = (1.5) + 20.5 \\ \text{No. De agentes} &= Nfa / 3 = 4 * 3 = 12 \end{aligned}$$

**f) MIGRACIÓN (Mg)**

$$Mg = S_n = 49.56 \text{ m}^2$$

**f) 1 NUMEROS DE FILTROS PARA MIGRACIÓN (Nfs)**

$$\begin{aligned} Nfs &= Nf(4) = 9 * 4 = 36 \text{ m}^2 \\ Nf &= \text{pax/min} / 20 = 176 / 120 = 9 \end{aligned}$$

$$\text{Pax/min} = \text{tiempo de proceso} / 60 \text{ seg.} = 10540 / 60 = 176$$

**g) RECLAMO DE EQUIPAJE (REq)**

**g) 1 AREA DE ESPERA (Aer)**

$$\text{Área de espera} = \text{PHC (maletas pax)} 1.5 (1.65 \text{ m}^2) = 413(0.50)(1.5)(1.65) = 511.5 \text{ m}^2$$

**g)2 AREA DE BANDAS (Ab)**

$$Ab = \text{No. De Bandas (40)} = 1 * 40 = 40 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de Bandas} = \frac{\text{maletas / pers / min}}{20 \text{ min}} = \frac{6.66}{20} = 0.33 = 1$$

$$\text{Malet / pers / min} = \frac{\text{maletas / pers / min}}{60 \text{ seg}} = \frac{400}{60} = 6.66$$

$$\text{Maletas / pers / seg (50 seg)} = 8(50) = 400$$

$$\text{Maletas persona} = \frac{\text{Número de maletas}}{40 \text{ personas}} = \frac{310}{40} = 8$$

$$\text{Máximo de maletas} = \text{PHC / llegada (0.50)} = 310$$

**g) 3 AREA DE CARRITOS (Ac)**

$$\text{Area de carritos} = \text{PHC} / \text{Ilegada} (0.30) (0.54) = 413(0.50) (0.30) (0.54) = 33.45 \text{ m}^2$$

**g) RECLAMO DE EQUIPAJE (REq)**

$$\text{Manejo exterior de equipaje} = \text{Longitud de banda} (4.5) = 40(4.5) = 180 \text{ m}^2$$

**h) ADUANA (Ad)**

$$\text{Ad} = \text{PHC} (0.50) (0.40) (1.65) = 413 * 0.5 * 0.4 * 1.65 = 136.29 \text{ m}^2$$

**h) 1 AREA DE MESAS**

$$\text{Area de mesa} = \text{num. De mesas} (13 \text{ m}_2) = 2 (13) = 26 \text{ m}^2$$

$$\text{Num / mesas} = \frac{\text{Tiempo / revisión / minuto} \quad 41.3}{30 \text{ minutos}} = \frac{41.3}{30} = 2$$

$$\text{Tiempo / revisión / min.} = \frac{\text{PHC / Ilegada} (0.50)(30)}{60 \text{ seg.}} = \frac{413(0.4)(0.50)(39)}{60} = 41.3$$

**h) 2 BODEGA (Bd)**

$$\text{Bd} = 150 \text{ m}^2$$

**i) AREA DE BIENVENIDA (Abv)**

$$\text{Abv} = 20.5 + 10 + 253 + 31 + 443.98 = 767.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Área sanitaria} = 20.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de teléfonos} = 10 \text{ m}^2$$

$$\text{Renta de autos} = \text{No. De módulos} (2.20)$$

$$\text{Renta de autos} = 4 * 2.20 = 8.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Cambio de moneda} = 253 \text{ m}^2$$

$$\text{Guarda equipaje} = 31 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de espera} = (413*0.30*1.25)+(413*0.70*1) = 443.98 \text{ m}^2$$

## I.- ÁREA DE INFLUENCIA.



Es la zona que cubre la mayor parte de los usuarios que se supone harán uso del servicio del transporte aéreo.

Basándose en estadísticas, se ha logrado determinar que la distribución geográfica implica limitaciones cuando se expresa en el tiempo de recorrido, hasta o desde el aeropuerto. Por esto se ha determinado que al 95% de los usuarios del aeropuerto se encuentran localizados a 40 min. del recorrido. Y el 5% restante proviene de poblaciones esparcidas que se ubican a distancias mayores.

Se puede considerar que el tránsito aéreo de un aeropuerto es originado por la actividad socio-económica de una población situada en un área de influencia limitada por dos rangos que corresponden a tiempos de recorrido de 40 y 60 minutos respectivamente.

Por lo tanto, se tienen dos zonas de estudio:

La Zona I, que esta delimitada a 40 min. (por carretera) Del punto de origen.

La Zona II, que esta delimitada a 60 min. (por carretera) Del punto de origen.

Tomando en cuenta las siguientes velocidades:

100 K.P.H. Para autopistas y carreteras federales de cuatro carriles.

75 K.P.H. Para carreteras federales de dos carriles.

60 K.P.H.. Para las demás carreteras.

30 K.P.H. Para zonas urbanas.

60 K.P.H. Para ferrocarriles.

Descripción de los Vértices que conforman el Área de Influencia (AI)

El punto de origen para determinar el AI, esta ubicado en la CD. De Torreón, Coahuila. En las coordenadas: latitud  $25^{\circ} 32' 44''$  y longitud  $103^{\circ} 27' 00''$

*La zona I del AI esta conformada por cinco vértices, a continuación se describirá su determinación:*

**Vértice A.-** Este punto esta localizado a 40 min. del punto de origen, en el km. 39 al Este de la carretera federal de dos carriles México No. .40 con dirección a Saltillo Coahuila. En las coordenadas: Latitud  $25^{\circ} 29' 19''$  y longitud  $103^{\circ} 04' 12''$

**Vértice B.-** Este punto esta localizado a 40 min. del punto de origen a una distancia de 14 km., de los cuales; 3 km al Oeste corriendo a la zona urbana de la cd. de Torreón en dirección a Villa Juárez, 2 km al Oeste corriendo por la carretera estatal a Villa Juárez, 16 km. Al Sur corriendo en la carretera estatal con dirección a nazareno y 19 km hacia el Suroeste corriendo por la carretera estatal con dirección a San Luis. En las coordenadas: latitud  $25^{\circ} 16' 46''$  y longitud  $103^{\circ} 30' 45''$

**Vértice C.-** Este punto esta localizado a 40 min. del punto de origen a una distancia de 31 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Oeste, por la zona urbana de Torreón y Gómez Palacio con dirección a ciudad Lerdo, y los 25 km restantes corriendo hacia el Suroeste por la carretera Federal México No. 40 con dirección hacia Durango. En las coordenadas: latitud 25° 25' 14" y longitud 103° 41' 15".

**Vértice D.-** Este punto esta localizado a 40 min. del punto de origen a una distancia de 38.2 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Noroeste por la zona urbana de Torreón y Gómez Palacio con dirección a Bermejillo, y los 32.2 km restantes por la carretera Federal México No. 49 con dirección a Jiménez. En las coordenadas: latitud 25° 51' 49" y longitud 103° 36' 18".

**Vértice E.-** Este punto esta localizado a 40 min. del punto de origen a una distancia de 48 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Noroeste por la zona urbana de Torreón a Gómez Palacio con dirección a Granjas Lecheras, y los 42.2 km restantes corriendo hacia el Noreste por la carretera Estatal Coahuila No. 30 con dirección a Francisco I. Madero. En las coordenadas: latitud 25° 47' 27" y longitud 103° 16' 57".

*La Zona II del AI esta conformada por ocho vértices, a continuación se describirá su determinación:*

**Vértice 1.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 64 km., de los cuales 7 km corriendo hacia el Este por la zona urbana de Torreón con dirección a División del Norte y los 57 km restantes corriendo hacia el Este por la carretera Federal México No. 40 con dirección Saltillo Coahuila. En las coordenadas: latitud 25° 36' 25" y longitud 102° 56' 06".

**Vértice 2.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 57 km., corriendo hacia el Este por la vía ferroviaria con dirección a Saltillo. En las coordenadas: latitud 25° 22' 22" y longitud 102° 56' 06".

**Vértice 3.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 61 km., de los cuales; 3 km al Oeste corriendo por la zona urbana de la cd. de Torreón en dirección a Villa Juárez, 2 km al Oeste corriendo por la carretera estatal con dirección a Nazareno, 19 km. hacia el Suroeste corriendo por la carretera estatal con dirección a San Luis y los 20 km. restantes corriendo hacia el Sur por la carretera Estatal con dirección a Jimulco. En las coordenadas: latitud 25° 08' 52" y longitud 103° 22' 30".

**Vértice 4.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 61 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Oeste por la zona urbana de Torreón y Gómez Palacios con dirección a ciudad Lerdo y los 55 km restantes corriendo hacia el Suroeste por la carretera Federal México No. 40 con dirección hacia Durango. En las coordenadas: latitud 25° 12' 41" y longitud 103° 39' 45".

**Vértice 5.-** Este punto a excepción de los demás se escogió, porque hacia el Suroeste era el único Municipio cercano, y por no tener otra área de influencia cercana. El punto es Nazas con coordenadas: latitud 25° 13' 14" y longitud 104° 06' 36".

**Vértice 6.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 58.3 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Noroeste por la zona urbana de Torreón y Gómez Palacio con dirección a Bermejillo, 34.2 km por la carretera Federal México No. 49 con dirección a Jiménez, 18.1 km. restantes corriendo hacia el Oeste (dando vuelta en Bermejillo a la izquierda) por la carretera Federal México No. 30 con dirección a la Zarca. En las coordenadas: latitud 25° 51' 25" y longitud 103° 48' 45"

**Vértice 7.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 66.5 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Noroeste por la zona urbana de Torreón y Gómez Palacio con dirección a Bermejillo y los 60.5 km restantes por la carretera Federal México No. 49 con dirección a Jiménez. En las coordenadas: latitud 26° 06' 25" y longitud 103° 45' 00".

**Vértice 8.-** Este punto esta localizado a 60 min. del punto de origen a una distancia de 71.6 km., de los cuales 6 km corriendo hacia el Noroeste por la zona urbana de Torreón a Gómez Palacio con dirección a Granjas Lecheras y los otros 65.6 km restantes corriendo hacia el Noroeste por la carretera Estatal Coahuila con dirección a Finisterre. En las coordenadas: latitud 25° 57' 57" y longitud 103° 17' 33".

## ***1.2.- Puntos Extremos***

Estos son los siguientes: entre los 25° 13' 14" y 26° 06' 25" de latitud norte y los 102° 56' 06" y 104° 06' 36" de longitud Oeste.

## ***Colindancias***

El Al colinda al Este en 25600m con el valle conformado por dos zonas Montañosas, las cuales; Sierra Parras y Sierra la Cadena. Al Sureste colinda en 51800m con la zona Montañosa Sierra de Jimulco con una altitud 2500msnmm que en 17200m varia de 1500 a 2500m, tomando una pendiente del 17.2%. Al Sur colinda en 74100m con el valle conformado por las Sierra San Lorenzo con una altitud de 2000msnmm y la Sierra Vaca con una altitud de 1820msnmm. En 25000m al Oeste con la Cañada de En medio y en 75150m con el valle conformado por la Sierra el Rosario con una altitud de 2740msnmm y la Sierra Mapimi con una altura de 2240m. Y al Norte con 2000m con el poblado de Tlahualilo de Zaragoza.

## ***Superficies***

Las superficies de AI están delimitadas por dos zonas, la I y la II; la ZI tiene un área de 2567.87km<sup>2</sup> ( 256787hs) y la ZII tiene un área de 5461.82km<sup>2</sup> ( 546182hs) dándonos un área total de 8029.69km<sup>2</sup> (802969 hs)

La forma de determinar el área fue la siguiente: ya que la ZI es un pentágono y la ZII es un octágono se utilizó el teorema del polígono regular.- En un polígono regular, si de su centro se trazan segmentos a cada uno de sus vértices, se forman tantos triángulos iguales como lados tenga el polígono. El área del polígono regular será igual al área de un triángulo multiplicada por el número de triángulos. Si el lado del polígono es “&” y la altura de cada triángulo es “a”, el área del triángulo es  $\frac{1}{2} \cdot \text{&} \cdot a$ .

Si el polígono tiene “n” lados, se forman “n” triángulos, entonces:  $A = n \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \text{&} \cdot a\right)$ ; como  $n \cdot \text{&} = P$  es el perímetro “P” de un triángulo entonces  $A = \frac{P \cdot a}{2}$ .

Y es con este teorema, con el que se puede calcular la superficie del área de influencia.

### ***1.3.- Municipios***

Los municipios que conforma el AI, son 6. De los cuales 3 son del estado de Coahuila y 3 del estado de Durango.

#### ***Coahuila:***

El municipio de Torreón se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en la coordenadas 103° 26' 33" longitud Oeste y 25° 32' 40" latitud Norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango y al este con el municipio de Matamoros. Torreón representa una población de 529,512 habitantes.

*Matamoros*, municipio de Coahuila, localizado en las coordenadas 25° 30' 58" de latitud Norte 103° 14' 56" de longitud Oeste. Territorio de planicies bañado con el río Nazas. Productos: algodón, trigo, vid. Tierras de Agostadero. Población 93,398 habitantes.

*Francisco I. Madero*, municipio de Coahuila, localizado en las coordinas 25° 46' 05" de latitud Norte y 103° 16' 01" de longitud Oeste. Comprende parte de la zona del Silencio. Cultivos principales: algodón y vid. Tierras de Agostadero. Población 58, 981 habitantes.

#### ***Durango:***

El municipio de *Gómez Palacio*, se localiza la porción oriente del estado de Durango en la coordenadas 25° 34' de latitud Norte y 103° 30' de longitud Oeste, a una altura de 1150msnmm. Población 280,996 habitantes.

*Lerdo* municipio de Durango, localizado en las coordenadas 25° 33' de latitud Norte y 103° 32' de longitud Oeste. Territorio ubicado al margen del río Nazas con clima calido. Productos: uva, melón, sandía y maíz. Población 102,324 habitantes.

*Nazas*, municipio del estado de Durango, localizado en las coordinas 25° 13' 14" de latitud Norte y 104° 106' 36" de longitud Oste. Su relieve es montañoso y plano. Clima extremo. Productos: maíz, algodón, tabaco, cacahuete, lechuguilla y guayule. Población 18,250 habitantes.

De lo anterior se deduce que la Población del Área de Influencia es de 1'083,460 habitantes que existían en el año 2000; por lo tanto, usando el método de los mínimos cuadrados, se tiene que para el 2004 hay 1'312,350 habitantes.



## X.- LOCALIZACIÓN.



Independientemente de los factores técnico-operativos, existen otros factores importantes en la localización de un aeropuerto como los son los económicos, los políticos y sociales que tienen repercusión en los ámbitos, estatal, regional, y federal. Existe una gran diversidad de opiniones que muchas ocasiones en contra y a favor de la construcción de un aeropuerto; y como un claro ejemplo tenemos los acontecimientos que ocurridos con la construcción del aeropuerto de Texcoco en el que se mostraron manifestaciones sociales en contra de este proyecto; de que la importancia de analizar cada uno de los factores que intervienen de una manera decisiva en la construcción y ubicación de un aeropuerto.

Los estudios de localización se inician una vez que se ha justificado la necesidad y conveniencia e la construcción; en el que se tiene un plan maestro ya elaborado con todas las proyecciones a futuro de crecimiento.

Se construirá una plantilla que debe contener una delimitación de la superficie de terreno que se requiere para el aeropuerto, así como su orientación, las pistas con todos sus elementos, sobre todo con sus superficies limitadoras de obstáculos bien definidas; calles de rodajes, plataformas, edificios, estacionamientos, etc.

Son elementos opcionales que pueden estar o no dibujados en la plantilla, puesto que ya están contenidos en la superficie total del terreno requerido.

## X.1.- FACTORES DE SEGURIDAD

Estos consideran que el estudio de aquellos elementos que tienen que ver con la seguridad de las operaciones aeronáuticas en la proximidad del aeropuerto y tienen prioridad sobre los factores económicos y son:

*Obstáculos.*- El primer concepto que debe considerarse en un aeropuerto es la de los obstáculos con respecto al mismo, este factor de seguridad tienen prioridad sobre cualquier otra consideración, los obstáculos pueden ser naturales tales como, árboles cerros, dunas. O bien, artificial como; torres, antenas posteriores, edificios, silos, etc.

*Visibilidad.*- Esta se subdivide en visibilidad horizontal y visibilidad vertical.

*Visibilidad Vertical (techo).*- Se define como la distancia a la cual se puede ver fácil y claramente la aeronave o mejor dicho a la altura que existe entre el lecho bajo de un banco de nubes y el aeropuerto.

*Visibilidad Horizontal.*- Llamado en términos aeronáuticos, es la distancia que existe entre la torre de control y un avión que se aproxima.

*Vientos.*- Se deberá ubicar el aeropuerto en donde no existan vientos irregulares en forma de molinos, corrientes descendentes o ascendentes, vientos arranchados o muy variados en velocidad, en tanto que debemos conocer su velocidad, dirección y frecuencia con la que soplan, para identificar los vientos dominantes, su dirección e intensidad. Debe aclararse con la dirección de vientos dominantes afectan el brazo u orientación de las pistas, y la delimitación o áreas de aproximación y de las superficies de transición, y por lo tanto, afecta la posible localización del aeropuerto con respecto a los obstáculos de la región.

Siempre hay que cumplir con un coeficiente de utilidad por medio de los resultados del análisis de vientos que será del 95%.

## X.2.- FACTORES ECONÓMICOS

Se refieren al estudio de los conceptos que inciden en el costo de la adquisición del terreno, operación, construcción, administración y mantenimiento del aeropuerto.

Aquellos sitios que hayan superado el estudio de los factores de seguridad.

1.- Para la adquisición del terreno se tiene que considerar:

a) Superficie, Dimensiones y Orientación. Aun cuando en forma genérica se ha recomendado que la superficie para construir un aeropuerto mínimo debe de ser de 500 hectáreas para lo cual nos apoyamos en el plan maestro para prevenir los posibles aumentos de terreno que solo provoque descontento entre la gente.

La Orientación del terreno requerido para el aeropuerto es consecuencia de la orientación de la pistas que tiene que ver con el sentido de las operaciones aeronáuticas y con los trapecios de aproximación, por lo que el terreno que se pretenda adquirir debe ajustarse en lo más posible en esa orientación.

b) Régimen de Propiedad. El terreno que se pretenda adquirir para el aeropuerto es necesario conocer el régimen de la propiedad al que pertenece; ejidos, comunal o pequeña propiedad.

Si el terreno es Pequeña Propiedad o Comunal se trata su compra directa con los interesados

c) Uso de suelo. Y el potencial del mismo, de los terrenos que se estén considerando para el emplazamiento del aeropuerto son de vital importancia dándoles preferencia a los terrenos que no sean apropiados para la agricultura,

minería, de tal forma que se procure que no quitara o alterara la actividad productiva de la región puesto que el aeropuerto, lo que es pretende dar beneficios a la sociedad.

El uso de suelo esta directamente relacionado con el costo de los terrenos más aun cuando en su adquisición se necesita considerar los espacios y superficies necesarias y suficientes para sus futuras.

d) Ubicación con respecto al cuadro urbano. Operacionalmente se recomienda que la localización de los aeropuerto se haga a fuera de la zona urbana, sin establecer parámetros diferentes, en forma muy general se a planeado que en los países americanos los aeropuertos se emplacen a distancia promedio de 30 min. De recorrido por la vía principal con respecto al centro urbano de la ciudad y en países europeos que estas distancias sean de 15 minutos.

e) Proximidad con respecto a los centros demanda, se tratara de situar a los aeropuertos lo mas próximo posibles a los núcleos de población existentes o futuros. Así como también las zonas que están diseñadas a servir desde el punto de vista de la distancia y necesario para poder trasladarse a ellos. Considerando ante todo a los pasajeros y expendedores de mercancías etc.

2. Costos de la Construcción. Los estudios de Localización son decisivos en el costo de construcción de un aeropuerto por que si bien existen otros factores, de ellos dependerá la topografía del terreno, el estudio geotécnico y la localización de los bancos de materiales.

**Los estudios por realizar de los sitios considerados son:**

a) Topografía del Terreno. La configuración topográfica de un lugar con respecto a otro, repercute en el costo del proceso de construcción en prácticamente todas sus etapas sobre todo en el movimiento de tierras

b) Estudios Geotécnicos y Localización de bancos de Materiales. Estos nos muestran la naturaleza y conformación y resistencia del suelo de los terrenos considerados para el desplazamiento del aeropuerto.

Mediante los estudios geotécnicos se conocen las características físico-químicas del suelo donde se construirá el aeropuerto mediante los cuales se diseñan las terracerías y los pavimentos, calles de rodaje, plataformas, estacionamientos y vialidades, permiten además diseñar la cimentación y elegir la estructura mas adecuada de los diferentes edificios del aeropuerto.

c) Infraestructura y Servicios Disponibles. En los sitios en estudio los cambios en el acceso a dicho lugar, ferrocarril o avenidas suburbanas, la disponibilidad o cercanía de sitios de recreo, hoteles, restaurantes: la proximidad de líneas de alta tensión, de teléfonos y telégrafos, sin que representen ser un obstáculo para las

operaciones aeronáuticas; serán determinantes en la selección de algún sitio con respecto a otro, en la localización del terreno donde se emplazara el aeropuerto.

### 3.- Costo de Operación y Administración.

El costo de operación de un aeropuerto incluye la administración, mantenimiento y reposición de todos los muebles e inmuebles del aeropuerto. Cualquier estudio en el costo de operación esta ligado a los ingresos y egreso que tenga el aeropuerto.

En la localización de un aeropuerto es conveniente analizar los posibles ingresos y egreso. Frecuentemente la localización de un aeropuerto tendrá una influencia decisiva en las actividades que puedan llevarse a cabo en el aeropuerto.

PISTA 31-13 ALTURA 235 MM PUNTOS A CONSIDERAR	ANÁLISIS	OBSERVACIONES
ZONA DE TRANSICIÓN	SIN OBSTÁCULOS	OK
SUPERFICIE HORIZONTAL INTERNA	SIN OBSTÁCULOS	OK
SUPERFICIE CÓNICA	SIN OBSTÁCULOS	OK
VISIBILIDAD	ACEPTABLE	OK
TEMPERATURA	25° C	OK
NIEVE	NO	OK
VIENTOS	99.38% C.U	OK
DISTANCIA AL CENTRO URBANO	5 KM	OK
USO DE SUELO	AGRÍCOLA TEMPORAL Y RIEGO	
AVES POR LOS CUERPOS DE AGUA	NO	NO
CONTAMINACIÓN	NO	OK
TOPOGRAFÍA	NO EXISTEN PROBLEMAS	OK
GEOTÉCNICA	ESTRATIGRAFÍA RESISTENTE Y ESTABLE	OK
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	EXISTENTES (CERCANOS)	OK
EXTENSIÓN DE TERRENO	3200.00 Hs.	OK

## II.- ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS



## II.1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La historia es la ciencia que se encarga del estudio de los orígenes y de la evolución del hombre.

En 1850, Leonardo Zuloaga había ordenado que en la margen derecha del río se construyera un torreón (torre de vigilancia), el primer torreón, a cargo de su administrador, Pedro Santa Cruz al cual se le agregó una cuadra y más tarde una casa. Después se agruparon algunos pequeños locales y a cierta distancia hacia el oriente se empezaron a abrir unas labores con los nombres del El Tajito y El Pajonal. Al conjunto de fincas, jacales y labores se les fue identificando poco a poco bajo el nombre de Rancho del Torreón. Los primeros colonos que se acercaron junto al torreón fueron los hermanos Peralta: Guadalupe, Melquíades, Serafín y Natividad, gentes humildes provenientes de Cuencamé. Fue entonces, que con la sociedad de los señores Jiménez y Zuloaga, dio comienzo la era agrícola de esas tierras.

En 1852, Don Leonardo y Don Juan Ignacio decidieron partir la hacienda que habían adquirido en común, procurando que sus intereses quedaran en los términos más favorecidos según las circunstancias particulares de cada uno, cosa que se facilitaba grandemente dado el hecho de que el señor Jiménez se interesaba por la parte de la hacienda que quedaba en el Estado de Durango, y el señor Zuloaga se inclinaba de manera absoluta por el lado de Coahuila.



El uso del agua se convirtió en pocos años en el principal motivo de discordia entre estos hacendados a causa de la constante sequía. Habían establecido en una acta privada los límites de sus respectivas propiedades, que de hecho eran los límites jurisdiccionales entre Durango y Coahuila, y habían acordado algunas cláusulas para el uso de las aguas del Nazas. Si bien la sequía representaba una constante amenaza para la agricultura, las incursiones de los indios bárbaros fueron uno de los elementos que más obstaculizaron las actividades productivas, ya que su finalidad era la captura de caballos y de ganado, el saqueo de las cosechas y la destrucción de las construcciones rurales, y terminaron por obligar a los hacendados a organizar la defensa de sus posesiones. Para contribuir a la defensa contra los indios nómadas, los propietarios del norte desde hacía tiempo habían permitido el asentamiento de agricultores libres en los latifundios, bajo la forma de congregaciones o núcleos colectivos independientes. Peor estos núcleos representaban, al mismo tiempo, un flanco

abierto en la estructura social del latifundio ya que los agricultores en ellos establecidos presentaban continuas demandas legales par tomar posesión de las tierras que cultivaban.

Mientras tanto, sobrevinieron los trastornos consiguientes de la guerra entre la República y el Imperio, y Don Leonardo Zuloaga, en constantes y diversas agitaciones decayó física y moralmente y acaeció al fin su fallecimiento. Murió sin sucesión heredando todos sus bienes la Viuda, Doña Luisa Ibarra, a la que al triunfo de la República, le fueron confiscados bajo la acusación de infidencia, por convivir con enemigos.

Doña Luisa Ibarra Viuda de Zuloaga ocurrió a desvirtuar los tremendos cargos que le eran imputados, solicitando a la vez la devolución de sus propiedades, y habiendo sido oída en justicia, el Presidente Juárez dictó acuerdo de que le fueran devueltas.

Una vez en posesión de sus bienes, la señora Viuda de Zuloaga comenzó a reorganizar sus negocios agrícolas y entre ellos, el del Rancho del Torreón.

El 4 de septiembre de 1868, una fuerte avenida en que las aguas del Nazas salieron de cause, derribó el Torreón y la cuadra con todo y casa, pero la presa y el canal ya perfectamente construidos no se afectaron en esa ocasión, mostrando su solidez, continuándose sin interrupción los riegos de las grandes labores abiertas en San Antonio de los Milagros, como entonces se llamaba la Hacienda del Coyote. Un poco después fue de nuevo construida la casa. El Torreón se levantó en la esquina suroeste de la finca.

Para cubrir sus necesidades pecuniarias y atender sus negocios agrícolas, la señora Ibarra Viuda de Zuloaga mandó abrir cuentas corrientes en las casas comerciales que en la Ciudad de Saltillo. Los saldos de sus cuenta en estas casas ascendieron a cifras de cierta consideración y no habiendo sido posible a la señora Ibarra cubrirlos al vencimiento.

## II.2.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La geografía es la ciencia que estudia las causas y los efectos de la formación y la transformación de la tierra y sus habitantes.

El municipio de Torreón se localiza en la parte Oeste del Sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 26'33" longitud Oeste y 25° 32' 40" latitud Norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con el municipio de Matamoros; al Sur y al Oeste con el estado de Durango y al Este con el municipio de Matamoros.

Clima: La Ciudad de Torreón tiene clima cálido, seco y soleado la mayor parte del año. Los meses más cálidos son Junio, Julio y Agosto. La temperatura desciende únicamente en el invierno, que pertenece a los meses Noviembre, Diciembre y Enero.

El Estado de Coahuila cuenta con 38 municipios, los cuales están agrupados en cinco diferentes regiones debido a sus características económicas y ubicación geográfica. Dentro de estas regiones, se ubica a la Comarca Lagunera, la cual está integrada por 16 municipios, 5 del Estado de Coahuila: Fco. I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y Viesca y 11 del Estado de Durango: Cuencamé, General Simón Bolívar, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Nazas, Rodeo, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo y Tlahualilo.

El Municipio de Torreón representa el 1.28% de la superficie total del Estado de Coahuila, con un área de 1,940 Km<sup>2</sup>, teniendo como particularidad, que el territorio municipal se encuentra dividido en dos zonas: la primera, al norte de la Sierra de las Noas, abarca aproximadamente la tercera parte de la superficie del Municipio, colinda con el Estado de Durango y el Municipio de Matamoros. Aquí es donde se asienta la totalidad de la Ciudad de Torreón; las otras dos terceras partes del Municipio, se encuentran hacia el sur, colindando con el Estado de Durango y con el Municipio de Biseca, comprendido, entre otras, las localidades de Juan Eugenio, Mineral de San José Alférez y Barrial de Guadalupe.

Está ubicada ortográficamente en el extremo suroeste del Bolsón de Mapimí y a 370 Km aproximadamente de la costa del Océano Pacífico. La ciudad de Torreón queda separada de las Ciudades de Gómez Palacio y Lerdo por el cauce del Río Nazas; sin embargo, el desarrollo urbano de las tres ciudades está estrechamente interrelacionado en cuanto a actividades económicas, sociales y ambientales

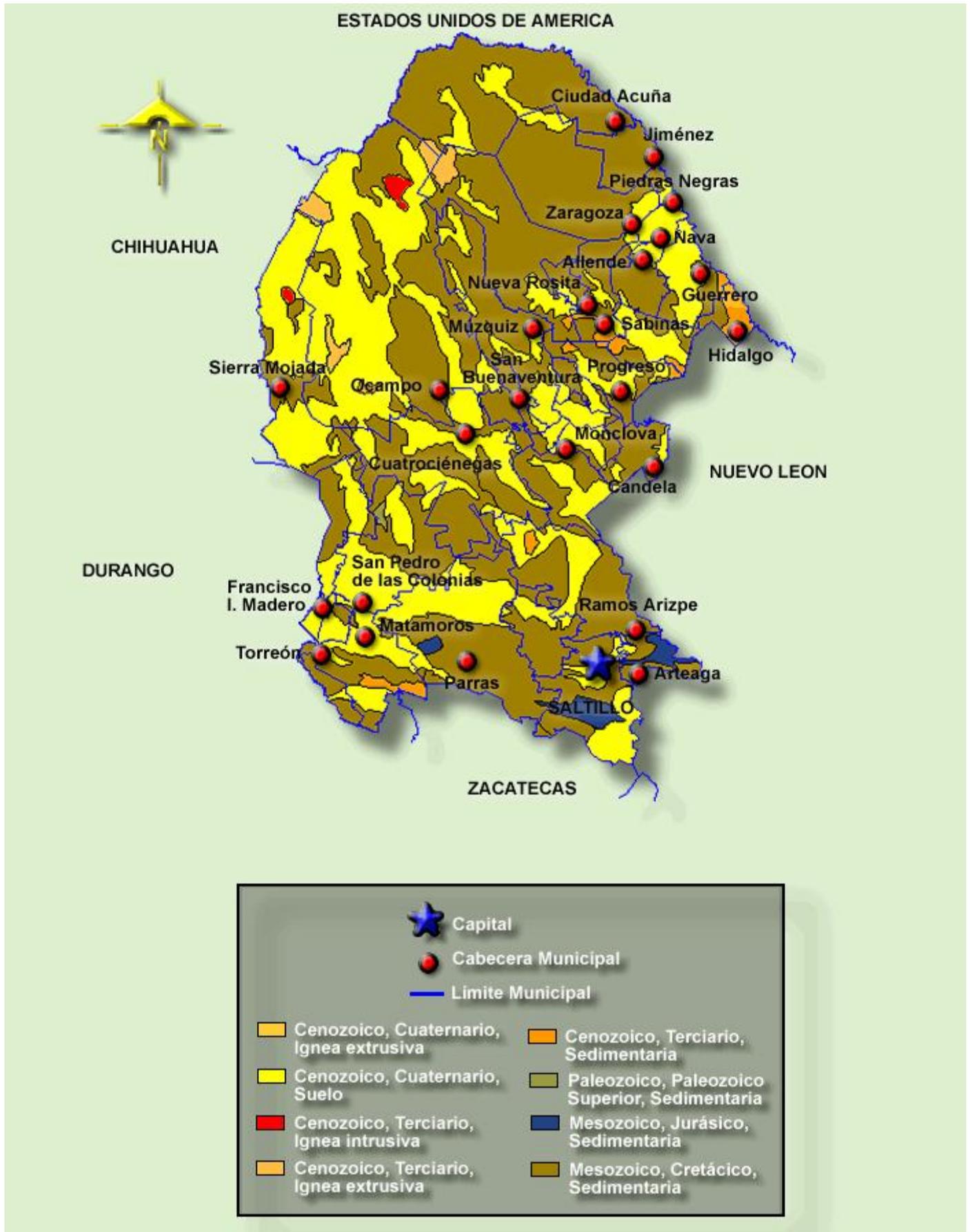
## II.3.- MARCO ECONÓMICO

**Economía es el conjunto de principios, técnicas, reglas costumbres e instituciones sociales que rigen la forma en que los miembros de una comunidad cooperan en la producción, distribución y consumo de los bienes y servicios cambiables.**

El Municipio de Torreón cuenta con una población de 529,512 habitantes, de los cuales, 205,843 son Población Económicamente Activa, lo que representa el 38.87% de la población total municipal.

Considerando sólo las áreas urbanas, el personal ocupado en las manufactureras, comercio y los servicios privados en el Estado de Coahuila asciende a 407,222 personas y el Municipio de Torreón destaca en primer lugar con 106,634 personas (26.19%).

Actualmente, en el Municipio se muestra una fuerte tendencia hacia las actividades del sector terciario (comercio y servicios), el cual representa el 60.51% de la PEA ocupada en el Municipio. La segunda actividad que más se desarrolla es la industria (sector secundario), con un 34.41% de la PEA ocupada, la cual está comenzando a despuntar con la instalación de nuevas empresas, debido a las condiciones favorables que para ello presenta el Municipio. Las actividades primarias, como la agricultura y la ganadería, son las que menos se desarrollan en el Municipio, pues solamente el 1.83% de las personas económicamente activas ocupadas se emplean en éstas, aun así, no deja de ser importante este sector, pues la Región Laguna se ha caracterizado a nivel nacional por su importante producción ganadera.



El Estado de Coahuila de Zaragoza, contaba en el año 2000 con 2'298,070 habitantes, de los cuales, Torreón representa una población de 529,512 personas, lo que representa el 23.04% de total del Estado.

De la población total municipal, el 50.32% tiene 20 o menos y el 38.87% componen la Población Económicamente Activa (PEA).

Cuenta con una tasa de crecimiento de 3.26%

Un 23% de la población gana entre 5 y 8 salarios mínimos al día.

La Región Lagunera se ha convertido en una de las cadenas más productivas y completas del país, debido principalmente a su diversificada estructura industrial, integrada por un gran número de empresas de 13 ramas industriales mismas que dan ocupación a 50,000 personas aproximadamente.

Distancia a las ciudades fronterizas norteamericanas

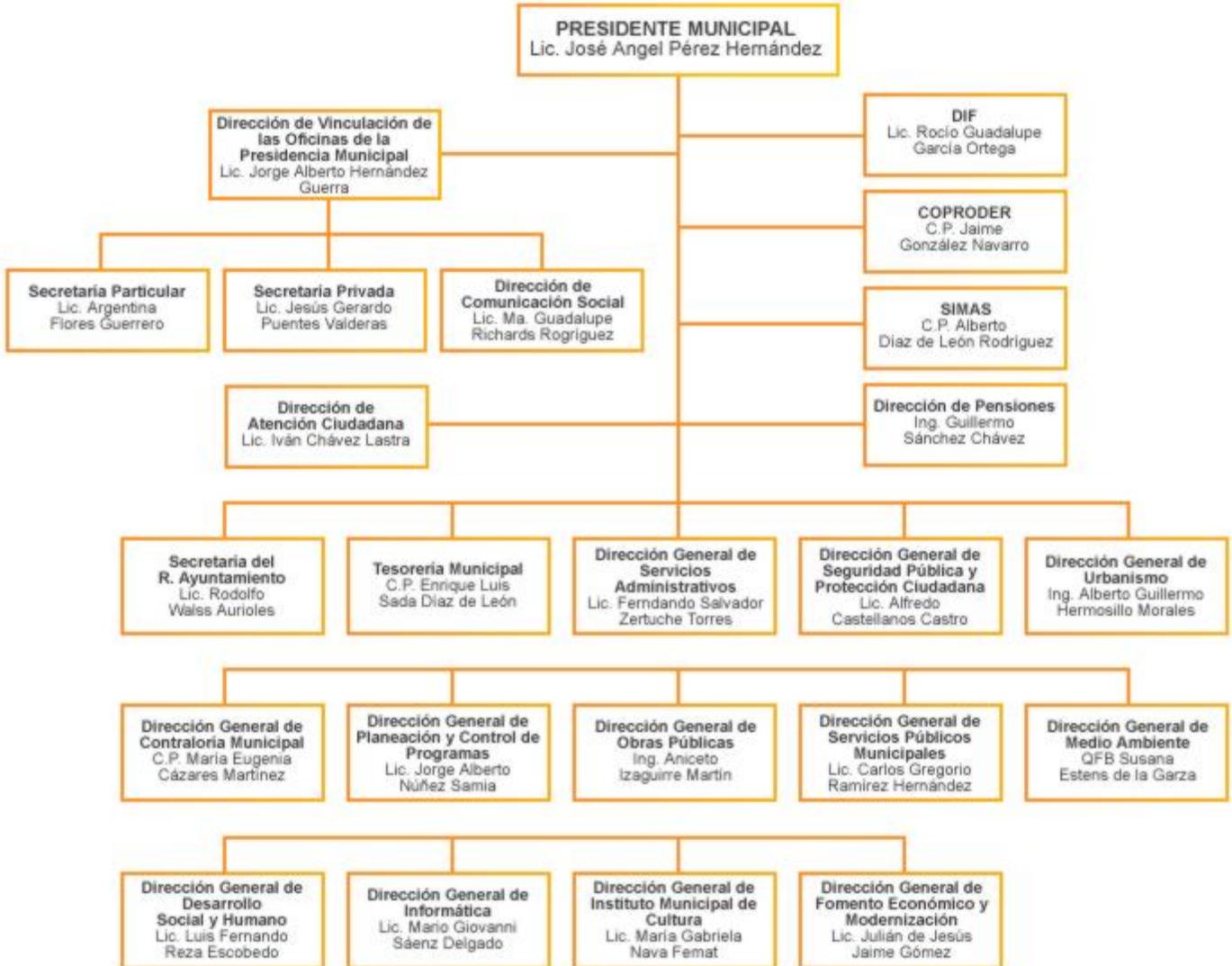
De Torreón a la Ciudad de	Distancia en Km
Laredo TX	584
El Paso TX	827
Mc Allen TX	587
Brownsville TX	586
Eagle Pass TX	579
Del Río TX	665

Su localización, estratégica por la cercanía a la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica, ha permitido a la industria local participar en la generación de divisas, gracias al continuo incremento en los niveles de exportación.

## II.4.- MARCO POLÍTICO,

Se refiere a la estructura político-administrativa que rige las actividades de los tres niveles de gobierno que inciden en la vida de un municipio y sus habitantes.

Organigrama General del  
R. Ayuntamiento de Torreón



## II.5.- MARCO SOCIAL

Nos indica el nivel de vida de la sociedad.

Torreón representa una población de 529,512 personas, lo que representa el 23.04% de total del Estado, así mismo cuenta con una basta gama de centros Culturales, Deportivas y de salud.

<b>Nombre de las Bibliotecas Municipales</b>	<b>Domicilio</b>	<b>Teléfono</b>
<b>ISSSTE CONACUTLA</b>	Fco. I. Madero y Abasolo	7-13-16-30
<b>José García de Letona*</b>	Matamoros y Donato Guerra, en la Alameda Zaragoza	7-16-45-58
<b>Especial Santa Cecilia</b>	San Pedro y Querétaro, Col. Las Julietas	7-30-81-44
<b>Pablo C. Moreno</b>	C. J. Antonio de la Fuente y Av. Allende	7-16-84-04
<b>José R.Mijares</b>	Av. Bravo y C. Gutemberg	7-13-26-44
<b>Arturo Orona Gámez</b>	Domicilio Conocido, Ejido Flor de Jimulco	7-92-02-96
<b>Jesús Flores Martínez</b>	Domicilio Conocido, Ejido Juan Eugenio	7-44-80-37
<b>Ciudad de los Niños</b>	Domicilio Conocido, km. 145 La Partida	
<b>Solidaridad</b>	Domicilio Conocido, Ejido La Unión	
<b>Beatriz González de Montemayor</b>	Puerto Escondido 4330, Col. Nueva California	7-20-30-50
<b>Manuel José Othón</b>	Interior del Centro de Iniciación Artística Pilar Rioja	
<b>Enriqueta Ochoa</b>		
<b>Centenario</b>	Torre de Cristo, Col. Las Torres	7-20-14-82
<b>Pedro H. Rivas Figueroa</b>	Calzada México s/n Interior del CERESO	
<b>DIF Discapacitados</b>	Interior de la Unidad Deportiva Compresora	7-76-85-99
<b>Manuel Acuña Narro</b>	Perú esquina áreas verdes, Col. Aviación	

### Centro Cultural Pablo C. Moreno

El día 20 de noviembre de 1987, se inauguró este Centro Cultural bajo la Dirección del C. Francisco Fernández Torres, siendo Presidente Municipal el Licenciado Manlio Fabio Gómez Uranga.

Dando inicio a sus actividades como Centro Cultural con el nombre de Centro Histórico y Educativo Prof. Pablo C. Moreno, ubicado en Avenida Allende esquina con Juan A. de la Fuente, al poniente de la ciudad de Torreón.

### Centro Cultural José R. Mijares

El Centro Cultural José R. Mijares fue inaugurado el día 20 de noviembre de 1987 por el Prof. Francisco Fernández Torres durante el periodo del alcalde Manlio F. Gómez Uranga.

Está ubicado al oriente de la ciudad en Av. Bravo y C. Juan Gutemberg en Torreón, Coah.

Impartir cursos de actividad artística y cultural es su misión, por lo que se han implementado cursos diversos y se planea abrir todos aquellos que demande la comunidad, buscando siempre clases de calidad con maestros de reconocida actividad docente y cultural.

La población cuenta casi en su totalidad (98%) con los servicios primordiales, como son: luz, agua, drenaje, teléfono, televisión, etc.

METODO DE AJUSTE POR MINIMOS CUADRADOS

AÑO (t)	Hbitantes (P)	t <sup>2</sup>	P <sup>2</sup>	t x P	ln P	ln t	(ln t) <sup>2</sup>	(ln P) <sup>2</sup>	(ln t) (ln P)	t (ln P)
1990	509226	3960100	2.59311E+11	1013359740	13.14	7.60	57.70	172.68	99.81	26149.89
2000	1083460	4000000	1.17389E+12	2166920000	13.90	7.60	57.77	193.09	105.162	27791.34
	1592686	7960100	1.4332E+12	3180279740	27.04	15.20	115.47	365.77	205.43	53941.23

N=2

TABLA DE RESUMEN CON ECUACIONES DE AJUSTE

Tipo de ajuste	Coef. De Regresión (a)	Ctte. De Regresión (b)	Coef. De Correlación (r)	Ecuación de Ajuste
Línea	-1137633340.00	57423.40	1.00	$P=a+b(t)$
Exponencial	2.85E-60	0.08	1.00	$P=(a) e^{(bt)}$
Logaritmico	-869671693.58	1.15E+08	1.00	$P=a+b(Lnt)$
Potencial	0.00E+00	150.63	1.00	$P=(a) t^{(b)}$

CALCULO DE PROYECCION DE POBLACION EMPLEANDO LAS ECUACIONES DE AJUSTE

AÑO (t)	POBLACION HISTORICA	AJUSTE LINEAL	AJUSTE EXPONENCIAL	AJUSTE LOGARIT.	AJUSTE POTENCIAL
2000	1083460	1083460	1083460	1083460	0
2001		1140883	1168431	1140725	0
2002		1198307	1260066	1197962	0
2003		1255730	1358888	1255170	0
2004		1313154	1465459	1312350	0
2015		1944811	3362531	1939450	0

### III.- ESTUDIOS DE DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO



## III.1.- FUNDAMENTOS AEROPORTUARIOS

### III.1.1.- PLANIFICACIÓN.

#### III.1.1.1.- CONCEPTOS GENERALES DE PLANIFICACIÓN.

*Aeródromo:* Área definida de tierra o de agua (que incluyen todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves. El elemento principal de todo aeródromo son las pistas de las que para determinar sus dimensiones y características es necesario conocer las diversas formas de operación y su clave de referencia.

*Aeropuerto:* Aeródromo civil de servicio público, que cuenta con las instalaciones y servicios adecuados para la recepción y despacho de aeronaves, pasajeros, carga y correo del servicio del transporte aéreo regular, del no regular, así como del transporte privado comercial y privado no comercial.

*Aeropuerto Alterno:* Es el aeropuerto que se fija en el plan de vuelo de una aeronave y que debe recibir los aviones cuando el aeropuerto de destino por cualquier circunstancia no pueda hacerlo.

Las definiciones establecidas anteriormente, comprenden lo que es la infraestructura aeroportuaria necesaria para que se realice la aviación y el transporte aéreo, considerado en términos generales como aeropuerto;

Para su funcionamiento requiere de facilidades para que los medios terrestres puedan operar; el camino de acceso es el encargado del desembarque de sus ocupantes y sitio para el estacionamiento de vehículos. Los pasajeros y acompañantes accederán a un edificio en donde puedan realizar sus trámites de viaje y donde podrán esperar en un ambiente de comodidad y confort antes de abordar el transporte aéreo. La aeronave necesita de una superficie amplia, resistente, nivelada y con longitud suficiente en la cual pueda tocar tierra con seguridad o despegar. La pista se unirá a una o varias calles de rodaje que permitirá que la nave llegue hasta una zona donde se encontrará con la plataforma de operaciones; en esta los pasajeros descenderán, considerando para dimensionar toda esta infraestructura, el avión de proyecto.

Con lo anterior podremos realizar un listado de los elementos que integran un aeropuerto.

Pistas, calles de rodaje, plataforma de operaciones, zona de estacionamiento de vehículos, edificio terminal y camino de acceso.

En este sentido se entiende como planificación.- Actividad que se realiza previamente a la acción, introduciendo organización y racionalidad. Es anticiparse al futuro deseado. Se entiende como la función pues el instrumento es el plan.

La planificación comprende también tener presente el marco normativo que regulara el proyecto desde la adquisición del terreno, la gestión de los recursos económicos y financieros, las relaciones laborales y lo relacionado con los aspectos técnicos del proyecto como se describe en temas posteriores de este capítulo.

### III.1.2.- PLANIFICACIÓN GENERAL DE AEROPUERTOS.

**Recomendaciones de la OACI para la planificación.-** Que la solución a la demanda de servicios aéreos se integren al plan general más eficiente posible y proporcione el mayor grado de flexibilidad.

#### **Objetivo y fundición de la planificación.**

**Objetivo.-** Abarca en su mayoría los elementos principales en un sistema integral de transporte aéreo los elementos que operen en el aeropuerto se mantengan equilibrados, funcionamiento y desarrollarse para el mundo del tráfico.

**Función.-** Diseña técnicas de planeación, conceptos operacionales y planes de desarrollo. Es el Periodo de planificación, construcción y vida útil operacional del sistema de transporte aéreo que deben estar el equilibrio. Todos los aspectos son susceptibles de medición y capaces de definirse exactamente. Existe, sin embargo, poca información sobre la planificación de las zonas de pasajeros que puedan definir igualmente con exactitud, debido a su relación con las limitaciones y emociones con las idiosincrasias de las personas.

En el funcionamiento de un aeropuerto intervienen esencialmente las funciones de muchas de las instalaciones, y por lo tanto, no deberán planearse como elementos por separado. Las plataformas para aeronaves tienen que estar integradas funcionalmente con el edificio terminal de igual manera los estacionamientos para vehículos necesitan estar relacionados con las actividades de las personas que los utilizan y con los edificios que éstas ocupan.

### III.1.3.- EQUIPO PLANIFICADOR.

Para la coordinación general y la dirección de un equipo planificador se necesita un coordinador de planificación, que debiera ser un experto en técnicas administrativas y de dirección, con amplios conocimientos aeronáuticos, quien debiera encargarse de la sesión del plan general más apropiado, de su progreso y del control de costos.

Las especialidades que debieran considerarse para incluirse en un equipo planificador son: estadística, economía, finanzas, ingeniería civil, arquitectura, ingeniería electrónica del tráfico, control de tránsito aéreo y dirección de aeropuertos.

El equipo planificador está coordinado por personal técnico de ASA, SCT y las siguientes secretarías, dirección y dependencias:

#### **Autoridades Gubernamentales de Control.**

*Secretaría de Hacienda y Crédito Público.*- Proporciona información sobre estadísticas económicas, financieras y fiscales de México, proyectos, programas y actividades en el ámbito hacendario así como presentar la normatividad vigente.

*Secretaría de Gobernación.*- Tiene encomendada la adecuada conducción de la política interna del país que permita a través de programas, acciones y estrategias el desarrollo de una sociedad cada vez más participativa en las acciones del Gobierno para satisfacer sus demandas; permitiendo con ello un crecimiento en ámbito económico, político y social del país.

*Procuraduría General de la República.*- Es el órgano del poder Ejecutivo Federal, que se encarga principalmente de investigar y perseguir los delitos del orden federal y cuyo titular es el Procurador General de la República, quien preside al Ministerio Público de la Federación y a sus órganos auxiliares que son la policía investigadora y los peritos.

*Policía Federal Preventiva.*- Estado que tiene como fines salvaguardar la integridad y derechos de las personas, así como preservar las libertades, el orden y la paz públicos; estableciendo además, los principios rectores de: coordinación y cooperación entre las autoridades de los tres niveles de gobierno, para presentar un frente común contra la delincuencia.

*Secretaría de Salubridad y Asistencia.*

## **Autoridades Transnacionales y Locales.**

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Secretaría de Transporte Terrestre.

Dirección General de Aeronáutica Civil.- Participar en la definición de la política y programas de transporte aéreo y ejercer la autoridad en el marco de su competencia.

*Aeropuertos y Servicios Auxiliares.*- Es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, encargado de impulsar el desarrollo de aeropuertos mediante su operación, construcción, suministro de combustibles y administración, acciones que concibe como instrumentos de apoyo al desarrollo del país y de sus diferentes regiones. Todas estas acciones son coordinadas a través de sus áreas de Finanzas, Administración, Jurídico y Comunicación Social.

*Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano.*- Presta los servicios de control de tránsito aéreo, telecomunicaciones aeronáuticas, meteorología aeronáutica y radioayuda, destinadas a la protección de la seguridad de la navegación aérea.

## **Fabricantes de aviones.**

Airbus.

Boeing.

Dimon Air.

Debido a que el avión de proyecto es un B 727 – 200 se invitara a un representante de la Boeing para integrar el equipo planificador.

## **Usuarios, transportistas y organismos representativos.**

Taxis y Transporte Público.

Línea de Transporte Terrestre.

Línea de Transporte Aéreo.

Sindicato de Sobrecargos.

Colegio de Pilotos.

Colegio de Ingenieros Mexicanos en Aeronáutica.

Colegio de Ingenieros Civiles de México.- Es la agrupación más importante de la Ingeniería Civil mexicana. Un foro permanente que fortalece la identidad profesional. Una asociación civil que fomenta, el intercambio de ideas, experiencias y conocimientos en el ámbito de la Ingeniería Civil.

Cámara Nacional del Aerotransporte. (Canaereo.)

## **Dependencia Gubernamental que formula la política Aeronáutica.**

Dirección General de Aeronáutica Civil.- Participar en la definición de la política y programas de transporte aéreo y ejercer la autoridad en el marco de su competencia.

## **Autoridades Centrales y Locales encargadas de la Planificación del suelo del País.**

Presidencia de la República.

SEMARNAT.- La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; es la dependencia de gobierno que tiene como propósito fundamental, constituir una política de estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país.

S.H.C.P.- Proporciona información sobre estadísticas económicas, financieras y fiscales de México, proyectos, programas y actividades en el ámbito hacendario así como presentar la normatividad vigente.

Gobierno del Estado.- Genera la participación ciudadana y obtiene información veraz para la toma de decisiones del gobernador, vigila que haya legalidad en todos los actos del gobernador, proporcionar constantemente a la ciudadanía, los municipios y la federación información suficiente, confiable y oportuna sobre las actividades del Gobierno del Estado, logra que las actividades del gobernador estén debidamente organizadas y se lleven en forma tal, que se asegure que las mismas atiendan necesidades de la población, dan seguimiento a los planteamientos sociales y las decisiones del gobierno, promueven mejoras en la Administración Pública.

## **Leyes que Rigen la realización del Aeropuerto.**

Ley de aeropuertos.- Tiene por objeto regular la construcción, administración, operación y explotación de los aeródromos civiles, los cuales son parte integrante de las vías generales de comunicación.

Reglamento de la ley de aeropuertos.- El presente ordenamiento tiene por objeto regular la construcción, administración, operación y explotación de los aeródromos civiles, como partes integrantes de las vías generales de comunicación aérea, conforme a la ley de aeropuertos.

Ley de vías generales de comunicación.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujeta exclusivamente a los poderes federales. El ejecutivo ejercitara sus facultades por conducto de la secretaría de comunicaciones y transporte en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras dependencias del ejecutivo federal.

Ley de aviación civil y su reglamento.- Regula la explotación, uso y aprovechamiento del espacio aéreo situado sobre el territorio nacional, respecto de la prestación y desarrollo de los servicios de transporte aéreo conforme a la Ley de Aviación Civil. Que el uso se cite después de la explotación dice mucho del subconsciente de quien redactó el reglamento. La Secretaría designará al comandante de cada aeródromo y sus verificadores.

Ley orgánica de la administración pública federal.- La presente ley establece las bases de organización de la administración pública federal, centralizada y paraestatal. La Presidencia de la República, las Secretarías de Estado, los Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal, integran la Administración Pública Centralizada. Los organismos descentralizados, las empresas de participación estatal, las instituciones nacionales de crédito, las organizaciones auxiliares nacionales de crédito, las instituciones nacionales de seguros y de fianzas y los fideicomisos, componen la administración pública paraestatal. En el ejercicio de sus atribuciones y para el despacho de los negocios del orden administrativo encomendados al Poder Ejecutivo de la Unión, habrá las siguientes dependencias de la Administración Pública Centralizada: Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos, y Consejería Jurídica.

Ley orgánica de la administración pública del estado.- Queda conformada de la manera siguiente: cada municipio tendrá como estructura administrativa la que determinen sus reglamentos, pero en todo caso contará con una Secretaría del Ayuntamiento, una dependencia encargada de las finanzas públicas municipales; una dependencia encargada de la administración de servicios internos, recursos humanos materiales y técnicos del municipio; una dependencia encargada de la prestación de servicios públicos municipales y otra de la ejecución y administración de obras públicas; así mismo habrá una dependencia encargada de la seguridad pública, policía preventiva y el tránsito municipal.

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas y su Reglamento.

Ley de obras públicas del estado.- Se refiere a lo siguiente: la adjudicación de los contratos de Obra Pública a través de licitación pública, se realizará mediante convocatoria, para que libremente se presenten propuestas en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar a las dependencias, entidades o ayuntamientos las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás información pertinente, de acuerdo con lo que establece la presente ley.

Presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2006.- El ejercicio, control y la evaluación del gasto público federal para el año 2006, se realizó conforme a las disposiciones del este decreto y las demás aplicables en la materia.

En la ejecución del gasto público federal, las dependencias y entidades deberán realizar sus actividades con sujeción a los objetivos, estrategias y prioridades establecidos en el plan nacional de desarrollo, así como a los objetivos y metas de los programas aprobados en este presupuesto.

### III.1.4.- FASES DEL DESARROLLO DE LA PLANEACIÓN.

La planeación involucra secuencia lógica a seguir, ya que un concepto sin anticipación de otro que lo induzca, no sería posible realizar con éxito las bases de la planeación, las cuales son:

- Formulación de programas de trabajo para obtener la planeación general.
- Analizar las condiciones existentes.
- Previsión del tráfico aéreo futuro.
- Pronosticar la demanda de instalaciones y servicios.
- Evaluar la infraestructura existente.
- Determinación del tipo de aeropuerto, consideraciones de orden público, económico, y social.
- Formulación de diversos planes como parámetros comparativos.
- Evaluación de las alternativas por parte de los interesados.
- Selección de la solución óptima, modificada, según sea necesario, a fin de Satisfacer a todos los interesados.

Los procedimientos de la planificación de cada una de las instalaciones de la totalidad de un aeropuerto son idénticos a los del plan general suponen las siguientes fases generales:

**Pronósticos:** Es la preparación de pronósticos a largo plazo que abarcan factores aeronáuticos operacionales, económico y otra clase, en los cuales pueda basarse la planificación para el futuro. Los pronósticos son necesarios para definir las instalaciones que requieran, la importancia de esas instalaciones y el momento en que se necesitarán.

Su finalidad no es predecir el futuro con precisión, sino facilitar información que pueda ser utilizada para evaluar los efectos de la incertidumbre con respecto al futuro para la planificación física deben tenerse en cuenta las siguientes situaciones evaluación financiera, no solamente las inferencias de los pronósticos mismos, sino también las atribuciones y a la falta de precisión de los pronósticos.

**Conceptos para los sistemas:** Es la elaboración de conceptos para los sistemas básicos de operación e identificación del desarrollo necesario para satisfacer las necesidades pronosticadas de todos los usuarios del aeropuerto. Todas las instalaciones del aeropuerto tales como las pistas, calles de rodaje, plataformas, edificio terminal, los conceptos identificarán el tipo de operación o manejo de las instalaciones para su correcto uso, mantenimiento o conservación.

**Plan general del aeropuerto:** Determina el trazo general definitivo que mejor empresa de a explotar las posibilidades que ofrece el emplazamiento, aprovechando al máximo los accidentes naturales del terreno que pudieran existir. Representa la concepción del planificador en cuanto a la evolución final de un

aeropuerto. Con el se da a conocer la investigación y el razonamiento lógico a partir de los cuales se presenta en forma gráfica y escrita. Los planes generales se utilizan para la modernización y ampliación del aeropuerto existente y para la construcción de otros nuevos, independientemente de su tamaño o de los aspectos funcionales propios de su existencia.

Es importante tener en cuenta que todo plan general de aeropuerto constituye sólo una orientación sobre los siguientes aspectos:

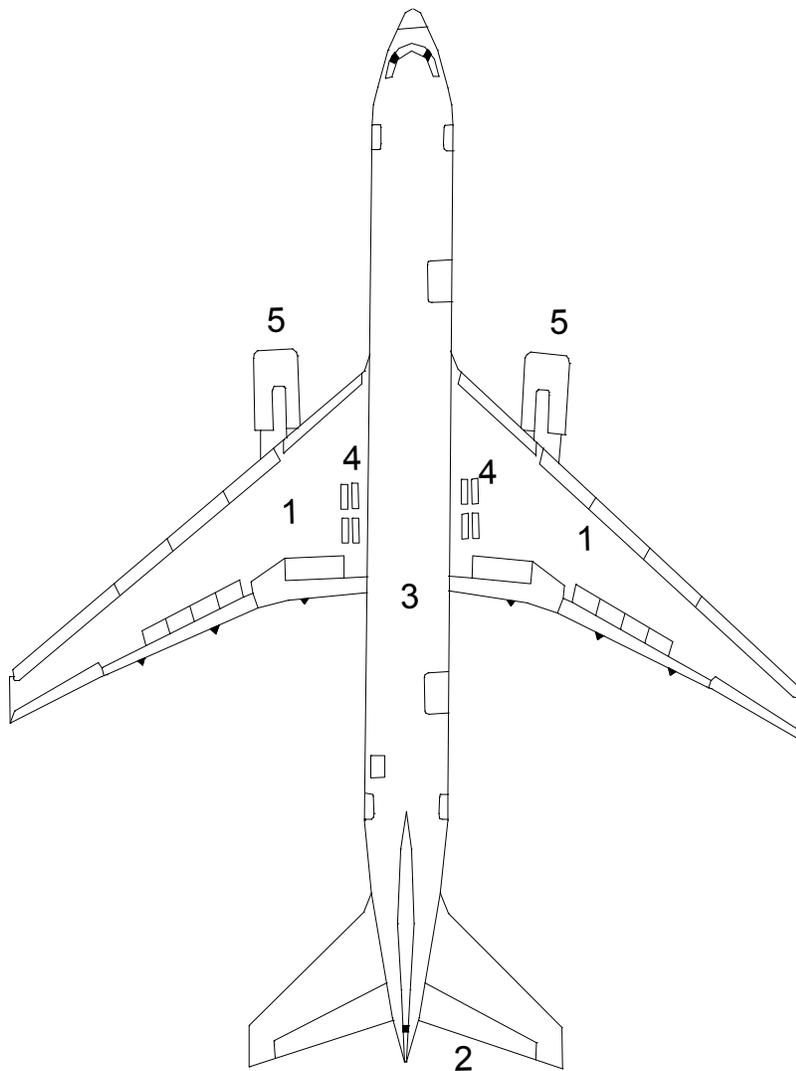
- a) La construcción de las instalaciones físicas de todo aeropuerto, sea o no aeronáutica.
- b) El desarrollo de los planes para la utilización de los terrenos localizados en las zonas que lo rodean.
- c) La determinación de las necesidades del aeropuerto en materia de vías de acceso.

### III.2.- AVIÓN DE PROYECTO.

Se eligió un avión B727-200, el cual se obtuvo por ser uno de los de capacidad media y adecuado para nuestro proyecto y para el aeropuerto.

Es necesario para la elaboración del proyecto conocer detalladamente las partes que forman un avión.

- 1.- Sustentador.
- 2.- Empenaje.
- 3.- Fuselaje.
- 4.- Tren de aterrizaje.
- 5.- Motor - propulsor.



**Sustentador.-** Este grupo esta formado por las alas, de las cuales se obtiene el 80% de la sustentación aproximadamente. Este porcentaje puede aumentarse con el auxilio de superficies hipersustentadoras llamada aletas (flaps).

**Grupo empenaje.-** Empotrado en la cola o extremo posterior del fuselaje se encuentra el grupo de empenaje, formado por un plano vertical y otro horizontal.

**Grupo fuselaje.-** En la aeronave, la principal unidad estructural es el fuselaje, ya que las demás unidades son directamente soportadas por él.

**Tren de aterrizaje.-** Es la parte de la aeronave sobre la que descarga cuando esta en tierra o sobre agua. Si la aeronave terrestre, esta compuesta de una estructura pierna y las ruedas. Si es hidroavión tendrá flotadores y si es anfibia tendrá ruedas y flotadores.

**Grupo motor-propulsor.-** Se ha dado el nombre genérico de motor a toda máquina capaz de transformar energía de cualquier tipo, sea química, neumática, hidráulica, eléctrica o térmica en trabajo mecánico.

#### **Características Generales de las Aeronaves:**

**Alcance.-** Puede ser de corto, mediano y largo alcance de acuerdo al tamaño del avión que se considere en el proyecto.

**Peso total.-** Es el peso de la estructura del avión más la carga, más el combustible y en función de este peso total y de la disposición del tren de aterrizaje principal es como se diseñan los pavimentos.

**Peso básico o vacío.-** Es el peso propio de la aeronave sin sobre carga alguna.

**Peso de operación.-** Es el peso básico más el equipo fijo de vuelo más la tripulación (sin combustible ni carga).

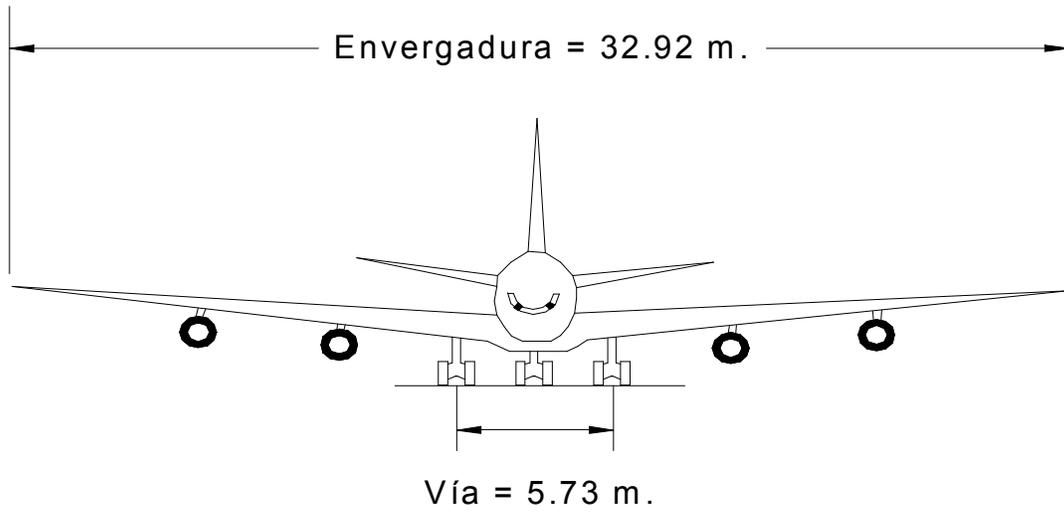
**Carga que paga.-** Es la que requiere de pago para su transportación.

**Carga útil.-** Carga que paga más combustible más tripulación.

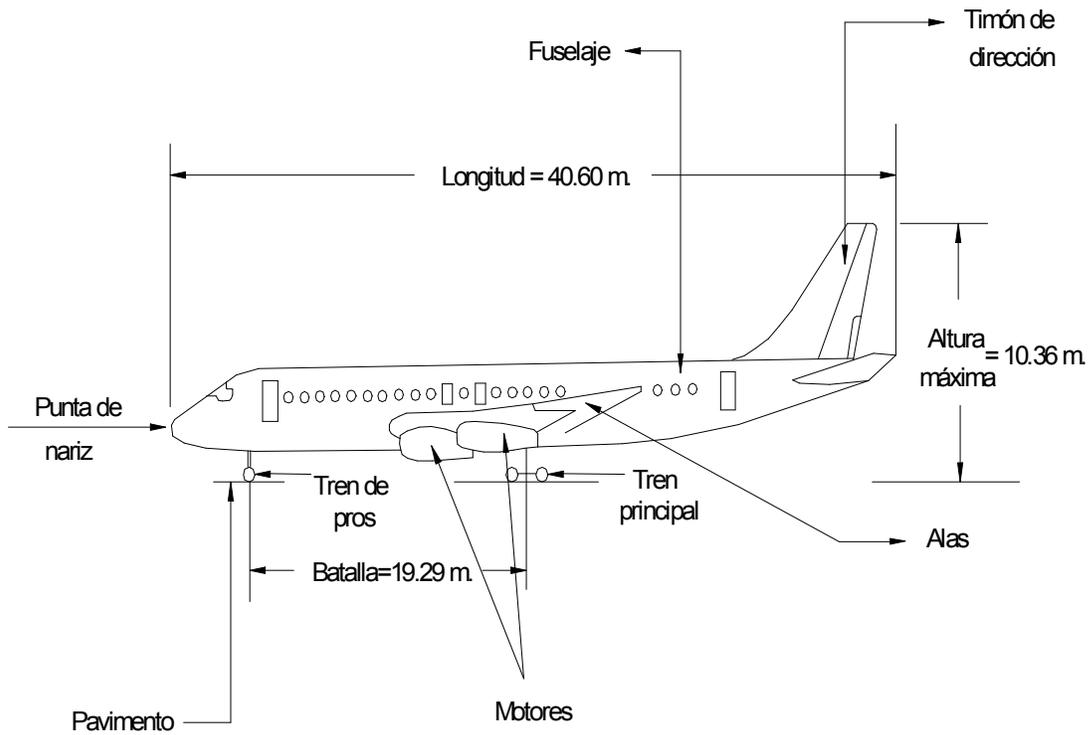
**Peso máximo de aterrizaje.-** Es el peso máximo con el que puede aterrizar una aeronave sin sufrir daño alguno en su estructura.

**Peso máximo de despegue.-** Es el peso con el que puede despegar una aeronave sin sufrir daño alguno en su estructura y por lo general es mayor que el peso máximo de aterrizaje.

**Combustible requerido para el vuelo.-** Se determina considerando el combustible necesario para cubrir la ruta más el combustible de reserva.



### VISTA DE FRENTE



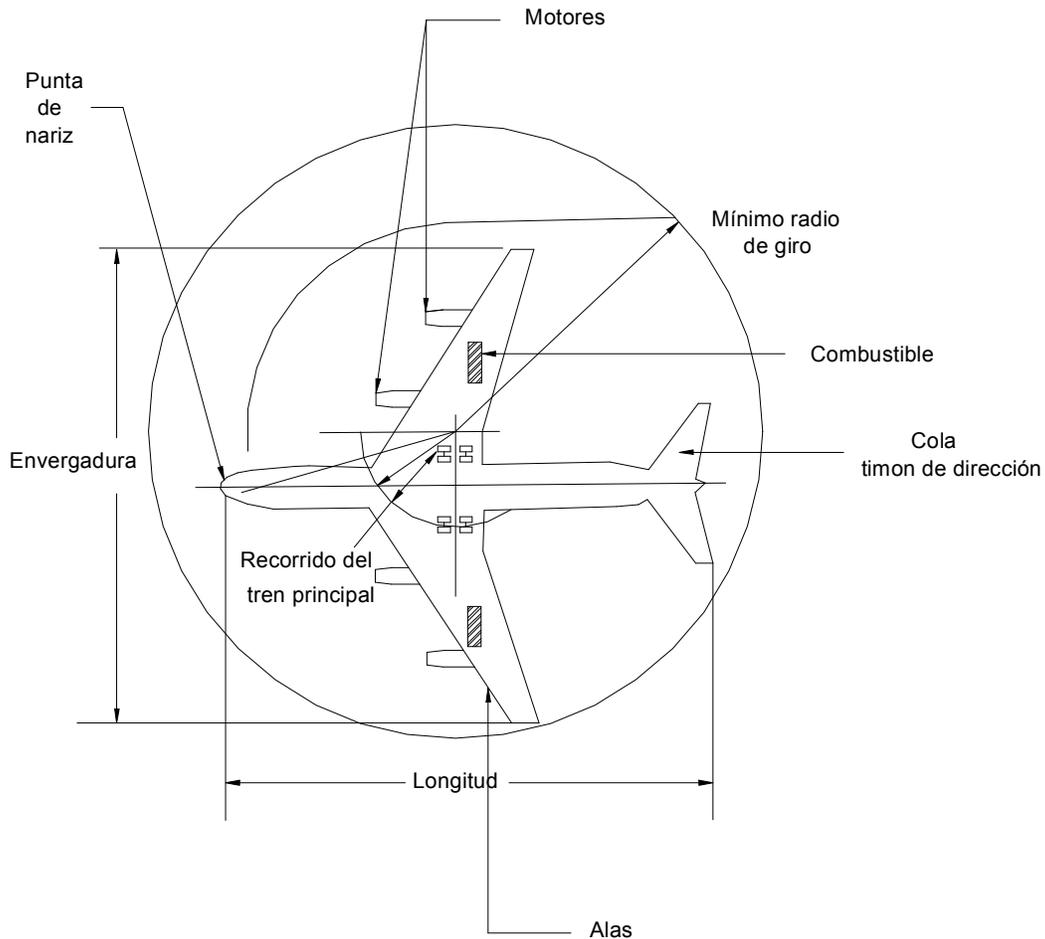
### VISTA LATERAL

En cuanto a las características en motores, dimensiones y número de pasajeros tenemos:

Peso (kg x 100)			Longitud de pista FAR (m) x 1000		Alcance Carga de Pago : ISA; viento nulo, sin reserva				
Despegue max	Aterrizaje max	Operación en vacío	Despegue km	Aterrizaje km	Vel. de crucero	Alcance con carga max		Carga de pago	
						km	Kg x 1000	km	Kg x 1000
94.10	72.6	46.7	3.072	1.463	917	4,846	18.6	5.912	15.4

Tipo Aeronave	Motores	Dimensiones en (m)						Número de Pasajeros
		Envergadura	Longitud	Altura	Radio Giro	Batalla	Vía	
Transcontinental B727-200	3x7.25 kg	32.92	40.60	10.36	24.39	19.29	5.73	189

DIMENSION DE LA AERONAVE



### III.3.- MODELOS MATEMÁTICOS.

Cálculo de la demanda de transporte aéreo para los siguientes datos estadísticos, considerando que será un aeropuerto no turístico y como avión de proyecto un boeing 727-200.

#### Población Económicamente Activa

Año de etapa operativa-----2003

Año de pronóstico-----2015

Población del Área de influencia = 1'312,350 hab. (véase en mínimos cuadrados)  
Población Económicamente Activa = 38.87% (véase en Estudios Socioeconómicos / Marco

Económico )

Por tal motivo se utilizara una tasa de crecimiento del 4.5%

Población que gana mas de 5 salarios mínimos = 23% (véase en Estudios Socioeconómicos / Marco Económico)

Sus posibles Pasajeros Anuales Comerciales en el año de etapa operativa son:

$PAC = 1255170(0.6392)(0.23) = 184530$  pax

Considerando llegadas más salidas

$PAC = 184530 * 2 = 369060$  pax

T=4.5%

2003	369060
2004	385668
2005	403023
2006	421159
2007	440110
2008	459916
2009	480612
2010	502240
2011	524840
2012	548458
2013	573139
2014	598930
2015	628882

pax

$$\text{PAAG} = 625882 * 0.01 = 6259 \text{ pax}$$
$$\text{PAT} = \text{PAC} + \text{PAAG} = 625882 + 6259 = 632141 \text{ pax}$$

### Características del Proyecto:

Aeropuerto Internacional  
Turístico  
Avión de proyecto: B727-200  
Elevación del Sitio: 1120msnmm  
Temp. Media = 25° C  
Temp. Max. = 32° C  
Composición = 60% nacional y 40% internacional

### III.4.- CÁLCULO DE PRONÓSTICOS ANUALES

$$\text{OAC} = \text{PAC} / \text{pax/avión}$$

Considerando el 39% de la capacidad del avión de proyecto =  $233 \text{ pax} * 0.39 = 92$

$$\text{OAC} = 625882 / 92 = 6803 \text{ operaciones}$$

$$\text{OAAG} = \text{PAAG} / \text{pax/avión} = 2086 \text{ operaciones}$$

$$\text{OAAG} = \text{PAGG} / \text{pax/avión} = 3808 / 3 = 1269 \text{ operaciones}$$

$$\text{OAT} = \text{OAC} + \text{OAAG} = 6803 + 2086 = 8889 \text{ operaciones}$$

C = carga anual

$$C = 6.66 \text{ E}^{-6} (\text{PAC}) 1.4835 = 6.66 \text{ E}^{-6} (625882) 1.4835 = 2646 \text{ ton}$$

PRONOSTICOS HORARIOS

$$\text{PHC} = \text{T30} + \text{Y} + \text{Z} = 0.0006$$

$$\text{T30} = 0.006027 (625882) 0.82 = 227 \text{ pax}$$

$$\text{Y} = 0.16 (625882) 0.606 = 386 \text{ pax}$$

$$\text{Z} = 0.0007 (625882) = 267 \text{ pax}$$

$$\text{PHC} = 341 + 521 + 376 / 3 = 413 \text{ pax}$$

PHAG – pasajeros horarios de aviación general

OHAG – operaciones horarios de aviación general

$$Y = 3.38 (T / 79) 8.24 \quad T = 2015 - 1900 = 115 \quad i = 1900$$

$$Y = 3.38 (115/79) 8.24 = 7 \Rightarrow \text{se toma el máximo de } Y = 5.07$$

PHT = T30 + Y + Z / 3 pasajeros horarios totales

$$T30 = 0.006027 (625882) 0.82 = 341 \text{ pax}$$

$$Y = 0.16 (625882) 0.606 = 524 \text{ pax}$$

$$Z = 0.0007 (625882) = 379 \text{ pax}$$

$$PHT = 341+524+379 / 3 = 415 \text{ pax}$$

$$OHAG = 0.00055 (OAAG) = 0.00055 (2086) = 1.15 \text{ operaciones}$$

$$PHAG = 5.17 (1.15) = 6 \text{ pax}$$

### III.5.- CÁLCULO DE PRONÓSTICOS HORARIOS

$$OHC = T30 + T + Z / 3$$

$$T30 = 0.001928 (6803) 0.835 = 3 \text{ operaciones}$$

$$Y = 0.0142 (6803) 0.65 = 4$$

$$Z = P.00055 (6803) = 4$$

$$OHC = 3 + 4 + 4 / 3 = 4 \text{ operaciones}$$

$$OHC = 2 + 3 + 3 / 3 = \text{operaciones}$$

OPERACIONES HORARIAS TOTALES

$$OAAG / OAT = 2086 / 8889 = 0.23 < 0.5$$

$$T30 = 0.0185 (8889) 0.65 = 7$$

$$Y = 0.0128 (8889) 0.7014 = 8$$

$$Z = 0.0007 (8889) = 5$$

$$\text{OHT} = 7 + 8 + 5 / 3 = 7 \text{ operaciones}$$

### III.6.- CÁLCULO DE DE NÚMERO DE POSICIONES COMERCIALES

$$\text{Pronostico} = 625882 / 209442 = 2$$

$$\text{IP} = (380804 / 100\ 000) / 2 = 5$$

$$\text{Pronostico} = \text{OHC (T) (P)} = 3 ( 2) (0.65) = 4$$

$$\text{PSC} = 2 + 5 + 4 / 3 = 4 \text{ posiciones}$$

PSAGP.- posiciones simultáneas de aviación general en plataforma

$$\text{NS} = 0.35 \text{ No} + \text{No} / 800 = 0.35 (1) + 1269 / 800 = 2 \text{ posiciones}$$

### III.7.- NÚMERO DE LUGARES DE ESTACIONAMIENTO

NLC = número de lugares de estacionamiento comerciales

$$\text{NLC} = 0.534 (\text{PHC}) = 0.534 * 413 = 221 \text{ cajones}$$

NLAG = No. De lugares de estacionamiento de aviación general

$$\text{NLAG} = 1.10 * \text{PHAG} = 1.10 * 6 = 7 \text{ cajones}$$

NLE = NO. De lugares para empleados

$$\text{NLE} = 0.00020 * \text{PAT} = 0.00020 * 632141 = 127 \text{ cajones}$$

**CUADRO DE RESUMEN**

PAC	PASAJEROS ANUALES COMERCIALES	625,882	pax
PAAG	PASAJEROS ANUALES DE AVIACION GENERAL	6,259	pax
PAT	PASAJEROS ANUALES TOTALES	632,141	pax
OAC	OPERACIONES ANUALES COMERCIALES	6,803	op
OAAG	OPERACIONES ANUALES DE DE AVIACION GENERAL	2,086	op
OAT	OPERACIONES ANUALES TOTALES	8,889	op
C	CARGA ANUAL	2,646	ton
PHC	PASAJEROS HORARIOS COMERCIALES	413	pax
PHAG	PASAJEROS HORARIOS DE AVIACION GENERAL	6	pax
PHT	PASAJEROS HORARIOS TOTALES	415	pax
OHC	OPERACIONES HORARIAS COMERCIALES	4	op
OHAG	OPERACIONES HORARIAS DE AVIACION GENERAL	2	op
OHT	OPERACIONES HORARIAS TOTALES	7	op
PSC	POSICIONES SIMULTANEAS DE AVIACION COMERCIAL EN PLATAFORMA	4	pos
PSAGP	POSICIONES SIMULTANEAS DE AVIACION GENERAL EN PLATAFORMA	2	pos
NLC	NUMERO DE LUGARES DE ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES	221	cjn
NLAG	NUMERO DE LUGARES DE ESTACIONAMIENTOS DE AVIACION GENERAL	7	cjn
NLE	NUMERO DE LUGARES DE ESTACIONAMIENTOS PARA EMPLEADOS	127	cjn

## XI.- SEÑALAMIENTO E ILUMINACION



## **XI.1.- SEÑALAMIENTO.**

### **Señal de identificación del aeropuerto.**

Un aeropuerto que no cuenta con otros medios suficientes de información visual deberá estar provisto de una señal de identificación del aeropuerto. La señal de identificación del aeropuerto deberá colocarse de modo que, en la medida de los posibles pueda distinguirse desde todos los ángulos o soledad o sobre la horizontal.

La señal de y de creación de aeropuerto consistirá en el nombre del mismo. El color que se escoja para la señal de creación aeropuerto deberá hacer que resulte suficientemente perceptible para que de esta que sobre el fondo que se presente. Las características no deberán tener menos de tres metros de altura.

Señal de punto de verificación del VOR en el aeropuerto.

Cuando se establezca un punto de verificación del VOR el aeropuerto, se indicara mediante una señal y un letrero de punto de verificación del VOR.

Una señal de punto de verificación del VOR en el aeropuerto consistirá en un círculo de seis metros de diámetro marcado con una línea de 15 cm de anchura.

Cuando sea preferible que una aeronave se oriente en una dirección determinada, deberán tratarse una línea base que pase por el centro de círculo con el azimut deseado. Esta línea deberá sobresalir 6 metros del círculo, en la dirección del rumbo deseado, terminar con una punta de flecha. La ranura de la línea deberá ser de 15 cm.

### **Letreros**

#### **Generalidades.**

Los letreros se instalaran para suministrar información a los pilotos, los letreros deberán colocarse tan cerca del borde del pavimento como su construcción lo permita, a fin de que sea fácilmente visible para el pilotos de una aeronave.

Los letreros serán ligeros y se montaran sobre soportes flexibles. Los que estén situados cerca de una pista o de calle de rodaje deberá seré lo suficientemente bajos como para conservar la distancia de guarda con respecto a las hélices y de las barquillas de los reactores.

Las inscripciones del letrero tendrá el grueso de línea, la altura y anchura necesaria para que puedan leerse desde el puesto de pilotaje de una aeronave situada en el punto más lejano de desde el que se vaya a ver.

### **Letreros de información.**

Se proveerá un letrero de información cuando se trate de indicar por medio de un letrero una localización o destino específico en un área de movimiento o suministrar otra información.

Un letrero que indica la localización en una calle de rodaje deberá ubicarse, siempre que sea posible al lado izquierdo de esta. En las intersecciones de una calle de rodaje con otra calle de rodaje el letrero deberá colocarse antes de la intersección.

Un letreros indique un destino deberá colocarse en el mismo lado de la calle de rodaje (izquierdo o derecho) de la dirección del emplazamiento que se requiera indicar.

El punto de verificación del VOR; el aeropuertos se colocara lo más cerca posible del punto de verificación y de forma que las intersecciones resulten visibles desde el punto de pilotaje de un aeronave que se encuentre debidamente situada sobre la señal del VOR.

Un letrero de información deberá consistir en inscripciones amarillas sobre fondo negro o inscripciones negras sobre fondo amarillo. Cuando los letreros de información tengan que utilizarse de noche estarán iluminados interna o externamente revestidos con material reflejante.

### **Letreros con instrucciones obligatorias.**

Se colocara un letrero de intersección de una calle de rodaje con una pista por lo menos a un lado de la señal de punto de espera en rodaje frente al sentido de aproximación a la pista. Siempre que sea posible se colocara un letrero de intersección de calle de rodaje con pista se coloque a un solo, este será aquel que el piloto vea a su izquierda.

El letrero de prohibida entrada se colocara al comienzo del área a la cual se prohíbe la entrada. Siempre que sea posible se colocara un letrero de prohibida la entrada a cada lado de la calle de rodaje cuando el letrero de prohibida la entrada coloque a un sólo lado este será el que el piloto vea e su izquierda. Se instalará un letrero de punto espera de categoría II o III a cada lado de la señal de punto espera, frente ala dirección de aproximación hacia el área crítica.

Los letreros de instrucciones obligatorias consistirán en una inscripción en blanco sobre fondo rojo.

Un letrero con instrucciones obligatorias, provisto para uso nocturno o en condiciones de mala visibilidad debe estar iluminado interna o externamente.

## **Señalamiento de pistas.**

### **Indicadores de la dirección del viento.**

Un aeropuerto estará equipado con uno o más indicadores de la dirección del viento, se instalara de manera que se visible desde las aeronave en vuelo, o desde el área de movimiento, y de modo que se sufra los efectos de perturbaciones de aire producidas por objetos cercanos.

El indicador de dirección del viento deberá tener forma de cono truncado y estar hecho de tela, su longitud debería ser por lo menos de 90 cm. Deberá estar construido de modo que indique claramente la dirección del viento en la superficie y de idea general de su velocidad. El color o colores deberán escogerse para que el indicador de la dirección del viento pueda verse e interpretarse claramente desde una altura de por lo menos 300 metros teniendo en cuenta el fondo sobre el cual se destaque.

### **Lámparas de señales.**

En la torre de control de cada aeropuerto controlado se dispondrá de una lámpara de señales.

La lámpara de señales deberá poder producir señales de colores rojo, verde y blanco, y :

- a.- Poderse dirigir, manualmente, al objeto deseado.
- b.- Producir una señal en un color cualquiera, seguida de otra en cualquiera de los dos colores restantes.
- c.- Transmitir un mensaje en cualquiera de los tres colores, utilizando el código morse, a una velocidad de cuatro palabras por minuto como mínimo.

### **Indicador de la dirección de aterrizaje.**

Cuando se provea un indicador de dirección de aterrizaje se localizará el mismo en un lugar destacado del aeropuerto.

El indicador de la dirección de aterrizaje deberá ser en forma de "T".

La forma y dimensiones mínimas de la "T" de aterrizaje serán las que se indicara la figura. El color de la "T" de aterrizaje será blanco o anaranjado eligiéndose el color que contraste mejor con el fondo contra el cual el indicador luces blancas.

### **Paneles de señalización.**

La incorporación de especificaciones detalladas sobre área de señales no implica la obligación de suministrarlas.

El área de señales deberá estar situada de modo que sea visible desde todos los algunos del azimut por encima de un ángulo de 10 grados sobre la horizontal, visto desde una altura de 9 metros de lado.

Deberá escogerse el color del área de señales para que contraste con los colores de los paneles de señalización utilizados y debería estar rodeado de un borde blanco de 30 cm de ancho por lo menos.

### **Señal designadora de pista.**

Una señal designadora de pista se localiza en el umbral de la pista de conformidad con las indicaciones de la figura.

Una señal designadora de pista consistirá en un número dos cifras, y en las listas paralelas. Este número irá acompañado de una letra. En el caso de una pista única, de dos pistas paralelas y de tres pistas paralelas, el número dos cifras será el entero más próximo a la décima parte del azimut magnético de eje de la pista, medido en el sentido de las manecillas del reloj a partir del norte magnético, visto en la dirección aproximación. Cuando se trate de cuatro o más pistas paralelas, una serie de pistas antecedentes se designará por el número entero más próximo por defecto a la décima parte de azimut magnético, y la otra serie de pistas antecedentes se designará por el número entero más próximo por exceso a la décima parte del azimut magnético. Cuando la regla anterior de un número de una sola cifra estará procedida de un cero.

En el caso de pistas paralelas, cada numero designador de pista ira acompañado de una letra, como sigue, en el orden que aparece de izquierda a derecha al verse en la dirección de aproximación.

Para dos pistas paralelas "L" "R"

Para tres pistas paralelas "L" "C" "R"

Para cuatro pistas paralelas "L" "R" "L" "R"

Para cinco pistas paralelas "L" "C" "R" "L" "R" o "L" "R" "L" "C" "R"

Para seis pistas paralelas "L" "C" "R" "L" "C" "R"

Los números y letras tendrán la forma y proporciones indicadas en la figura. Sus dimensiones no serán inferiores a las indicadas en dicha figura, pero cuando se incorporen números a las señales de umbral, las dimensiones serán mayores, con el fin de llenar satisfactoriamente los espacios entre las franjas del umbral.

### **Señal de eje de pista.**

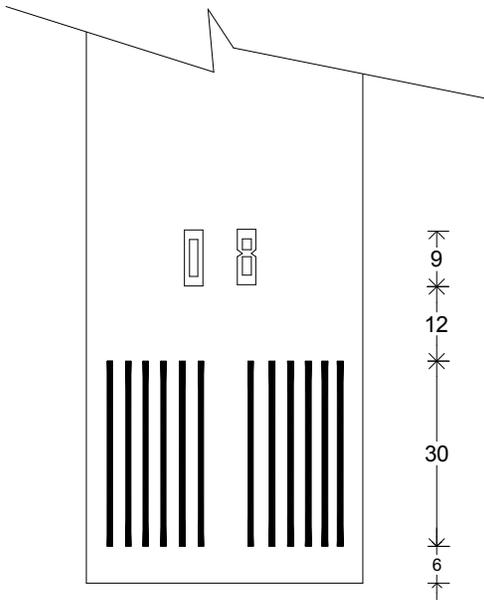
Las señales de eje de pista se dispondrán a lo largo del eje de la pista entre las señales designadoras de pista.

Consistirá en una línea de trazos uniformemente espaciados. La longitud de un trazo más la del intervalo no será menor de 50 m. ni mayor de 75 m. La longitud de cada trazo será por lo menos igual a la longitud del intervalo, o de 30 m tomándose la que sea mayor.

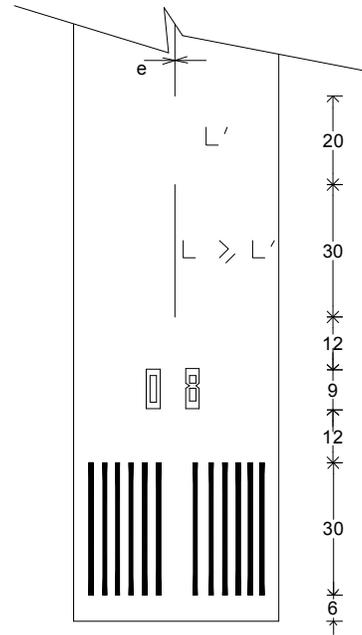
La anchura de los trazos no será menor de :

0.90 m      Pistas para aproximaciones que no sean de precisión para clave 3 o 4 y para categoría I.

0.45 m      Pistas para aproximaciones que no sean de precisión para clave 1 o 2 y en pistas de vuelo visual.



Pista general y pista para aproximaciones de precisión.



Pista General y Pista para Aproximaciones de Precisión.

### Señal de umbral.

Las franjas de señal de umbral empezarán a 6 m. del umbral.

Una señal de umbral de pista consistirá en una configuración de fajas longitudinales de dimensiones uniformes, dispuestas simétricamente con respecto al eje de la pista. Según se indica en la fig. para una pista de 45 m. de anchura. El número de fajas será de acuerdo con la anchura de la pista, del modo siguiente:

Anchura de la pista	Número de franjas
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

Las fajas se extenderán lateralmente hasta un máximo de 3m. Del borde de la pista, o hasta una distancia de 27 m. a cada lado del eje de la pista. Eligiéndose de estas dos posibilidades la que dé la menor distancia lateral. Cuando la señal designadora de pista este situada dentro de la señal del umbral, habrá tres fajas como mínimo a cada lado del eje de la pista. Cuando la señal designadora de pista esté situada más allá de la señal de umbral, las fajas se extenderán lateralmente a través de la pista. Las fajas tendrán por lo menos 30 m. de longitud y 1.80 m aproximadamente de ancho; con una separación entre ellas de 1.802 m aproximadamente pero en el caso de que las fajas se extiendan lateralmente a través de una pista. Se utilizará un espaciado doble para separar las dos fajas más próximas al eje de la pista. Y cuando la señal designadora esté situada dentro de la señal de umbral, este espacio.

**A) Faja transversal.-** Cuando el umbral este desplazado del extremo de la pista o cuando el extremo de la pista no forme ángulo recto con el eje de la misma, debería añadirse una franja transversal a la señal de umbral.

Una faja transversal no tendrá menos de 1.80 m. de ancho.

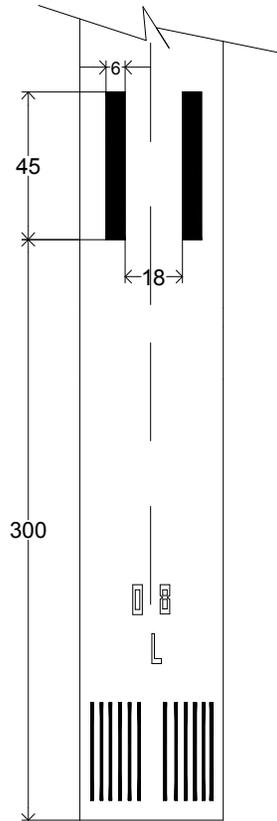
**B) Flechas.-** Cuando el umbral de pista este desplazado se pondrán flechas de conformidad, en la parte de la pista delante del umbral desplazado.

Cuando el umbral de pista este temporalmente desplazado de su posición normal, se señalara, y se cubrirán todas las señales situadas antes del umbral desplazado con excepción de las de eje de pista, que se convertirán en flechas.

### **Señales de distancia fija.**

Una señal de distancia fija comenzara a 300 m. del umbral.

Una señal de distancia fija deberá consistir en dos señales rectangulares bien visibles de 45 a 60 m. de longitud, y de 6 a 10 m. de ancho, dispuestas simétricamente a cada lado del eje de la pista. La separación lateral entre los lados internos de las señales no deberá ser inferior a 18 m. ni exceder de 22.50 m. prefiriéndose los 18 m.



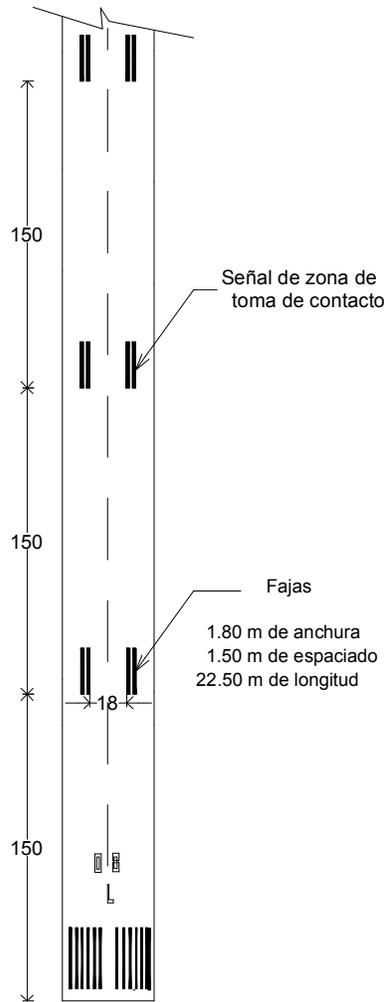
Señal de distancia fija

### Señal de zona de toma de contacto.

Se dispondrá de una señal de zona de toma de contacto de una pista para aproximación de precisión. Excepto cuando la autoridad competente, teniendo en cuenta la naturaleza de las condiciones meteorológicas y el tránsito aéreo que utilice el aeropuerto, considere innecesarias tales señales.

Una señal de toma de contacto consistirá en pares de señales rectangulares, dispuestas simétricas con respecto al eje de la pista, el número de esos pares guardará con la longitud de la pista.

LONGITUD DE LA PISTA	PAR (ES) DE SEÑALES
Menos de 900 m.	1
de 900 a 1 200 m exclusive	2
de 1 200 a 1 500 m exclusive	3
1 500 a 2 100 m exclusive	4
2 100 m o mas	6



Señal de zona de toma de contacto

### Señal de faja lateral de pista.

Se dispondrá de una señal de faja lateral de pista entre los umbrales de una pavimentada cuando no haya contrastes entre los bordes de la pista haya y los márgenes o el terreno circundante.

En todas las pistas para aproximaciones de precisión deberá disponerse una señal de faja lateral de pista, de manera que el borde exterior de cada faja coincida con el borde de la pista, excepto cuando la pista tenga mas de 60 m. de ancho, en cuyo caso las fajas deberán estar dispuestas a 30 m. del eje de la pista.

Una señal de faja lateral de pista deberá tener una anchura total de 0.90 m. como mínimo en las pistas con anchura de 30 m o más de 30 m y por lo menos 0.45 m en las pistas más estrechas.

## **Señalamiento de calles de rodaje.**

### **Señal de eje de calle de rodaje.**

En una intersección de una pista con una calle de rodaje que sirva como salida de la pista, la señal de eje de rodaje deberá formar una curva para unirse con la señal de eje de pista. La señal de eje de calle de rodaje deberá prolongarse paralelamente a la señal del eje de pista, en una distancia de 60 m. Por lo menos, mas allá del punto de tangencia cuando el numero de clave sea 3 o 4 y una distancia de 30 m. por lo menos cuando el numero de clave sea 1 o 2.

Una señal de eje de calle de rodaje tendrá 15 cm. De ancho por lo menos y será de trazo continuo, excepto donde corte a una señal de punto de espera en rodaje.

### **Señal de punto de espera en rodaje.**

Deberá disponerse una señal de punto de espera en rodaje en toda posición de punto de espera en rodaje.

En la intersección de una calle de rodaje con una pista de vuelo visual, de aproximación que no sea de precisión de la categoría I o de despegue, la señal de punto de espera será de la forma indicada.

### **Señal de intersección de calles de rodaje.**

Deberá localizarse una señal de intersección de calles de rodaje, a través de una calle de rodaje, a distancia suficiente del borde mas próximo de otra calle de rodaje que la cruce, para proporcionar una separación segura entre aeronaves en rodaje. La señal deberá coincidir con un abarra de parada o con una barra de cruce, cuando estas ultimas se suministren.

## **Señalamiento de plataformas.**

### **Señales de puesto de estacionamiento de aeronaves.**

Deberán proporcionarse señales de puesto de estacionamiento de aeronaves para los lugares de estacionamiento designados en una plataforma pavimentada.

Las señales de puesto de estacionamiento de aeronaves deberán estar colocadas de modo que proporcionen los márgenes indicados, cuando la rueda de proa siga la señal de puesto de estacionamiento.

Las señales de puesto de estacionamiento de aeronaves deberán incluir elementos tales como identificación del puesto, línea de entrada, barra de viraje, línea de viraje, barra de alineamiento, línea de parada y línea de salida, según la requiera la configuración de estacionamiento y para complementar otras ayudas de estacionamiento.

Se deberá colocar una identificación de puesto de estacionamiento de aeronaves letra y número después del comienzo de la línea de entrada y a corta distancia de ésta. La altura de identificación deberá ser adecuada para que fuera legible desde el puesto de pilotaje de la aeronave que utilice el puesto de estacionamiento la identificación de las aeronave a las que se destina cada juego de señales.

### **Líneas de seguridad en las plataformas.**

Deberá proporcionarse líneas de seguridad en las plataformas pavimentadas según lo requieran las configuraciones de estacionamiento y las instalaciones terrestres.

Las líneas de seguridad de plataformas se colocarán de modo que definan la zona destinada al uso por parte de los vehículos terrestres y otros equipos de servicio de las aeronaves, etc., a efectos de proporcionar una separación segura con respecto a la aeronave.

Las líneas de seguridad en plataforma deberán incluir elementos tales como líneas de margen de extremo de ala y líneas de límite de calles de servicio, según la requieran las configuraciones de estacionamiento y las instalaciones terrestres.

Una línea de seguridad de plataforma será continua en un sentido longitudinal y Tendrá por lo menos 10 cm. de anchura.

### **Letreros de información.**

Las señales de identificación de los puestos de estacionamiento de aeronaves deberán ser complementadas con letreros de identificación del puesto e estacionamiento de las aeronaves, siempre que sea posible El letrero de identificación del puesto de estacionamiento de las aeronaves deberá localizarse de tal manera que sea claramente visible desde el puesto de pilotaje de la aeronaves antes de entrar en dicho puesto.

El letrero de identificación del puesto de estacionamiento de aeronaves deberá consistir en inscripciones amarillas sobre fondo negro o en inscripciones negras sobre fondo amarillo. Los letreros que se prevea emplear de noche o en condiciones de mala visibilidad deberán estar iluminados interna o externamente.

## **XI.2.- ILUMINACIÓN**

### **Luces.**

#### **Luces que pueden ser peligrosas para la seguridad de las aeronaves.**

Una luz no aeronáutica de superficie situada cerca de un aeropuerto y que pudiera poner en peligro la seguridad de las aeronaves, se extinguirá, se apantallará o se modificará de forma que suprima la causa de ese peligro.

#### **Luces que puedan causar confusión.**

Una luz no aeronáutica de superficie que, por su intensidad forma o color pueda producir confusión o impedir la clara interpretación de las luces aeronáuticas de superficie, deberá extinguirse, apantallarse o modificarse de forma que se suprima esa posibilidad. En particular, deberán considerarse todas aquellas luces no aeronáuticas de superficie visibles desde el aire que se encuentren dentro de las áreas que se enumeran a continuación.

a.- Pista de vuelo por instrumentos - número de clave 4: Dentro de las áreas anteriores al umbral y posteriores al extremo de la pista, en una longitud de por lo menos 4 500 m. desde el umbral y desde el extremo de la pista, y en una anchura de 750 m. a cada lado de la prolongación del eje de pista

b.- Pista de vuelo por instrumentos - números de claves 2 ó 3: Igual que en a, pero la longitud deberá ser por lo menos de 3, 000 m.

c -Pista de vuelo por instrumentos- números de clave 2; y pista de vuelo visual: Dentro del área de aproximación.

### **Dispositivos luminosos y estructuras de soporte.**

#### **Luces de aproximación elevadas.**

Las luces de aproximación elevadas y sus estructuras de soporte, dentro de los 300 m del umbral (pero sin incluir la barra transversal de 300 m.) o hasta una distancia del extremo de la pista ala cual las luces de aproximación no constituyan ya grave peligro para una aeronave que salga del extremo de la pista, o una aeronave en vuelo que las golpe inadvertidamente, escogiéndose de las dos distancias la que sea menor, serán ligeras y frangibles.

#### **Luces elevadas.**

Las luces elevadas de pista, de zona de parada, de calle y de rodaje serán ligeras y estarán montadas sobre soportes frangibles. Su altura será lo suficientemente

baja para respetar la distancia de guarda de las hélices y barquillas de los motores de las aeronaves de reacción.

### **Luces empotradas.**

Los dispositivos de las luces empotradas en la superficie de las pistas, zonas de parada, calles de rodaje y plataformas estarán diseñados y dispuestos de manera que se produzcan daños a la aeronave no a las luces.

La temperatura producida por conducción o por radiación en el espacio entre una luz empotrada y el neumático de una aeronave no deberá exceder de 160° C durante un periodo de 10 minutos de exposición.

### **Iluminación de emergencia.**

Cuando se instalen en una pista luces de emergencia, deberán, como mínimo, adaptarse a la configuración requerida para una pista de vuelo visual.

El color de las luces de emergencia deberán ajustarse a los requisitos relativos a colores para la iluminación de pista, si bien donde no sea factible colocar luces de color en el umbral ni en el extremo de pista, todas las luces pueden ser de color blanco variable o lo más parecidas posible a este color.

**Faro de identificación.-** El faro de identificación estará localizado en el aeropuerto, será de color verde en los aeropuertos terrestres, su intensidad máxima no será de 2 000 de luz verde.

Los faros de identificación deberán emitir luz en todos los ángulos del azimut y hasta 45° por lo menos sobre el horizonte. Los caracteres de identificación se transmitirán en el código Morse Internacional.

La velocidad de emisión deberá ser de seis a ocho palabras por minuto, y la duración correspondiente a los puntos Morse, de 0.15 a 0.20 por cada punto.

### **Sistemas de iluminación de aproximación.**

#### **Sistema sencillo de iluminación de aproximación.**

El sistema sencillo de iluminación consistirá en una fila de luces, situadas en la prolongación del eje de la pista, que se extienda, siempre que sea posible, hasta una distancia no menor de 420 m. desde el umbral, con una fila de luces que formen un abarra transversal de 18 a 30 m. de longitud a una distancia de 300 m. del umbral.

Si no es materialmente posible disponer de una línea central que se extienda hasta una distancia de 420 m. desde el umbral, esta línea debería extenderse hasta 300 m. de modo que incluya la barra transversal. Si esto no es posible, las

Luces de la línea central deberán extenderse lo más lejos posible, y cada una de sus luces deberá entonces consistir en una barreta de 3 m. de longitud

El sistema se encontrará situado tan cerca como sea posible del plano horizontal que pasa por el umbral, de manera que:

- a. -Ninguna luz quede oculta para las aeronaves que realicen la aproximación.
- b.- En la medida de lo posible, ningún objeto sobresalga del plano de las luces de aproximación dentro de una distancia de 60 m respecto a la línea central del sistema.

Las luces del sistema sencillo de iluminación de aproximación serán luces fijas y su calor será tal que garanticen que el sistema pueda distinguirse fácilmente de otras luces aeronáuticas de superficie, y de las luces no aeronáuticas en caso de no haberlas. Cada una de las luces de la línea central consistirá en:

- a.- Una sola luz; o bien
- b.- Una barreta de por lo menos 3 m. de longitud.

Cuando estén instaladas en una pista de vuelo visual, las luces deberán ser visibles desde todos los ángulos de azimut necesarios para el piloto durante el tramo básico y en la aproximación final.

### **Sistema de iluminación de aproximación de precisión de categoría I.**

El sistema de iluminación de aproximación de precisión de categoría I, consistirá en, una línea de luces situadas en la prolongación del eje de pista., extendiéndose donde sea posible, hasta una distancia de 900 m. a partir del umbral, con una fila de luces que formen una barra transversal de 30 m. de longitud, a una distancia de 300 m. del umbral de la pista.

El sistema se encontrará situado tan cerca como sea posible del plano horizontal que l pasa por el umbral de manera que:

- a.- Ninguna luz quede oculta para una aeronave en la aproximación.
- b.- En la medida de lo posible, ningún objeto sobresalga del plano de las luces de aproximación, dentro de una distancia de 60 m respecto a la línea central del sistema.

Las luces de línea central y de barra transversal de un sistema de iluminación de aproximación de precisión de categoría I serán luces fijas de color blanco variable cada una de las luces de la línea consistirá en:

- a,- Una sola luz en los 300 m. internos de la línea central dos luces en los 300 m. intermedios de la línea central y tres luces en los 300 m. externos de la línea central para proporcionar información a distancia.
- b.- Una barreta de por lo menos 4 m. de longitud.

Cada una de las luces del condensador emitirá dos destellos por segundo, comenzando por la luz más alejada del sistema y continuando en sucesión en dirección del umbral hasta la última luz.

Cuando las barras transversales adicionales descritas se incorporen al sistema, los extremos exteriores de las barras transversales estarán dispuestos en dos rectas paralelas a la fila de luces de línea central o que converjan para cortar el eje de la pista, a 300 m. del umbral.

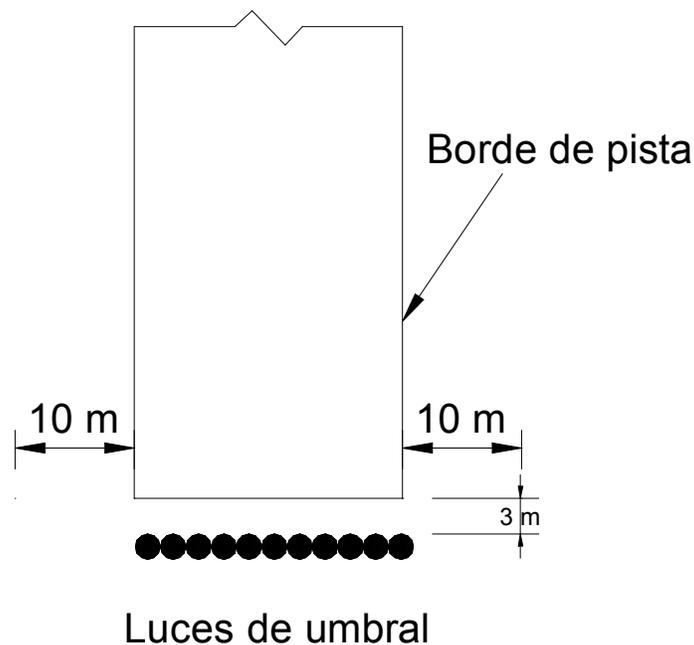
### Sistema de luces de entrada a la pista.

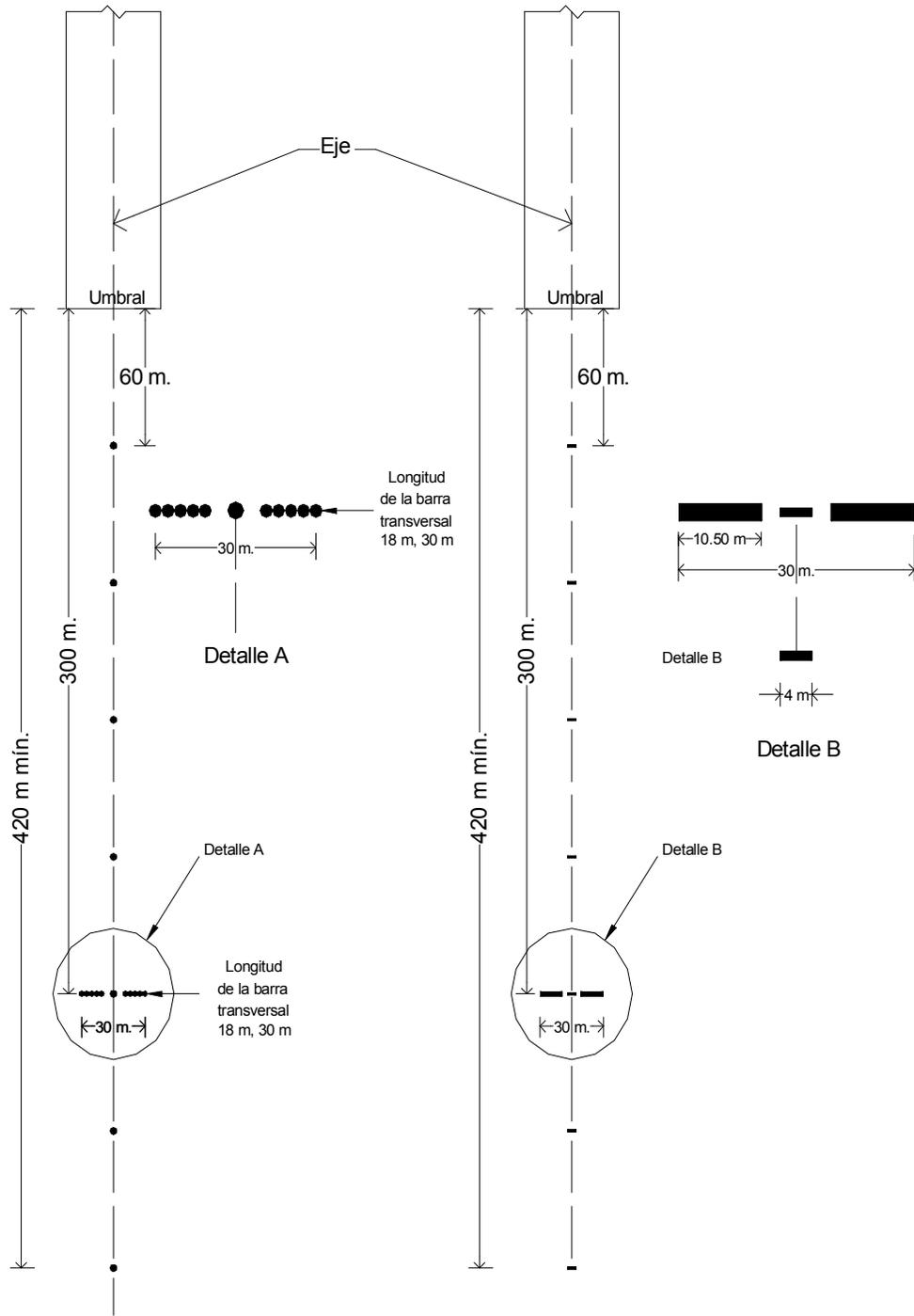
Los sistemas de luces de entrada a la pista deberán estar integrados por grupos de luces dispuestos de manera que delimiten la trayectoria de aproximación deseada y para que cada grupo pueda verse desde el punto en que está situado el precedente. La distancia entre los grupos adyacentes no deberá exceder de 1600 m, aproximadamente. Los sistemas de luces de entrada a la pista pueden ser curvos, rectos o mixtos.

### Luces de identificación de umbral de pista.

Las luces de identificación de umbral de pista se localizarán simétricamente respecto al eje de la pista, alineadas con el umbral y a 10 m. aproximadamente, al exterior de cada línea de luces de borde de pista.

Las luces de identificación de umbral de pista, deberán ser luces de destellos de color blanco, con una frecuencia de destellos de 60 a 120 por minuto. Las luces serán visibles solamente en la dirección de la aproximación a la pista.

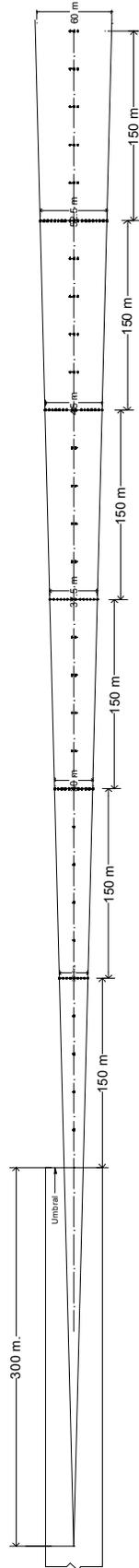




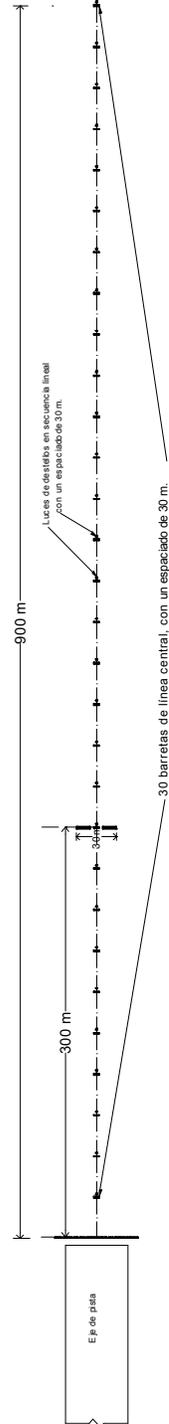
A.- Una sola luz

B.- Barreta

Sistemas sencillo de iluminación de aproximación.



A.- Línea central con clave de distancia



B.- Barretas de línea central.

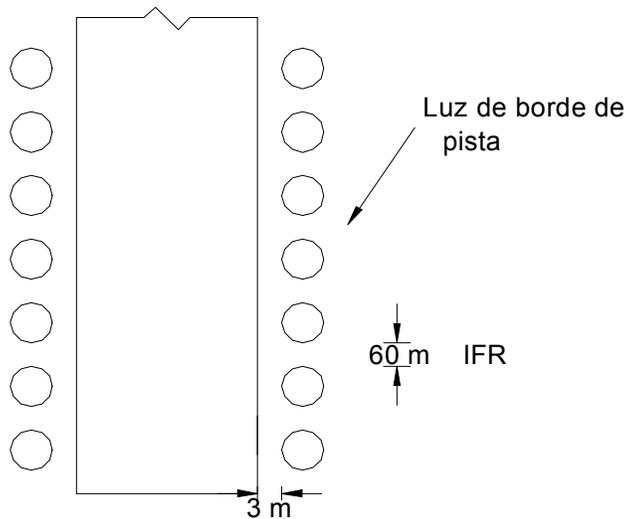
### Luces de borde de pista.

Las luces de borde de pista se localizarán a todo lo largo de ésta, en dos filas paralelas y equidistantes del eje de la pista, Las luces de borde de pista se localizarán a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista, o al exterior de dicha área a una distancia que no exceda de 3 m. Las luces estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos no mayores de 60 m en una pista de vuelo por instrumentos, y a intervalos no mayores de 100 m.

Las luces de borde de pista serán fijas y de color blanco variable, excepto que:

a.- En el caso de que el umbral este desplazado, las luces entre el comienzo de la pista y el umbral desplazado serán de color rojo en la dirección de la aproximación.

b -En el extremo de la pista, opuesto al sentido del despegue, las luces pueden ser de color amarillo en una distancia de 600 m o en el tercio de la pista, si esta longitud es menor.



Luces de borde de pista

### Luces de umbral de pista y de barra de ala.

Se instalaran luces de umbral de pista en una pista equipada con luces de borde de pista excepto en el caso de una pista de vuelo visual o una pista para aproximaciones que no son de precisión, cuando el umbral este desplazado y se disponga de luces de barra de ala.

Cada barra de ala estará formada por cinco luces como mínimo, que se extenderán por lo menos sobre 10 m hacia el exterior de la fila de luces de borde de pista perpendiculares a ésta. La luz situada en la parte más interior de cada barra de ala estará en la fila de luces de borde de pista.

### **Luces de extremo de pista.**

Las luces de extremo de pista se localizarán en una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3 m. al exterior del mismo. La iluminación de extremo de pista deberá consistir en seis luces por lo menos. Las luces deberán estar:

- a.- Espaciadas uniformemente entre las filas de 1 luces de borde de pista.
- b.- Dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista en dos grupos, con las luces uniformemente espaciadas en cada grupo y con un espacio vacío entre los grupos no mayor que la mitad de la distancia entre las filas de luces de borde de pista.

En las pistas para aproximaciones de precisión de categoría III el espaciado entre las luces de extremo de pista excepto entre las dos luces más interiores si se utiliza un espacio vacío, no deberá exceder de 6 m.

Las luces de extremo de pista serán luces fijas unidireccionales de color rojo.

### **Categoría I.- 15 a 30 m.**

Las luces de eje de pista serán luces fijas de color blanco variable desde el umbral hasta el punto situado a 900 m. del extremo de pista; luces alternadas de colores rojo y blanco variable desde 900 m. hasta 300 m. del extremo de pista y de color rojo desde 300m hasta el extremo de pista, excepto:

- a.- Cuando el espaciado de las luces de eje de pista sea de 7.5 m. se usarán alternativamente pares de luces de colores rojo y blanco variable entre 900 m. y 300 m. del extremo de la pista.
- b.- En el caso de pistas de longitud inferior a 1 800 m. las luces alternadas de colores rojo y blanco variable se extenderán desde el punto medio de la pista utilizable para el aterrizaje hasta 300 m. del extremo de la pista.

### **Luces de zona de toma de contacto en la pista.**

Las luces de zona de toma de contacto se extenderán desde el umbral hasta una distancia longitudinal de 900 m. excepto en las pistas de longitud menor de 1 800 m, en cuyo caso se acortará el sistema de manera que no sobrepase el punto medio de la pista. La instalación estará dispuesta en forma de pares de barretas simétricamente colocadas respecto al eje de la pista.

El espaciado longitudinal entre los pares de barretas será de 30 m ó de 60 m. Una barreta estará formada por tres luces como mínimo, con un espaciado entre las mismas no mayor a 1.5 m.

Las barretas deberán tener una longitud no menor de 3 m. ni mayor de 4.5 m. Las luces de una de toma de contacto serán luces fijas unidimensionales de color blanco variable.

### **Luces de zona de parada.**

Se localizaran luces de zona de parada, dispuestas en dos filas paralelas equidistantes del eje y coincidentes con las filas de luces de borde de pista. Se localizaran también luces de zona de parada en el extremo de dicha zona en una fila perpendicular al eje de la misma, tan cerca del extremo como sea posible en todo caso nunca más de 3 m. al exterior del mismo.

Las luces de zona de parada serán luces fijas unidimensionales de color rojo visibles en la dirección de la pista.

Los espaciados se han considerado como adecuados en las curvas de una calle de rodaje destinada a ser utilizada en la gama de valores de alcance visual en la pista igual o superior a 400 m. Son:

RADIO DE LA CURVA	ESPACIADO DE LAS LUCES
Hasta 400 m.	7.5 m.
De 401 a 899 m	15 m.
900 m o mas	30 m.

### **Luces de eje de calle de rodaje en calles de salida rápida.**

Las luces de eje de calle de rodaje instaladas en una calle de salida rápida deberán comenzar en un punto situado por lo menos a 60 m. antes del comienzo de la curva del eje de la calle de rodaje, y prolongarse más allá del final de dicha curva hasta un punto en el eje de la calle de rodaje, en que puede esperarse que un avión alcance su velocidad normal de rodaje.

Las luces deberán espaciarse a intervalos longitudinales que no excedan de 15 m si bien cuando no se disponga de luces de eje de pista, puede usarse un intervalo mayor que no exceda de 30 m.

### **Luces de eje de calle de rodaje en otras calles de salida.**

Las luces de eje de calle de rodaje instaladas en calles de salida que no sean de salida rápida deberán comenzar en el punto en que las señales de eje de calle de rodaje inician la parte curva separándose del eje de la pista y deberán seguir la señalización en curva del eje de la calle de rodaje, por lo menos hasta el punto en que las señales se salen de la pista. La primera luz deberá estar a 60 cm, por lo menos, de cualquier fila de luces de eje de pista, tal como se indica en la figura.

Las luces deberán estar espaciadas a intervalos longitudinales que no excedan de 75 m.

### **Luces de eje de calle de rodaje.**

Deberán instalarse luces de eje de rodaje en las calles de rodaje destinadas a ser utilizadas de noche en la gama de valores de alcance visual en la pista iguales a 400 m o más y especialmente en las intersecciones complicadas de calles de rodaje y en las calles de salida de pista.

Las luces de eje de calle de rodaje que no sea calle de salida será fijas de color verde y las dimensiones de los haces serán tales que sólo sean visibles desde aviones que estén en la calle de rodaje o en la proximidad de la misma.

Las luces de eje de calle de rodaje deberán colocarse normalmente sobre las señales de eje de calle de rodaje, pero cuando no sea factible, podrán localizarse a una distancia máxima de 30 m.

### **Luces de eje de calle de rodaje en calles de rodaje.**

Las luces de eje de calle de rodaje en un tramo rectilíneo deberán estar espaciada a intervalos longitudinales que no excedan de 30 m. excepto que:

Puedan utilizarse intervalos mayores, que no excedan de 60 m.

Deberán preverse un espaciado inferior a 30 m. en los tramos rectilíneos cortos.

En una calle de rodaje que haya que utilizar en condiciones RVR en una gama de valores inferiores a unos 400 m. el espaciado longitudinal no deberá exceder de 15 m.

En una calle de rodaje que haya que utilizar en condiciones RVR en una gama de valores inferiores a unos 400 m. el espaciado de las luces en las curvas no deberá exceder de 15 m. y en curvas de menos de 400 m. de radio, las luces deberán espaciarse a intervalos no mayores de 7.5 m. Este espaciado deberá extenderse a una distancia de 60 m. antes y después de la curva.

### **Luces de borde de calle de rodaje.**

Se instalaran luces de borde de calle de rodaje en apartaderos de espera, plataformas, etc. que hayan de usarse de noche, Pero no será necesario instalar luces de borde de calle de rodaje cuando teniendo en cuenta el carácter de las operaciones, puede obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios.

Las luces deberán estar instaladas tan cerca como sea posible de los borde de la calle de rodaje, apartadero de espera, plataforma, etc., o al exterior de dichos bordes a una distancia no superior a 3 m.

### **Barras de parada.**

Las barras de parada consistirán en luces de color rojo que serán visibles en el (los) sentido (s) previsto (s) de la (s) aproximación (es) hacia la intersección o punto de espera en rodaje, espaciada a intervalos de 3 m. y colocadas transversalmente en a calle de rodaje.

### **Barras de cruce.**

Deberá disponerse de una barra de cruce en una intersección de calles de rodaje cuando se desee definir concretamente el límite de espera de los aviones y no haya necesidad de señales de parada-circule como las proporcionadas por la barra de parada.

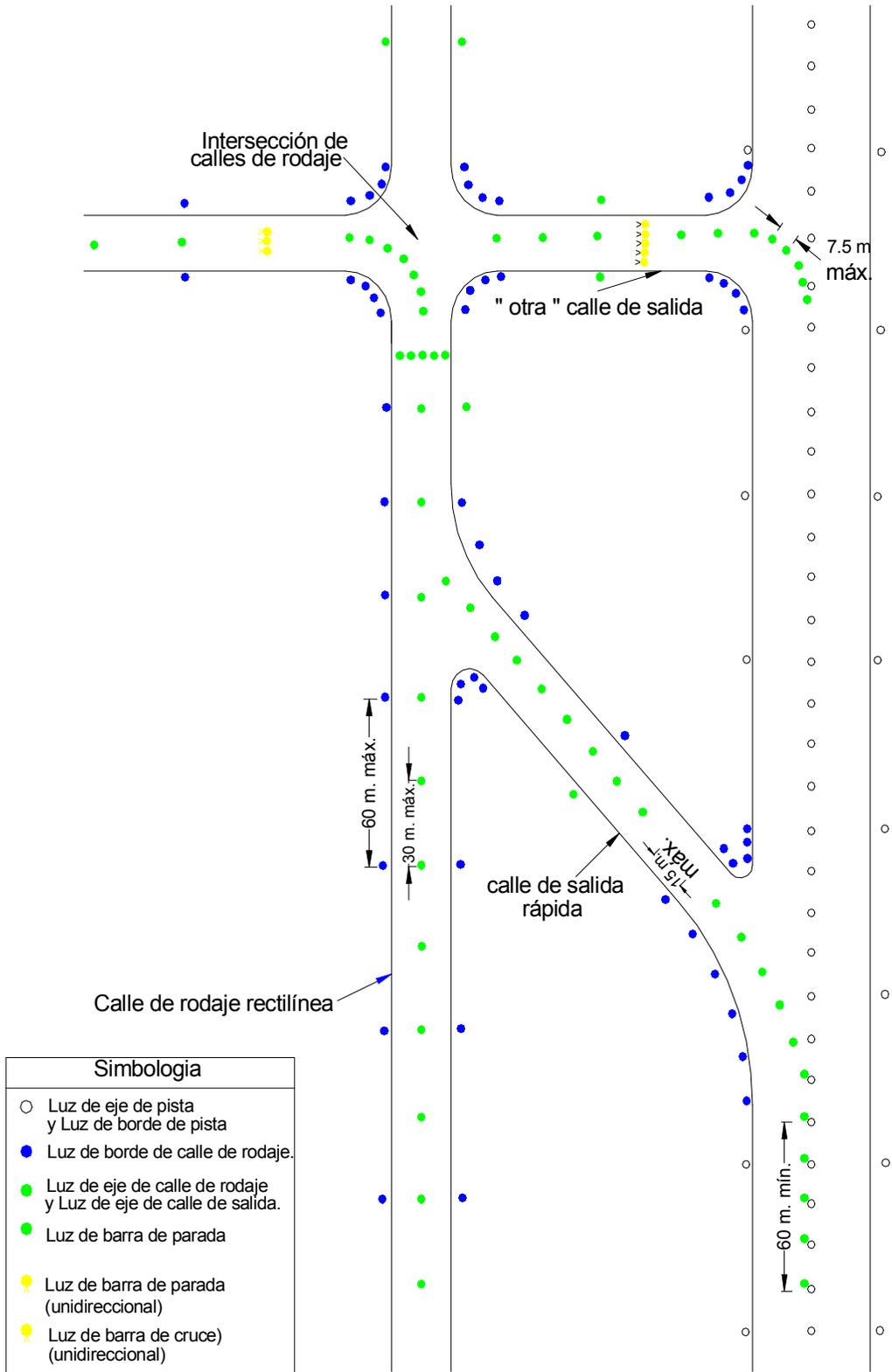
Las barras de cruce deberán emplazarse en un punto situado entre 30 m. y 60 m. del borde próximo de la intersección de la calle de rodaje.

Las luces estarán dispuestas simétricamente a ambos lados del eje de calle de rodaje y perpendicularmente respecto al mismo, con una separación de 1.5 m entre luces.

### **Luces de punto de espera en rodaje.**

Las luces de punto de espera en rodaje consistirán en dos luces amarillas que se encienden alternativamente. El haz de la luz será unidireccional y estará alineado de modo que la luz pueda ser vista por un avión que esté efectuando el rodaje hacia el punto de espera.

Las luces se encenderán y apagarán alternativamente entre 30 y 60 veces por minuto. Los periodos de apagado y encendido de las luces serán iguales y opuestos en cada luz.



## Iluminación de las calles de rodaje.

## **Iluminación de plataformas.**

### **Iluminación de plataformas con proyectores.**

Los proyectores para iluminación de plataforma deberán localizarse de modo que suministren una iluminación adecuada de todas las áreas de servicio de plataforma, con un mínimo de deslumbramiento para los pilotos de aeronaves en vuelo y tierra, controladores de aeropuerto y de plataforma, y personal en la plataforma.

La distribución espectral de los proyectores para iluminación de plataforma será tal que los colores utilizados para el señalamiento de aeronaves relacionados con los servicios de rutina u para las señales de superficie y de obstáculos puedan identificarse correctamente.

### **Sistema visual de guía de ataque.**

El sistema deberá proporcionar guía de azimut y guía de parada. La unidad de guía de azimut y el indicador de posición de parada deberán ser adecuados para su utilización en cualesquiera condiciones meteorológicas, de visibilidad y de pavimento, previstas para el sistema, tanto de día como de noche, pero sin que deslumbren al piloto.

La unidad de guía de azimut y el indicador de posición de parada deberán ser tales que:

El piloto disponga de una clara indicación de falla cuando cualquiera de los dos deje de proporcionar la información requerida; y

Puedan desconectarse cuando el puesto de estacionamiento de aeronave no se utilice.

### **Luces de guía para maniobras en los puestos de estacionamiento de aeronaves.**

Las luces de guía para el estacionamiento en los puestos de estacionamiento de aeronaves que no sean las que indican una posición de parada, serán luces fijas de color amarillo, visibles en todos los sectores dentro de los cuales está previsto que suministren guía.

Las luces empleadas para indicar las líneas de entrada, de viraje y de salida deberán estar separadas por intervalos no superiores a 7.5 m en las curvas y a 15 m en los tramos rectos. Las luces que indiquen la posición de parada serán luces fijas, unidireccionales, de color rojo.

## Sistemas de aproximación.

### Ayudas visuales.

#### Sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación.

Se instalará un sistema visual indicador de pendiente de aproximación para facilitar la aproximación a una pista, que cuente o no con otras ayudas para las aproximaciones visuales o no visuales, cuando exista una o más de las condiciones siguientes:

a.- La pista sea utilizada por turbo reactores u otros aviones con exigencias semejantes en cuanto a guía para la aproximación.  
b.- El piloto de cualquier tipo de avión pueda tener dificultades para evaluar la aproximación por una de las razones siguientes:

- 1.-Orientación visual insuficiente.
- 2.- Información visual equivoca.

c- La presencia de objetos en el área de aproximación.  
d.- Las características físicas del terreno en cada extremo de la pista constituyan un peligro grave en el caso en que un avión efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo.  
e -Las condiciones del terreno o las condiciones meteorológicas predominantes

El sistema visual indicador de pendiente de aproximación normalizado será:

#### PAPI y APAPI

El sistema PAPI consistirá en una barra de ala con cuatro elementos de lámparas múltiples ( o sencillas por pares ) de transición definida situados a intervalos iguales. El sistema se colocará al lado izquierdo de la pista, a menos que sea materialmente imposible.

**Nota:** Si la pista es utilizada por aeronaves que necesiten guía visual de balanceo y no hay otros medios externos que proporcionen esta guía, entonces puede proporcionarse una segunda barra de ala en el lado opuesto de la pista.

El sistema APAPI consistirá en una barra de ala con dos elementos de lámparas múltiples ( o sencillas por pares ) de transición definida. El sistema se colocará al lado izquierdo de la pista, a menos que sea materialmente imposible.

**Nota:** Si la pista es utilizada por aeronaves que necesiten guía visual de balanceo la cual no se proporciona por otros medios externos, entonces puede proporcionarse una segunda barra de ala en el lado opuesto de la pista.





El reglaje de ángulo de elevación de los elementos luminosos de una barra de ala APAPI será tal que un piloto que se encuentre en la aproximación y observe una señal de una luz blanca y tres rojas, franqueara con un margen seguro de todos los objetos que se hallen en el área de aproximación.

El reglaje de ángulo de elevación de los elementos luminosos de una barra de ala PAPI será tal que un piloto que se encuentre en la aproximación y observe la señal más baja de estar en la pendiente, es decir, una luz blanca y una luz roja, franqueara con un margen seguro de todos los objetos situados en el área de aproximación.

El ensanchamiento en azimut del haz luminosos estará convenientemente restringido si algún objeto, situado fuera de los límites de la superficie de protección contra obstáculos del PAPI o del APAPI, pero dentro de los límites laterales de un haz luminoso, sobresaliera del plano de la superficie de protección contra obstáculos y en estudio aeronáutico indicara dicho objeto podría influir adversamente en la seguridad de las operaciones. La amplitud de la restricción determinará que el objeto permanezca fuera de los confines del haz luminoso.

Si se instalan dos barras de ala para proporcionar guía de balanceo, a cada lado de la pista estos elementos correspondientes se ajustarán al mismo ángulo a fin de que las señales de ambos sistemas cambien simétricamente al mismo tiempo.

# PLANOS

# PLAN MAESTRO

# SEÑALAMIENTO

# ILUMINACIÓN

## Resultados y Conclusiones

La región de la Comarca Lagunera forma parte de una de las zonas industriales y comerciales más importantes de la República. En la entidad existen cerca de 300 industrias maquiladoras de exportación.

La región de la Laguna también destaca por sus actividades agrícolas (algodón, forrajes, melón, entre otras) y por tener la cuenca lechera más grande del país.

El Área de Influencia del Aeropuerto Internacional de la Comarca Lagunera, colinda al Este en 25600m con el valle conformado por dos zonas Montañosas, las cuales; Sierra Parras y Sierra la Cadena. Al Sureste colinda en 51800m con la zona Montañosa Sierra de Jimulco con una altitud 2500msnmm que en 17200m varia de 1500 a 2500m, tomando una pendiente del 17.2%. Al Sur colinda en 74100m con el valle conformado por las Sierra San Lorenzo con una altitud de 2000msnmm y la Sierra Vaca con una altitud de 1820msnmm. En 25000m al Oeste con la Cañada de En medio y en 75150m con el valle conformado por la Sierra el Rosario con una altitud de 2740msnmm y la Sierra Mapimi con una altura de 2240m. Y al Norte con 2000m con el poblado de Tlahualilo de Zaragoza.

El Aeropuerto Internacional de la Comarca Lagunera tiene un avión de proyecto. Boeing 727 – 200 con una capacidad de 189 pasajeros.

La infraestructura aeroportuaria queda de la siguiente manera considerando una pista de 3500 X 45 mts. IFR para aproximación de precisión categoría I y clave de referencia 4D, calles de rodaje, apartadero de espera, calles de salida rápida y plataformas para aviación comercial y general.

La zona terminal tiene un área de 9,077.17 m<sup>2</sup> mas un área de circulación de 2,723.15 m<sup>2</sup> dándonos un total de 11, 800.32 m<sup>2</sup> , asi mismo cuenta con area de estacionamiento para pasajeros y empleados. Para agilizar el tráfico hacia el aeropuerto se propuso un trébol de 4 rampas y un camino de acceso de 4 carriles.

El señalamiento e iluminación que se propuso fue basada en el anexo 14 de la OACI para aeródromos.

Se requiere construir un nuevo Aeropuerto en la Región de La comarca Lagunera, con las dimensiones y características descritas, para atender la demanda que el desarrollo socio-económico ha generado.

## BIBLIOGRAFIA

Apuntes de la Materia de Aeropuertos del M en C Demetrio Galíndez López.

I.N.E.G.I.

Rosa de vientos de la región de Torreón

Anuario de la Comarca Lagunera

O.A.C.I. Aeródromos, anexo 14.

Registro de Viento de la Comarca Lagunera del SENEAM (Servios a la Navegación del Espacio Aéreo Mexicano)

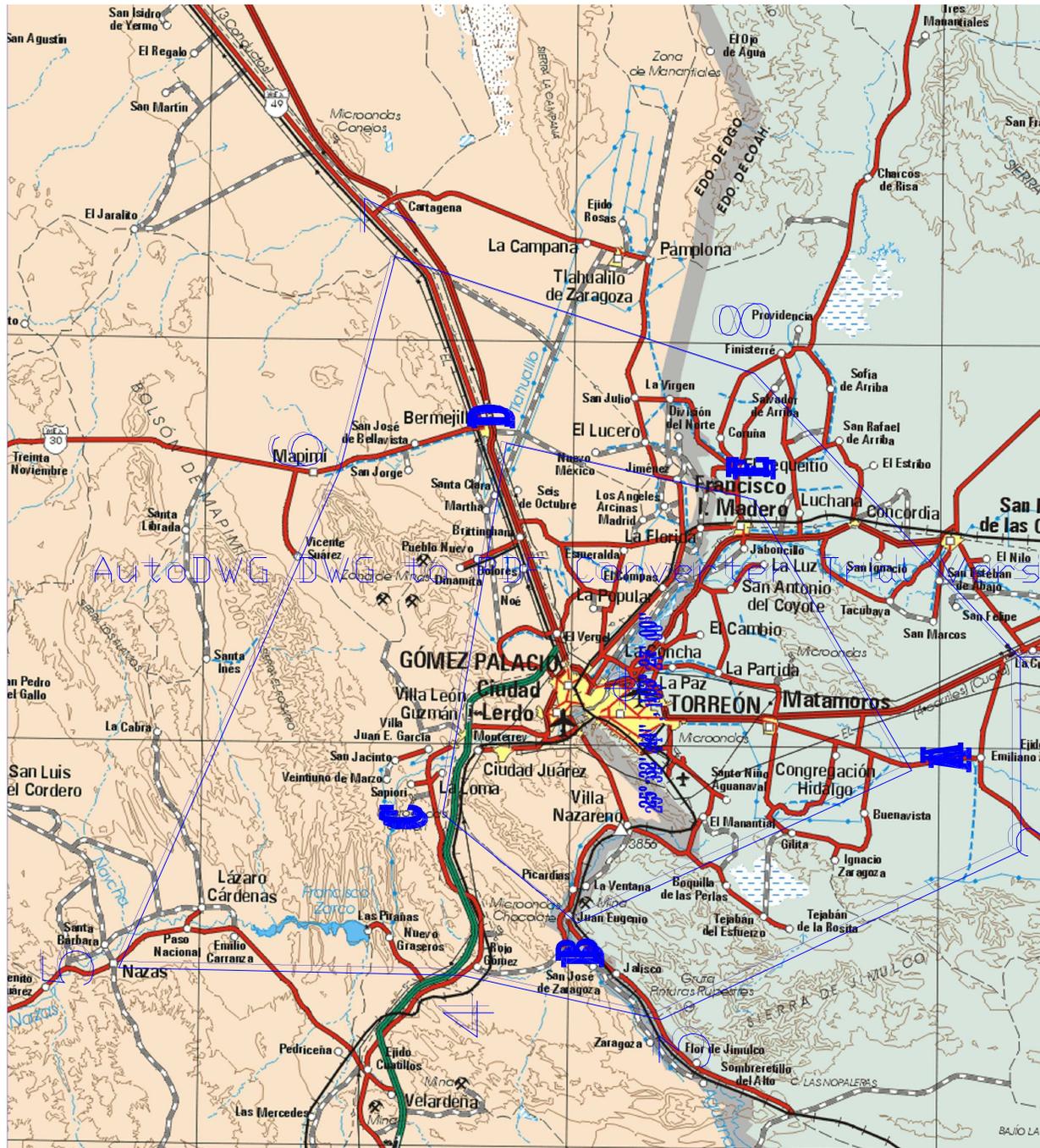
Atlas de rutas de aviones.

Google.com

Aeropuertos de Mexico.gob.mx

Gobierno del Municipio de Torreón

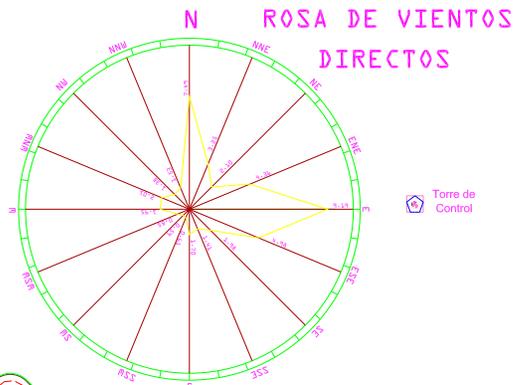
# "PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE LA COMARCA LAGUNERA"



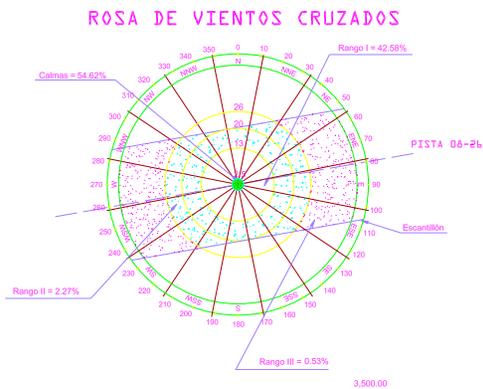
Note: Note: Please buy the software, enter the license code,  
**Area 1= 2,567.87 km<sup>2</sup> Area 2= 5,461.82 km<sup>2</sup> Area T= 8,029.69 km<sup>2</sup> ANGEL G. PEREZ CAMARGO**



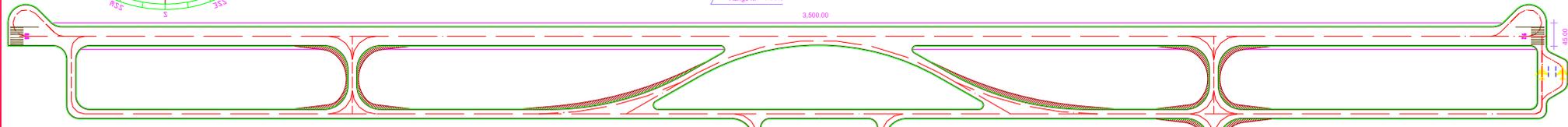
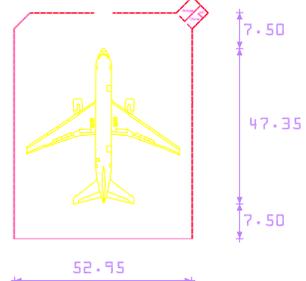




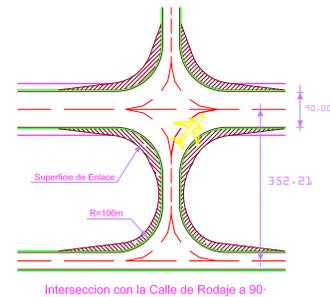
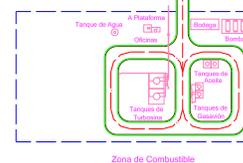
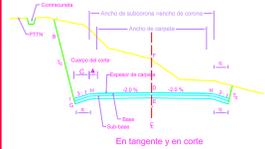
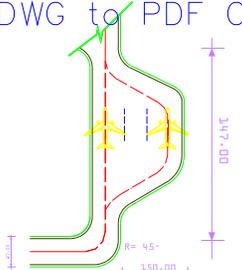
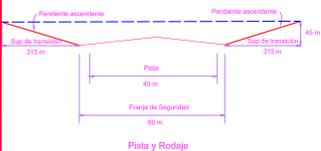
Torre de Control



### ZONA DE HANGARES



SECCIONES TIPO



#### Descripción General del Aeropuerto

Estacionamiento del Aeropuerto	3,540.10 m <sup>2</sup>	Edificio Terminal	11,800.32 m <sup>2</sup>
Zona de Combustible	10,296.29 m <sup>2</sup>	Áreas Verdes	40,121.09 m <sup>2</sup>
Zona de Plataformas	13,440.36 m <sup>2</sup>	Torre de Control	500.00 m <sup>2</sup>
Edif. Mov. de Carga	920.42 m <sup>2</sup>	C.R.E.I	900.67 m <sup>2</sup>

#### Nomenclatura de las Secciones

A = Acostamiento	H = Hombro del camino
B = Cara de corte	I = Fondo de cuneta en rasante
C = Cara de terrapén	PTM = Perfil transversal de terreno natural
D = Elevación rasante	SA = Sobre ancho
E = Elevación subrasante	Tc = Talud del corte
F = Elevación terreno	Tt = Talud del terrapén
F-E = Espesor del corte y terrapén	c = Cuneta de rasante
G = Fondo de cuneta en subrasante	q = Cuneta de subrasante

#### Pista

Numero de Pista: 08-26
Longitud de la Pista: 3,500.00 m
Ancho de la Pista: 40.00 m

#### Ubicación Geográfica

Ubicación	Latitud	Longitud	Elevación
Pista	25° 32' 44"	103° 27' 00"	1,120.00msnm

**PCSA** INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 UNIDAD ZACATECO

TÍTULO:  
 PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE "LA COMARCA LAGUNERA"

TÉRMINOS:  
 COMARCA LAGUNERA; TORREÓN Y GÓMEZ PALACIO

ASESOR:  
 M. EN C. DEMETRIO GALÁNDEZ LÓPEZ

PROYECTO: C. ANGELO G. PÉREZ CAMARGO

REVISOR: M. EN C. DEMETRIO GALÁNDEZ LÓPEZ

FECHA: 10 de NOVIEMBRE 2006

ESCALA: SIN ESCALA

PLAN: PLAN MAESTRO

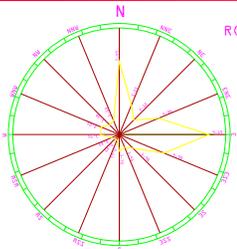
CONTOPE: METROS

PROYECTO: PPM/1/1-13

Note: Note: Please buy the software after the license code, the note and watermark will be removed.

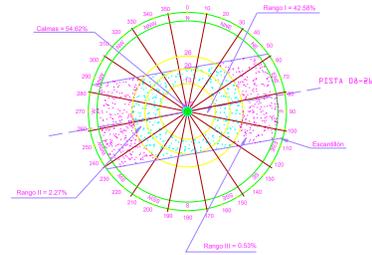




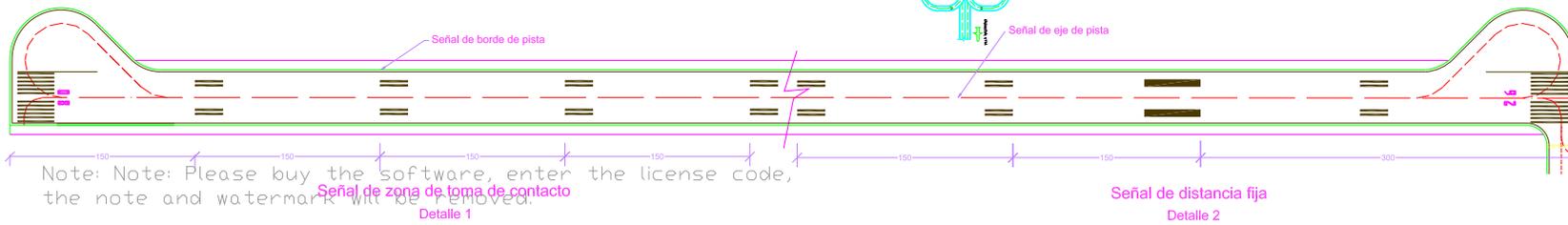
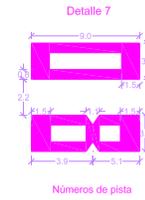
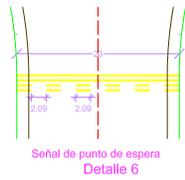
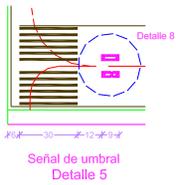
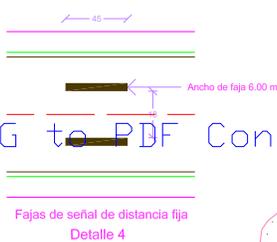
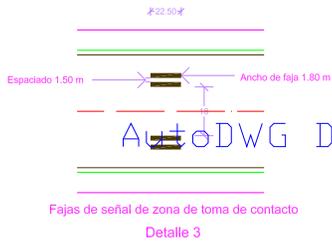
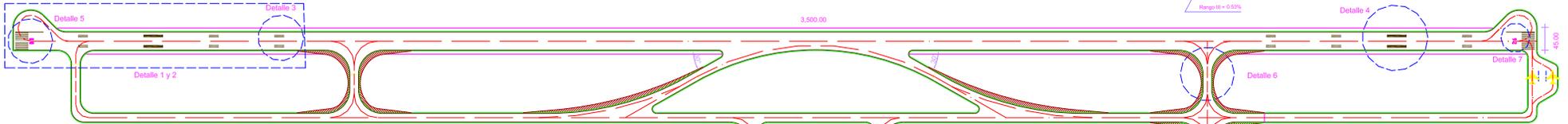


ROSA DE VIENTOS DIRECTOS

Torre de Control



ROSA DE VIENTOS CRUZADOS



Descripción General del Aeropuerto

Estacionamiento del Aeropuerto	3,540.10 m <sup>2</sup>	Edificio Terminal	11,800.32 m <sup>2</sup>
Zona de Combustible	10,266.28 m <sup>2</sup>	Áreas Verdes	45,121.99 m <sup>2</sup>
Área de Plataforma	13,453.38 m <sup>2</sup>	Torre de Control	500.38 m <sup>2</sup>
Edif. Mov. de Carga	500.42 m <sup>2</sup>	C.R.E.I.	800.87 m <sup>2</sup>

Pista

Numero de Pista: 08-26  
 Longitud de la Pista: 3,500.00 m  
 Ancho de la Pista: 45.00 m

Ubicación Geográfica			
Ubicación	Latitud	Longitud	Elevación
Pista	25° 32' 44"	103° 27' 00"	1,120.00msnm

PC\$ INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 UNIDAD ZACATENCO

PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL PARA LA LOCALIDAD DE "LA COMARCA LAGUNERA"

UBICACIÓN:  
 COMARCA LAGUNERA; TORREÓN Y GÓMEZ PALACIO

ASESOR:  
 W EN C. DIÉMETRO GALINDEZ LÓPEZ

REVISOR: C. ANGEL G. PÉREZ CÁDIZO

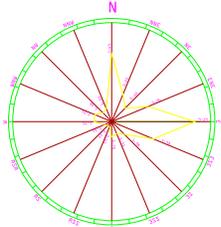
PROYECTOR: C. ANGEL G. PÉREZ CÁDIZO

ESCALA: 1:1000  
 SERIACIÓN: 10/06/2006  
 REVISOR: W EN C. DIÉMETRO GALINDEZ LÓPEZ  
 PROYECTOR: C. ANGEL G. PÉREZ CÁDIZO  
 FECHA: NOVIEMBRE 2006  
 UNIDADES: METROS  
 HOJA: P1/1-2,3

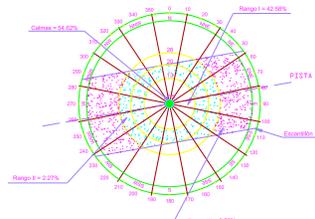
Note: Note: Please buy the software, enter the license code, the note and watermark will be removed.



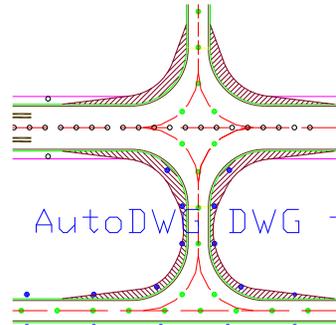
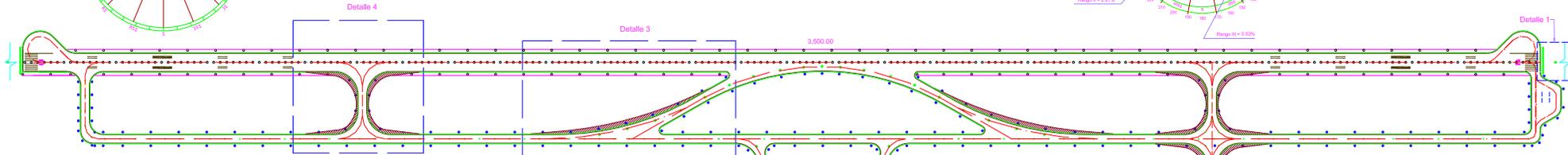




ROSA DE VIENTOS DIRECTOS

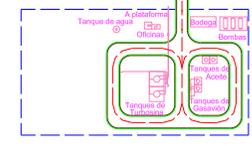


ROSA DE VIENTOS CRUZADOS

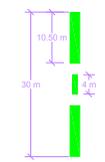


Iluminación de calles en intersección o 90°

Detalle 4

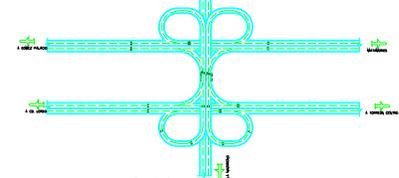


Zona de combustible



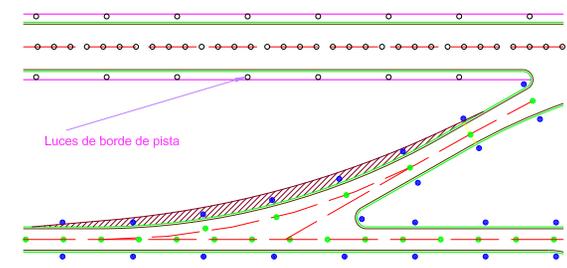
Barreta de iluminación

Detalle 2



Luces de destellos en secuencia lineal con un espaciado de 30 m.

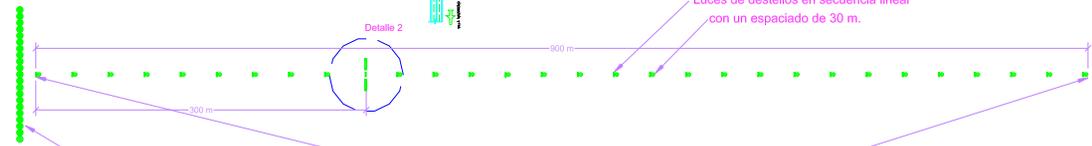
Detalle 3



Luces de borde de pista

Iluminación en calles de salida rápida

Detalle 4



Luces de umbral

30 barretas de línea central con un espaciado de 30 m.

Sistema sencillo de iluminación de aproximación (barreta)

Detalle 5



Descripción General del Aeropuerto	
Estacionamiento del Aeropuerto	3,540.10 m <sup>2</sup> Edificio Terminal 11,800.32 m <sup>2</sup>
Zona de Combustible	10,266.28 m <sup>2</sup> Areas Verdes 45,121.99 m <sup>2</sup>
Area de Pista	13,455.38 m <sup>2</sup> Torre de Control 500.38 m <sup>2</sup>
Est. Mov. de Carga	500.42 m <sup>2</sup> C.R.E.I. 905.87 m <sup>2</sup>

Pista		
Numero de Pista	08-26	
Longitud de la Pista	3,500.00 m	
Ancho de la Pista	45.00 m	

Ubicación Geografica		
Ubicación	Latitud	Longitud
Pista	25° 32' 44"	103° 27' 00"
		Elevación 1,120.00msnm

**PCS** INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 UNIDAD ZACATENCO

PROYECTO DE UN AEROPUERTO INTERNACIONAL, PARA LA LOCALIDAD DE "LA COMARCA LAGUNERA"

UBICACIÓN:  
 COMARCA LAGUNERA; TORREÓN Y GÓMEZ PALACIO

ASESOR:  
 W EN C. DEMETRIO GALÁNDEZ LÓPEZ

ELABORÓ: C. ANGEL G. PEREZ CHARRRO  
 PROYECTO: C. ANGEL G. PEREZ CHARRRO

ESCALA: ILUMINACION REVISÓ: W EN C. DEMETRIO GALÁNDEZ LÓPEZ  
 NOVIEMBRE 2006 METROS P1/71-3.3

Note: Note: Please buy the software, enter the license code, the note and watermark will be removed.



