

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL CONCORDIA

# AERÓDROMO MOCORETÁ

Aluma: Tisocco, Yésica Antonela

Cátedra: Proyecto final

Profesores: Ing. Avid, Fabián

Ing. Leonardo Voscobainik

Tutor: Ing. Luna, Iván

Año: 2023

## RESUMEN

En el presente proyecto se detallan todas las acciones que se llevaron a cabo en el contexto de la cátedra "Proyecto Final", que se desarrolla en la carrera Ingeniería Civil, dictada en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia.

El proyecto denominado "Aeródromo Mocoretá" contempla el diseño de una pista para el despegue y aterrizaje de aviones ligeros, es decir, de poco peso.

Debido a las necesidades de la población de Mocoretá y zonas aledañas, el aeródromo se proyectó para que las aeronaves que operen con más frecuencia sean las de tipo hidrante, sanitario, de la gobernación y el de Prefectura Naval Argentina.

Cabe destacar que la pista cuenta con una zona de seguridad y para lograr el correcto funcionamiento se diseñó un sistema de drenaje.

Además, se contemplaron las instalaciones necesarias exigidas por el ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil).

PALABRAS CLAVES: Aeródromo, pista, aviones ligeros, drenaje, ANAC.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN .....  | 1  |
| 1-DATOS DE INTERÉS DE MOCORETÁ.....                                 | 2  |
| 1- MEMORIA DESCRIPTIVA.....   | 6  |
| 2.1- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....                                | 6  |
| 2.2-DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....                           | 8  |
| 2.3- EMPLAZAMIENTO DEL AERÓDROMO.....                               | 9  |
| 3- RED DE CAMPOS DE VUELOS EN ARGENTINA.....                        | 11 |
| 3.1- ANTECEDENTES.....  | 11 |
| 3.2- CARACTERÍSTICAS DE LAS AVIONETAS QUE OPERARÁN EN LA PISTA..... | 16 |
| 4-CLASIFICACIÓN DE AERÓDROMOS.....                                  | 18 |
| 4.1- CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO Y DEL DISEÑO.....             | 19 |
| 5- DISEÑO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS DEL AERÓDROMO.....             | 28 |
| 5.1- ORIENTACIÓN-CANTIDAD.....                                      | 30 |
| 5.2-ORIENTACIÓN DE LA PISTA.....                                    | 31 |
| 5.3- LONGITUD DE PISTA.....   | 35 |
| 5.4-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....                                    | 38 |
| 5.4.1-ANCHURA.....  | 38 |
| 5.4.2-PENDIENTE DE LAS PISTAS.....                                  | 39 |
| 5.4.3-FRANJAS DE PISTA.....   | 39 |
| 5.4.4-PENDIENTES LONGITUDINALES.....                                | 40 |
| 5.4.5-PENDIENTES TRANSVERSALES.....                                 | 40 |
| 5.4.6-RESISTENCIA.....  | 40 |
| 5.4.7-ZONAS LIBRE DE OBSTÁCULOS.....                                | 41 |
| 5.4.8-ZONAS DE PARADA.....  | 41 |
| 5.4.9-CALLES DE RODAJE.....   | 42 |
| 6-RELEVAMIENTO DEL TERRENO.....                                     | 48 |
| 7-ALTERNATIVAS DE TIPO DE CALZADAS.....                             | 52 |
| -MANTENIMIENTO DE LA PISTA.....                                     | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| -Mantenimiento de las zonas verdes fuera de la pista y franja.....                   | 58  |
| 7.1- DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL.....   | 59  |
| 7.2- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL .....                    | 62  |
| 8-AYUDAS VISUALES DIURNAS-PISTAS NO PAVIMENTADAS .....                               | 68  |
| 8.1- SEÑALES .....   | 69  |
| 8.2- LUCES EN PISTAS NO PAVIMENTADAS .....   | 75  |
| 9- RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS.....                                      | 79  |
| 10-SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS .....   | 84  |
| 11-DRENAJE.....  | 88  |
| 11.1- DRENAJE SUPERFICIAL .....  | 89  |
| 11.2- ELEMENTOS DE DRENAJE .....   | 94  |
| 11.3-DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE .....                  | 98  |
| 12-MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.....  | 105 |
| 12.1- MARCO TEÓRICO.....   | 105 |
| 12.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES .....                         | 111 |
| 12.2.1 METODOLOGÍA .....   | 111 |
| 12.2.2 PRINCIPALES ACCIONES.....   | 111 |
| 12.2.3 PRINCIPALES FACTORES AFECTADOS EN EL PROYECTO.....                            | 113 |
| 12.3 ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....                                      | 113 |
| 12.3.1 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO .....  | 113 |
| 12.3.2 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO .....   | 115 |
| 12.3.3 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL .....                       | 116 |
| 12.4- PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA): DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN ..... | 121 |
| 13- PRESUPUESTO .....  | 124 |
| 14- CONCLUSIÓN.....  | 125 |
| 15-ANEXO .....   | 126 |
| 16-BIBLIOGRAFÍA .....  | 127 |
| 17- AGRADECIMIENTOS.....   | 128 |

## INTRODUCCIÓN

La idea del proyecto denominado “Aeródromo Mocoretá” surge a raíz de una charla con el jefe de Bomberos Voluntarios de la ciudad de Mocoretá; en la cual expresaba la gran necesidad de contar con una pista para avionetas livianas, ya que es una herramienta de gran utilidad para el cuartel de Bomberos como así también para otras entidades.

A partir de ese momento, comenzamos a trabajar en forma conjunta con esta persona y logramos conseguir contactos e información que fueron de gran utilidad a la hora de desarrollar el mencionado proyecto.

Como punto de partida para este trabajo se visualizaron cuáles serían las avionetas que le darían mayor uso al aeródromo y se realizó un estudio de vientos con datos aportados por Prefectura Naval Argentina para obtener la orientación de la pista; que dicho sea de paso coincide con la orientación de las pistas más cercanas.

Luego se realizó el diseño de la pista tomando como base las exigencias del ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil).

También se calculó el espesor de cada capa que conforma el paquete estructural y para que la pista pueda evacuar rápidamente el agua procedente de las precipitaciones, se colocó un sistema de drenaje, que consiste en canaletas con rejillas ubicadas al costado de la pista.

Para finalizar, se confeccionó el esbozo del hangar, el cual contiene en su interior oficinas y sanitarios; así como también un espacio destinado al descanso del jefe de aeródromo.

Es preciso aclarar, que el aeródromo está diseñado para que pueda ser utilizado en horas diurnas y nocturnas; por lo que se debió contemplar el sistema de iluminación que propone el ANAC.

## 1-DATOS DE INTERÉS DE MOCORETÁ

### -UBICACIÓN

Mocoretá es una localidad argentina, en el departamento Monte Caseros, provincia de Corrientes, capital del Municipio de 2ª Categoría Mocoretá. Su distancia a la capital correntina es de 410 kilómetros.

Se encuentra atravesada por la Ruta Nacional 14, en el límite interprovincial entre Corrientes y Entre Ríos.

### -HISTORIA

Mocoretá es una comunidad que se formó gracias a una fuerte inmigración con mayoría de italianos. Como homenaje a ellos, se construyó la Plaza de los Inmigrantes en la que se pueden ver figuras en relieve de cemento que muestran a personas bajando de los barcos y a colonos labrando la tierra a fuerza de bueyes.

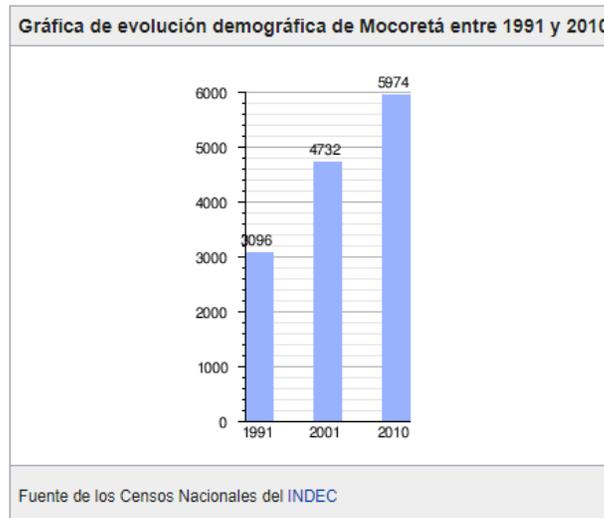
La localidad nacida el 20 de abril de 1875, denominada "La Perla del Sur" es el portal de acceso SE de la provincia de Corrientes, está rodeada por los Ríos Mocoretá y Uruguay y se accede a ella por la Ruta Nacional N.º 14 encontrándose a 513 kilómetros de la ciudad de Buenos Aires. Dentro del transporte ferroviario, por la localidad de Mocoretá pasan las vías férreas del ex F.C. Gral. Urquiza, actualmente concesionada a ALL Mesopotámica (América Latina Logística), por 30 años desde 1999. Esta línea férrea une la Mesopotamia con Buenos Aires, atravesando las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, y conectando con Paraguay, Uruguay y con la red ferroviaria de ALL en Brasil.



*Fotografía 1: Plaza Los Inmigrantes*

**-POBLACIÓN**

Cabe destacar, que además del ejido urbano, Mocoretá cuenta con un número importante de colonias en las cuales se desarrollan la mayoría de las principales actividades laborales de la zona.



*Ilustración 1: Evolución demográfica 1991-2010*

Empleando el método de la tasa geométrica creciente se estimará la población correspondiente al año 2022.

$$P_n = P_o * (1 + i)^n$$

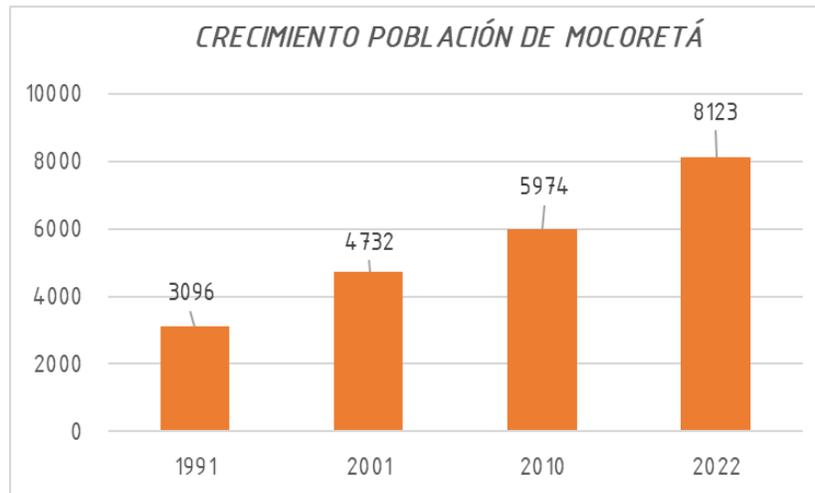
- Pn= Población que se desea obtener
- Po=Población del último censo
- n=Nº de años entre Po y Pn
- i= Tasa de crecimiento

$$i_1 = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 = \sqrt[10]{\frac{4732}{3096}} - 1 = 0.043$$

$$i_2 = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1 = \sqrt[9]{\frac{5974}{4732}} - 1 = 0.026$$

Si  $i_2 < i_1$ , se emplea  $i = i_1$ .

$$P_n = 5974 * (1 + 0.026)^{12} = 8123 \text{ habitantes}$$



*Ilustración 2: Crecimiento poblacional 1991-2022*

### -INSTITUCIONES

*Tabla 1: Algunas instituciones de Mocoetá*

| ALGUNAS INSTITUCIONES DE MOCORETÁ |                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| 1                                 | Bomberos voluntarios        |
| 2                                 | Colegio secundario          |
| 3                                 | Escuela técnica             |
| 4                                 | Escuelas de nivel inicial   |
| 5                                 | Escuelas primarias          |
| 6                                 | Escuela de familia agrícola |
| 7                                 | Hospital base Mocoetá       |
| 8                                 | Iglesias                    |
| 9                                 | Policía                     |
| 10                                | Prefectura Naval Argentina  |
| 11                                | Registro Civil              |



*Fotografía 2: Bomberos Voluntarios de Mocoretá*



*Fotografía 3: Hospital de Mocoretá*

*Fotografía 4: Escuela técnica de Mocoretá*



## 1- MEMORIA DESCRIPTIVA

### 2.1- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Mocoretá es un pueblo pequeño que abarca una de las zonas con mayor producción de citrus.

En los alrededores se encuentran ubicados grandes galpones de empaque donde se preparan los citrus ya seleccionados para ser exportados; esta actividad es una de las principales fuentes de trabajo.

Los aserraderos, industria pujante de esta ciudad, representan a grandes rasgos la segunda actividad económica de la ciudad. Complementada a la actividad citrícola, produce una cantidad importante de cajones y embalajes de uso en la producción de citrus.

En el sector sanitario, Mocoretá cuenta con un hospital con una importante infraestructura, pero carece de la categoría necesaria y profesionales para que se puedan realizar ciertas intervenciones y en caso de complicaciones se debe proceder al traslado de pacientes.

De acuerdo al agravante del caso, se deriva al paciente a la ciudad de Monte Caseros, Curuzú Cuatiá o Corrientes Capital. Las mismas se encuentran a una distancia de: 72km, 100km y 410km respectivamente.

Debido a lo anteriormente mencionado y teniendo en cuenta que en los últimos tiempos se han registrado un gran número de focos de incendio en las zonas de Mocoretá y aledañas, surge la necesidad de contar con un aeródromo cuya operación principal será la de aviones hidrantes, sanitarios y en menor medida el avión de la gobernación; debido a que cuando el gobernador visita la localidad de Mocoretá, debe aterrizar en la pista de la vecina ciudad de Chajarí; la misma se encuentra a unos 17km de distancia.



\*Trasladaron en avión a los Prefecturianos baleados en enfrentamiento

Walter Ramón GOMEZ con heridas varias en rostro y Daniel Eduardo OJEDA, ambos heridos a balazos por Cuatrerros Brasileños en la frontera dividida por el arroyo Miriñay, fueron trasladados esta tarde desde el Aeroclub de Mercedes hacia Buenos Aires.

Los traslado un avión de la propia Prefectura Naval que aterrizó en horas de la siesta. Ambos efectivos fueron trasladados desde el hospital Samuel Robinson de Monte Caseros en ambulancias hasta Mercedes.

(Fotos gentileza www.tumercedes.com)



Noticia Nº1



Trasladaron al joven que este lunes protagonizó el accidente. Fue trasladado en el avión sanitario de la provincia desde el aeroclub de Curuzú Cuatiá.

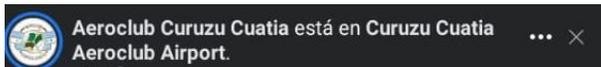
Este lunes, en horas del mediodía se produjo un accidente de tránsito entre una camioneta y una motocicleta y como consecuencia del impacto, el joven que circulaba en el rodado menor fue trasladado en ambulancia al Hospital Samuel W. Robinson.

En las últimas horas se conoció, que el chico de 16 años, se encuentra en grave estado de salud. Debido a ello, fue derivado al Hospital Escuela de la ciudad capital donde, según explicaron fuentes sanitarias, ingresará a emergencia en forma directa a terapia intensiva.

Familiares y amigos del menor piden cadena de oración para su pronta recuperación.



Noticia Nº2



Traslado Sanitario. LV- CDS Grand Caravan.



Noticia Nº3



PORTADA LOCAL REGIONAL NACIONAL SALUD DEPORTE TECNOLOGÍA POLÍTICA

Local

Actualizado 13 febrero, 2023

### Mocoretá: Llegaron dos aviones hidrantes para asistir a Bomberos y dotaciones de J. Pujol, Libertad, Mte Caseros y Curuzú

Por Karina Ray 13 febrero, 2023 392



VENTA DE: [List of items]

ENCUENTRANOS EN: [List of locations]

¡TODOS LOS DÍAS PARA LA COMUNITAT DE MOCORETÁ!

¡JUNTOS SOMOS MÁS FUERTES!



Noticia 4

En las noticias que se pueden apreciar arriba, se ven distintas situaciones en las cuales fue necesario el uso de avión sanitario e hidrante.

De hecho, en la tercera noticia, el paciente es oriundo de la ciudad de Mocoretá.

La primer y segunda información, se sitúa en la ciudad de Monte Caseros; cabe aclarar que dicha localidad cuenta con una pista para el aterrizaje de avionetas, pero debido a las condiciones en las que se encuentra, está clausurada.

Si hablamos un poco de distancias, tenemos:

- Monte Caseros-Curuzú Cuatiá = 92km
- Monte Caseros-Mercedes Corrientes = 164km
- Monte Caseros-Mocoretá = 74km

Como se puede observar, si en vez de trasladar el paciente desde Monte Caseros a Mercedes Corrientes se lo lleva a Mocoretá, se ahorran 90km, lo cual ante una emergencia es muy beneficioso.

Con todo lo expresado anteriormente, se ve reflejada la gran importancia de poder construir una pista para el aterrizaje y despegue de avionetas en la localidad de Mocoretá.

## 2.2-DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto denominado "Aeródromo Mocoretá", contempla el diseño de una pista destinada total o parcialmente al despegue y aterrizaje de avionetas, con todas las instalaciones, edificaciones y equipamiento necesarios exigidos por la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC).

Las características principales para el diseño del aeródromo son:

- Avionetas que operarán en la pista
  - Avión hidrante
  - Avión sanitario
  - Avión de la gobernación
  - Avión de Prefectura Naval Argentina

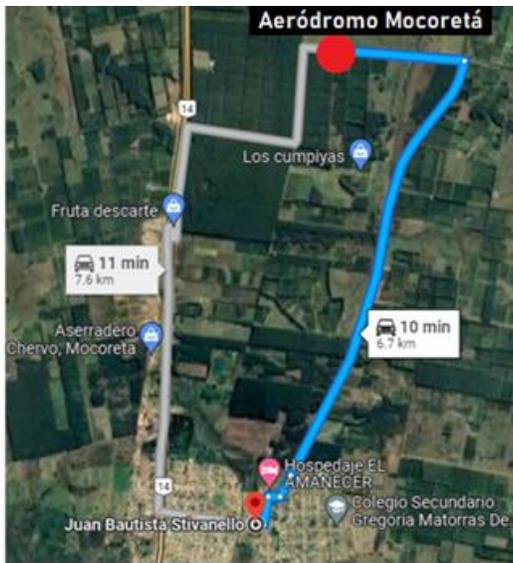
- ii. Público: Aeródromo habilitado por la Autoridad Aeronáutica, abierto al uso público, y en el cual se practican las limitaciones al dominio establecidas en la legislación respectiva. La condición del propietario del inmueble, no califica a un aeródromo como público o privado.
- iii. Visual: Pista destinada a las operaciones de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.
- iv. Sin servicio de tránsito aéreo: (No controlado): Aeródromo público en el que no se facilitan servicios de control de tránsito aéreo de ningún tipo (No tendrá torre de control).
- v. Sin precisión: Pista de vuelo por instrumentos servida por ayudas visuales y por lo menos una ayuda no visual.
- vi. Diurno-nocturno: Debido a que puede surgir una emergencia sanitaria, es necesario que la pista sea operable de noche.

### 2.3- EMPLAZAMIENTO DEL AERÓDROMO

El terreno en el cual se va a situar el aeródromo, se encuentra ubicado en cercanías de la zona colonia Buena Vista.

Para llegar al mismo, se tiene dos rutas posibles:

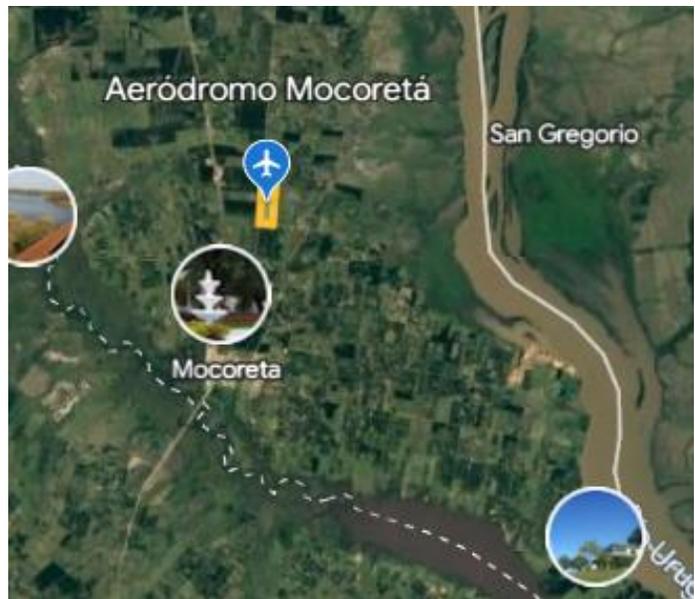
- Alternativa N°1: Haciendo 5.4km por Ruta Nacional 14 y 2.2 km por camino vecinal de ripio; en total se deben recorrer 7.6 km. Este recorrido insume un tiempo de 11 minutos en auto.
- Alternativa N°2: Por caminos vecinales de ripio. Se tiene una distancia de 6.7 km y se tardaría 10 minutos en llegar.



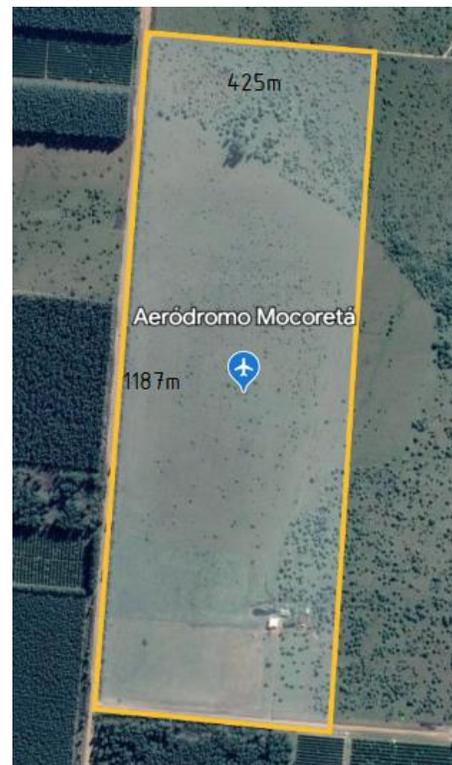
por Juan B. Stivanello **10 min**  
 La ruta más rápida debido al estado del tráfico. 6.7 km

por RN14 **11 min**  
 7.6 km

*Ilustración 4: Caminos para llegar al aeródromo*



*Ilustración 3: Ubicación del aeródromo*

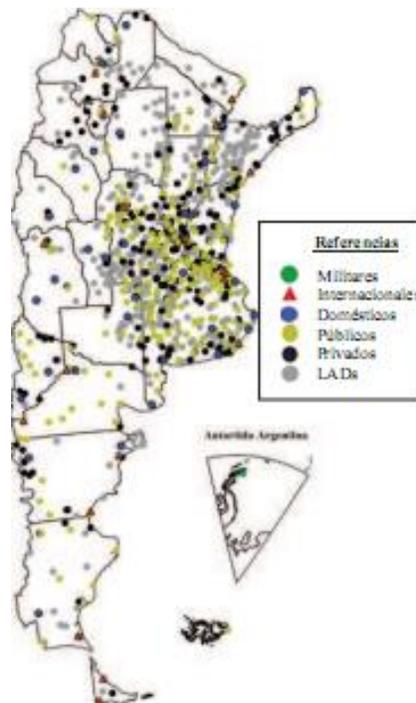


*Ilustración 5: Dimensiones del terreno del aeródromo*

### 3- RED DE CAMPOS DE VUELOS EN ARGENTINA

#### 3.1- ANTECEDENTES

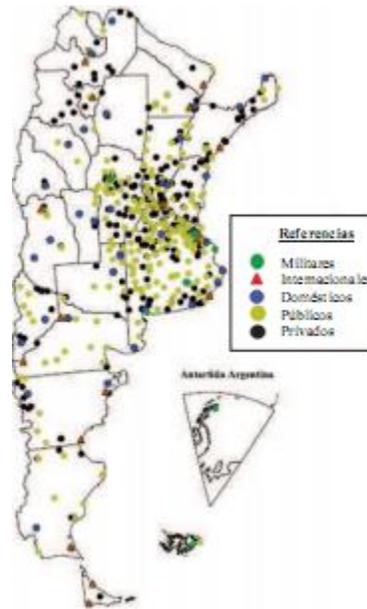
La red del país está compuesta por más de mil campos de vuelo. Dentro de dicha red se diferencian los llamados "lugares aptos declarados" o LADs, y los aeródromos. Se observa una mayor concentración en la región central del país con una marcada convergencia en Buenos Aires en donde se encuentran los aeropuertos de mayor importancia en cuanto a movimientos y tipos de aeronave. Buenos Aires actúa como HUB (centro de operaciones por sus siglas en inglés) de la región, a partir de donde convergen y divergen vuelos hacia aeropuertos del interior del país. Allí se observa una marcada disminución en cuanto a la presencia de campos de vuelo, lo que evidencia una reducción en la propia actividad aeronáutica en contraste a Buenos Aires.



*Ilustración 6: Campos de vuelo en Argentina*

- Aeródromos: Los aeródromos resultan ser superficies de límites definidos, con inclusión de edificios de instalaciones, apta normalmente para la salida y llegada de aeronaves. Dado el tipo de actividad que se realiza en los mismos, pueden ser militares o civiles. Y a su vez los civiles, dado el tipo de explotador, públicos o privados.

Nuevamente la distribución muestra una convergencia acentuada en la región central del país.

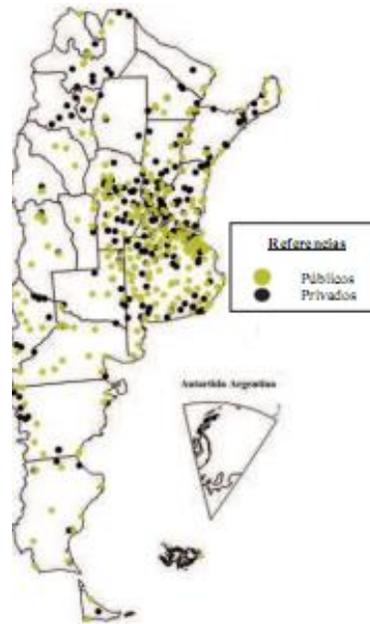


*Ilustración 7: Distribución de los aeródromos en Argentina*

-Aeródromos públicos y privados: Dependiendo del tipo de explotador del aeródromo, los mismos pueden ser clasificados en públicos o privados. Se observa dicha clasificación en la figura adjunta.

Se evidencia que la mayoría de aeródromos resultan ser públicos y los mismos se concentran en la región central del territorio.

Los aeródromos privados presentan una distribución más espaciada con focos de concentración en la región Central, la de la Patagonia y la Norte.



*Ilustración 8: Aeródromos públicos y privados*

- Campos de vuelo con superficies de pista de pavimento rígido (hormigón), flexible (asfalto) y tierra:

Los campos de vuelo presentan pistas con distintos tipos de superficie, dependiendo del tipo de actividad aeronáutica que desarrollan.

En la siguiente figura se encuentran representados los campos de vuelo con pistas de pavimento flexible (asfalto) y rígido (hormigón). Se evidencia un número mayor de campos con pistas de asfalto.

El resto de los campos de vuelo presentan pistas de tierra.

Se observa que estos representan la gran mayoría y se debe a que incluyen a los LADs y todo tipo de campos donde se realicen actividades recreativas o con movimientos menores (ej. Aeroclubes).

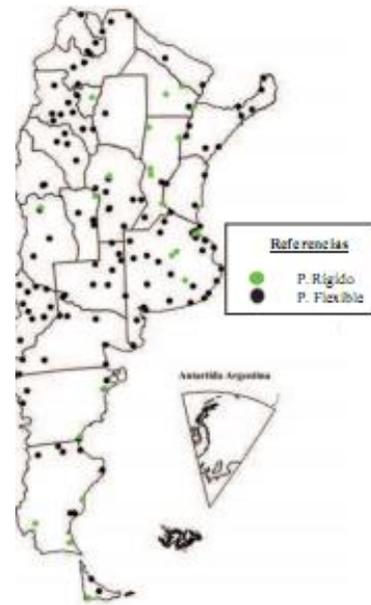
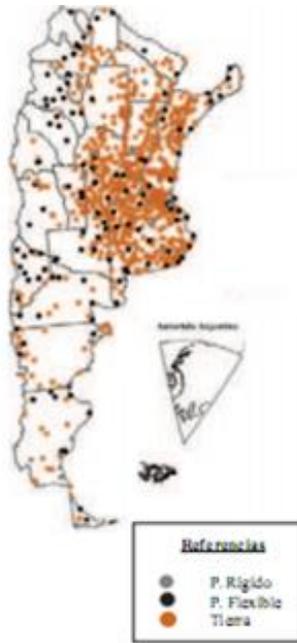


Ilustración 9: Pavimentos rígidos y flexibles

Ilustración 10: Superficies de pistas

-Orientación de las pistas:

- [1] 0° - 45° -- 180° - 225° -- Región Central-Norte-Litoral del país.
- [2] 46° - 90° -- 226° - 270° -- Región de la Patagonia.
- [3] 91° - 135° -- 271° - 315° -- Región Central del país.
- [4] 136° - 180° -- 316° - 360° -- Región Central-Cuyo del país.

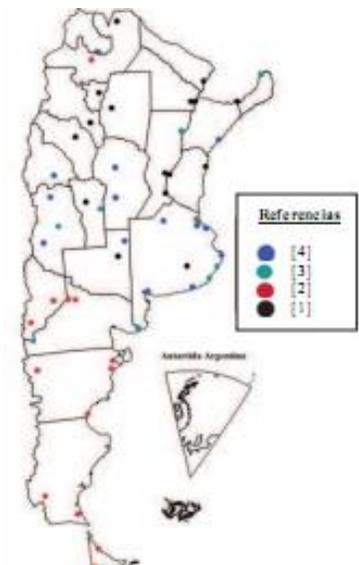


Ilustración 11: Orientación de pistas

Tabla 2: Aeródromos públicos de la provincia de Corrientes

| AERÓDROMOS PÚBLICOS DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES |                        |             |                 |      |            |               |
|---|------------------------|-------------|-----------------|------|------------|---------------|
|   | DENOMINACIÓN           | ORIENTACIÓN | DIMENSIONES [m] | msnm | SUPERFICIE | CLASIFICACIÓN |
| 1   | Bella Vista            | 17-35       | ----            | ---- | ----       |               |
| 2   | Corrientes             | 02-20       | 2100*45         | 62   | Hormigón   | Internacional |
| 3   | Curuzú Cuatiá          | 01-19       | 2121            | 70   | Asfalto    |               |
|   | Curuzú Cuatiá/Aeroclub | 07-25       | ---             | 70   | -----      |               |
| 4   | Esquina                | 03-21       | 960*40          | 35   | Tierra     |               |
| 5   | Goya                   | 04-22       | 1700*45         | 38   | Asfalto    |               |
| 6   | Mercedes               | 03-21       | 1802            | 107  | Asfalto    |               |
| 7   | Monte Caseros          | 18-36       | 1240*30         | 70   | Tierra     |               |
| 8   | Paso de los Libres     | 18-36       | 2260*45         | 70   | Asfalto    | Internacional |

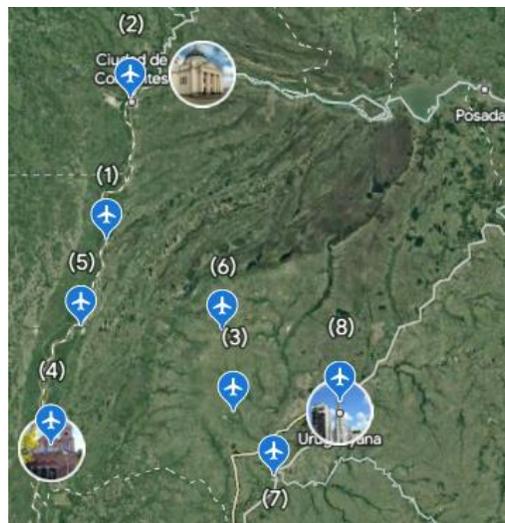


Ilustración 12: Distribución de aeródromos en Corrientes

## 3.2- CARACTERÍSTICAS DE LAS AVIONETAS QUE OPERARÁN EN LA PISTA

Tabla 3: Avión dromedario

| PZL- Mielec M18 Dromedario (Avión hidrante)  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                     | RENDIMIENTO                                  | PLANTA MOTRIZ             |
| Peso máximo de despegue: 5300kg              | Velocidad máxima: 280km/h                    | Motor PZL-Kalisz ASz-62IR |
| Peso en vacío: 2710 kg                       | Velocidad de pérdida: 108km/h                | Potencia: 721w            |
| Superficie alar 40m <sup>2</sup>             | Autonomía: 970km                             |                           |
| Altura: 3.7m                                 | Techo de servicio: 6500m                     |                           |
| Envergadura: 17.7m                           | Velocidad de ascenso: 6.5m/s                 |                           |
| Longitud: 9.47m                              | Carga alar en vacío: 67.75 kg/m <sup>2</sup> |                           |
|  | Carga alar, cargado: 132 kg/m <sup>2</sup>   |                           |
| <b>LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA: 900m</b> |  |                           |



Ilustración 13: Avión dromedario

Tabla 4: Cessna Caravan

| CESSNA CARAVAN (Gobernación)                |                              |                             |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                    | RENDIMIENTO                  | PLANTA MOTRIZ               |
| Peso cargado:3970kg                         | Velocidad crucero:317km/h    | Potencia                    |
| Peso en vacío: 2073 kg                      | Velocidad de pérdida:108km/h | Hélices: 1xtripala Hartzell |
| Superficie alar: 26m <sup>2</sup>           | Alcance:2000km               | Paso variable por motor.    |
| Altura: 4.3m                                | Régimen de ascenso:3.9m/s    |                             |
| Envergadura:15.90m                          |                              |                             |
| Longitud: 12.70m                            |                              |                             |
| Capacidad: 9 a 14 personas                  |                              |                             |
| <b>LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA=765m</b> |                              |                             |

Tabla 5:Casa C-212 Aviocar

| CASA C-212 AVIOCAR (Prefectura Naval Argentina) |                            |                  |
|---|----------------------------|------------------|
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                        | RENDIMIENTO                | PLANTA MOTRIZ    |
| Peso cargado:8000 kg                            | Velocidad crucero:315 km/h | Potencia: 671 kw |
| Peso en vacío: 4400 kg                          | Velocidad de pérdida       |                  |
| Superficie alar: 41m <sup>2</sup>               | Alcance: 1433km            |                  |
| Altura: 6,6m                                    | Régimen de ascenso:8,3m/s  |                  |
| Envergadura:20,30 m                             |                            |                  |
| Longitud: 16,20 m                               |                            |                  |
| Capacidad: 20 personas                          |                            |                  |
| <b>LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA=900m</b>     |                            |                  |



Ilustración 14: Avión de Prefectura Naval Argentina



Ilustración 15: Avión Cessna Caravan

## 4-CLASIFICACIÓN DE AERÓDROMOS

En el anexo 14 de la OACI (Aeródromos) se establecen especificaciones que se refieren al grupo de aviones más crítico que un aeródromo pudiera atender. Para ello el anexo emplea una "clave de referencia" para las características físicas y las superficies de franqueamiento de obstáculos y una "categoría" para los requisitos en materia de salvamento y extinción de incendios.

La clave de referencia consiste en proporcionar a los proyectos pautas sobre el modo de proyectar y diseñar un aeródromo, haciendo corresponder los criterios racionales de planificación con las necesidades actuales y futuras de las aeronaves. Esta clave constituye entonces un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de las aeronaves.

-Un número: Basado en la longitud del campo de referencia del avión. Se utiliza fundamentalmente para las especificaciones relativas a las pistas.

-Una letra: Que representa el valor más crítico entre la envergadura del avión y el ancho exterior de las ruedas del tren de aterrizaje principal: y se emplea principalmente para las especificaciones relativas a calles de rodaje y plataformas.

Longitud del campo de referencia del avión: Es la longitud del campo mínimo para el despegue con el peso máximo homologado de despegue al nivel del mar, en atmósfera tipo, sin viento, y con pendiente de pista cero.

Para definir la clave de referencia se toma la longitud de campo de referencia y la envergadura del avión de Prefectura Naval Argentina, ya que es el más crítico.

Teniendo en cuenta esos parámetros, tenemos una clave de referencia 2B.

Tabla 6: Clave de referencia

| Elemento 1 de la clave |   | Elemento 2 de la clave |                                   |  |
|------------------------|---|------------------------|-----------------------------------|--|
| Núm. de dave (1)       | Longitud de campo de referencia del avión (2) | Letra de dave (3)      | Envergadura (4)                   | Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (a) (5) |
| 1                      | Menos de 800 m                                | A                      | Hasta 15 m (exclusive)            | Hasta 4,5 m (exclusive)  |
| 2                      | Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)         | B                      | Desde 15 m hasta 24 m (exclusive) | Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)                                      |
| 3                      | Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)       | C                      | Desde 24 m hasta 36 m (exclusive) | Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)  |
| 4                      | Desde 1 800 m en adelante                     | D                      | Desde 36 m hasta 52 m (exclusive) | Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)                                       |
|                        |   | E                      | Desde 52 m hasta 65 m (exclusive) | Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)                                       |
|                        |   | F                      | Desde 65 m hasta 80 m (exclusive) | Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)                                      |

#### 4.1- CONDICIONANTES DEL EMPLAZAMIENTO Y DEL DISEÑO

La construcción de un nuevo aeródromo (o la ampliación de uno ya existente) demanda grandes inversiones de capital y la ejecución de trabajos de gran envergadura.

Para que dicha inversión rinda los máximos beneficios a lo largo de la vida útil aquel es necesario tener en cuenta varios factores a la hora de la elección del emplazamiento y el diseño del aeródromo, de manera que se garantice un espacio aéreo determinado y la seguridad de las operaciones aeronáuticas, sin descuidar los peligros o molestias a las poblaciones vecinas o a la ecología.

Para conocer los factores que condicionan la elección del lugar más conveniente y aquellos que influirán en el diseño, se buscará responder las siguientes preguntas:

##### I- ¿Dónde?

Elementos de juicios que intervienen en la planificación de una red pública de aeródromos.

El número de aeródromos de cada país responde naturalmente a las necesidades propias y particulares de cada uno.

Su ubicación y cantidad, sobre todo la de los públicos no puede quedar librada al capricho, sino que debe contribuir a constituir en forma racional y organizada una red de aeródromos.

El primer paso es el estudio en profundidad de la evolución y de la futura demanda del transporte aéreo, lo que dependerá básicamente del potencial social, económico y político de cada país, así como sus objetivos de defensa nacional e integración territorial.

El anterior análisis permitirá seleccionar los nombres de pueblos o localidades o ciudades que constituirán la red pública de aeródromos. En el análisis de la elección de ciudades o localidades influye:

- a) Centros de población: (Comerciales–Institucionales–Industriales): Hay que realizar un estudio económico y demográfico de la posible localidad y su zona de influencia que permita escuadrarla en uno de los mencionados (Comerciales–Institucionales–Industriales) o en dos, o en los tres; esto nos dará el volumen de tráfico aéreo a mover y con ello la prioridad que dicho aeródromo tendrá en la red.
- b) Ubicación geográfica: Se refiere a la ubicación geográfica que implique una posición estratégica desde el punto de vista de la aviación civil por construir centros de cruces o empalmes de rutas aéreas. Otro aspecto de la ubicación geográfica sería la de aquellos centros que, por encontrarse en regiones de lagos, montañas o junto al mar, poseen un interés turístico de elevada magnitud.
- c) Facilidad de transporte no aéreo de la zona: Por último, habría que considerar aquellas localidades que por su ubicación carecen de otros medios de comunicación no aéreos.

Establecidas ya las localidades donde se construirán los aeródromos, el siguiente paso es la elección del emplazamiento.

## II- ¿En qué lugar? – Condicionantes del emplazamiento

El método de selección del emplazamiento en varias etapas principales que comienzan con una determinación en líneas generales de la forma y dimensiones del área necesaria para el aeropuerto y las zonas de ampliación, terminando con el examen, evaluación y selección definitiva del emplazamiento. Dentro del examen y evaluación de las ventajas e inconvenientes de una de las alternativas disponibles deben tomarse en consideración ciertos factores que permitirán una utilización eficaz y segura del aeródromo, compatibilizando los impactos ecológicos y sociales con la optimización de los gastos de construcción. Estos factores pueden agruparse según OACI:

a) Consideraciones operacionales: Puede a su vez ser dividido en cinco puntos:

a-1 Espacio aéreo

Es uno de los puntos de mayor importancia. Un aeródromo no puede ser concebido en forma aislada. La organización y ordenación aérea es de capital importancia para un correcto funcionamiento del aeródromo. Se debe constatar que el emplazamiento satisfaga estas condiciones y en caso contrario determinar e identificar las restricciones y sus probables efectos.

a-2 Obstáculos

Los emplazamientos deben elegirse de manera tal que garanticen plenamente la seguridad de las operaciones, lo que requiere la inexistencia de obstáculos o bien eliminarlos si existen.

Cualquier objeto que limite la trayectoria de vuelo puede disminuir la eficiencia de las aeronaves, limitar la conveniente flexibilidad de aproximaciones por radar y la posibilidad de virar en el ascenso de salida.

En la fase de planeamiento se deberán tomar las medidas adecuadas que eviten futuras obstrucciones. Y como la adquisición de los bienes inmuebles necesarios que protejan los accesos no es económicamente factible, se deberán zonificar las restricciones de alturas ni bien se haya elegido el emplazamiento.

a-3 Peligros

Son todos los factores locales que en cierta medida entrañen un margen de peligrosidad para las actuaciones de las aeronaves:

- Centros industriales que produzcan humo: Que bajo la acción del viento se concentre en determinada dirección.
- Residuos volátiles de fábricas cercanas: Que en presencia de humedad disminuyan el coeficiente de rozamiento de las pistas.
- Las reservas naturales de fauna
- Ríos
- Zonas costeras
- Vertederos de basuras

- Bocas de descargas del alcantarillado

Estas últimas pueden ser focos de atracción de aves, las que pueden chocar con las aeronaves o introducirse en las turbinas de sus reactores.

Se deberá estudiar también las rutas migratorias de las aves, especialmente de las de gran tamaño.

#### a-4 Condiciones climatológicas

Su estudio puede ser dividido en dos partes

a-4-1 Condiciones climatológicas generales de la zona: Se refiere a la climatología de zona de emplazamiento. Los datos necesarios son:

- Vientos: -Intensidad  
-Dirección  
-Frecuencia
- Temperatura
- Presión
- Humedad
- Nieblas
- Lluvias

Los más importantes para realizar el estudio del campo de vuelos son las rosas de los vientos (frecuencia e intensidad) que determinarán la dirección de las pistas y los datos de las precipitaciones pluviales que condicionan las condiciones de drenaje.

#### a-4-2 Condiciones especiales del lugar elegido para el emplazamiento

Se refieren a la influencia del relieve del lugar elegido, que puede alterar la meteorología del lugar de la zona, modificando las capas más bajas del aire. Esto puede generar corrientes ascendentes o descendentes y turbulencias que afectan a las actuaciones de aterrizaje y/o despegue de las aeronaves.

Cuando se estudia el relieve del lugar se debe tener en cuenta:

- Influencias de las cadenas montañosas: Puede generar aumentos de la velocidad del viento y torbellinos.
- Influencias de los valles: Por efecto del calentamiento de las laderas del valle durante el día puede generar corrientes que la remontan y ocurre lo contrario durante la noche.
- Influencias de las costas: Los vientos que soplan desde el mar y los que lo hacen desde la tierra generan torbellinos de eje horizontal que bordean la costa.
- Influencia en la formación de nubes: En zonas donde haya grandes turbulencias el relieve facilita la formación de nubes
- Influencia de la altura de formación de nubes: Esta altura es decisiva en el estudio de un campo de vuelos. Muchas veces la falta de "un techo mínimo de altura de nubes" prohíbe el acceso al aeródromo.

#### a-5 Ayudas para la navegación, la aproximación, el aterrizaje

Para el correcto funcionamiento de las ayudas no visuales (electrónicas) destinados a servir de guía a las aeronaves, se requiere un determinado margen vertical sobre los objetos de las cercanías (líneas de alta tensión, grandes edificios, vehículos en movimiento, etc.). Se debería asegurar que el lugar de emplazamiento reúna estas condiciones para que la seguridad de dichos instrumentos no se vea afectada.

#### b) Consideraciones de carácter social

Si bien es necesario que los aeródromos estén emplazados en las cercanías de las poblaciones o zonas comerciales a las que sirven, es también cierto que las trayectorias de vuelo no deberían pasar sobre centros habitados mientras las aeronaves se encuentran por debajo de cierta altura. La elección del lugar pivotará entre dos preceptos antagónicos.

Los factores de carácter social que condicionan el lugar de emplazamiento de un aeródromo son:

b-1 Proximidad con los centros de demanda:

Desde ningún punto de vista se justifica que se demore una o dos horas en llegar al aeródromo y que luego se recorra en mucho menos tiempo una larga distancia.

b-2 Facilidad de acceso por tierra:

Es necesario que se tenga acceso rápido y cómodo al mismo tiempo.

Desde este punto de vista es obvio que se pretende aquellos emplazamientos cercanos a caminos o cuando corresponda a otros medios de transporte como ferroviarios o vías navegables.

b-3 Impacto ecológico-social:

Los factores ambientales deben ponderarse cuidadosamente al construir un aeródromo. Se deben hacer los siguientes estudios:

- Ruido producido por las aeronaves
- Polución del aire y del agua
- Desperdicios industriales
- Aguas servidas
- División de una comunidad ya establecida
- Efecto negativo sobre áreas de cierto interés y de belleza panorámica
- Destruir áreas de recreo
- Alterar sustancialmente el modo de vida de especies
- Afectar el nivel freático de la zona
- Etc.

#### b-4 Leyes locales. Utilización de terrenos:

Este es otro de los factores que demandan una exhaustiva investigación en las correspondientes reparticiones municipales o provinciales, estudiando la existencia de posibles ordenanzas, leyes o decretos de autoridades competentes que asignen a la tierra elegida para un probable emplazamiento, o a los adyacentes, un destino incompatible a las actividades aeronáuticas.

#### c) Consideraciones del orden económico:

A fin de reducir al mínimo los gastos de construcción de un aeródromo, son de particular importancia las siguientes consideraciones:

**c-1 Topografía:** Es un factor de suma importancia debido a que determina en cierta manera la pendiente de las pistas, y que junto a la situación de y variedad de las características naturales (árboles y cursos de agua) y de la existencia de estructuras artificiales (edificios, carreteras, líneas de alta tensión, etc.) pueden influir en las tareas de desmonte, terraplenamiento, nivelación, drenaje. La pendiente natural y el drenaje del terreno determinan el volumen y la magnitud de los movimientos de tierra a realizar.

**c-2 Naturaleza del suelo y materiales de construcción:** Influye en lo referente a las características de permeabilidad (drenaje), como en lo referente a su valor soporte. En efecto, cuanto menor sea la calidad del suelo se necesitará dimensionar pavimentos de mejor calidad y mayor espesor. En este problema no solo influye el factor económico; puede darse el caso de que un lugar determinado deba rechazarse por la total inadaptación del suelo a los mínimos requisitos técnicos para la construcción de pavimentos.

Otro de los puntos que hacen a la economía constructiva es el estudio de la proximidad de materiales (naturales o artificiales) que se vayan a emplear en la construcción del aeródromo y la facilidad del transporte de los mismos.

#### **c-3 Disponibilidad de servicios**

Todo aeródromo necesita contar con una provisión constante de ciertos servicios indispensables para su funcionamiento: agua potable, energía eléctrica, gas natural, combustible para las avionetas, líneas telefónicas, etc. La elección del emplazamiento debería ser tal que se cuente con dichos o servicios para reducir costos de tener que prolongarlos hasta ese sitio.

#### ***c-4 Valor de los terrenos***

Es de suma importancia el estudio del valor de los terrenos. Se debería de tener en cuenta posibles ampliaciones del aeródromo para contemplar el tamaño de la porción de tierra necesaria.

#### III- ¿De qué tamaño? - Condiciones de diseño

La exacta formulación de las dimensiones físicas de un aeródromo depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- 1- Características de las funciones a realizar y tamaño de las aeronaves que se esperan vayan a utilizarlo: Tiene relación directa con la longitud de pista.
- 2- Volumen y carácter del tráfico: Influye sobre el número de pistas necesarias, la configuración de las calles de rodaje y las dimensiones de las plataformas de estacionamiento.
- 3- Condiciones meteorológicas: Las que más influencias tienen son:
  - La temperatura: Condicionan la longitud de pista, ya que, a mayor temperatura, mayores son las distancias necesarias para la actuación de los aviones.
  - El viento: Influye sobre el número y la configuración de las pistas.
- 4- Altitud del emplazamiento: Condiciona la longitud de pista.

Tabla 7: Condiciones de emplazamiento

| CUADRO SINÓPTICO              |  |   |  |                      |
|-------------------------------|--|---|--|----------------------|
| I-¿Dónde?                     | a) Centros de población                          |   |  |                      |
|                               | b) Ubicación geográfica                          |   |  |                      |
|                               | c) Facilidades de transporte no aéreo de la zona |   |  |                      |
| II- ¿En qué lugar?            | a) Consideraciones operacionales                 | ① Espacio aéreo                                       |  |                      |
|                               |  | ② Obstáculos  |  |                      |
|                               |  | ③ Peligros  |  |                      |
|                               |  | ④ Condiciones meteorológicas                          |  | Generales            |
|                               |  | ⑤ Ayudas para la navegación, aproximación, aterrizaje |  | Especiales del lugar |
|                               | b) Consideraciones de carácter social            | ① Proximidad a los centros de demanda                 |  |                      |
|                               |  | ② Facilidad de acceso por tierra                      |  |                      |
|                               |  | ③ Impacto ecológico-social                            |  |                      |
|                               |  | ④ Leyes locales                                       |  |                      |
|                               | c) Consideraciones de orden económico            | ① Topografía  |  |                      |
|                               |  | ② Naturaleza del suelo y materiales de construcción   |  |                      |
|                               |  | ③ Disponibilidad de servicios                         |  |                      |
|                               |  | ④ Valor de los terrenos                               |  |                      |
|                               | III- ¿De qué tamaño?                             | a) Características de las funciones a realizar        |  |                      |
|                               |  | b) Volumen y carácter del tráfico                     |  |                      |
| c) Condiciones meteorológicas |  |   |  |                      |
| d) Altitud del emplazamiento  |  |   |  |                      |

## 5- DISEÑO DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS DEL AERÓDROMO

I. PISTAS: El anexo 14 de la OACI considera a la pista como “aquella área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y despegue de aeronaves”. Las pistas a su vez pueden ser:

a) **Pistas de vuelo por instrumento**: Son aquellos tipos de pistas destinados a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos; pueden ser:

**a<sub>1</sub>- Pistas para aproximaciones que no sean de precisión**: Cuando existen ayudas visuales y una ayuda no visual que proporciona por lo menos guía direccional adecuada para la aproximación directa.

**a<sub>2</sub>- Pistas para aproximaciones de precisión Categoría I**: Pista de vuelo por instrumento servidas por ILS y ayudas visuales destinadas a operaciones para una altura de decisión de 60m, y un alcance visual del orden de los 800m.

**a<sub>3</sub>- Pistas para aproximaciones de precisión Categoría II**: Igual que la anterior pero destinadas a operaciones hasta una altura de decisión de 30m y un alcance de visual de 400m.

**a<sub>4</sub>- Pistas para aproximaciones de precisión Categoría III**: Pista de vuelo por instrumentos servida por ILS hasta la superficie de la pista y a lo largo de ella.

b) **Pista de vuelo visual**: Pista destinada a la operación de aeronaves que utilicen procedimientos visuales para la aproximación.

Los elementos principales que integran una pista son:

- 1- Pavimento estructural que soporta el peso del avión.
- 2- Márgenes: Banda de terreno adyacente al anterior, proyectados para resistir la erosión debida al chorro de los reactores y para alojar la circulación de los equipos de mantenimiento y servicio de patrullas.
- 3- Franjas: Áreas que incluye al pavimento estructural, a los márgenes y a un área que se ha despejado, drenado y nivelado. Debería poder soportar el peso del equipo de incendio, de salvamento, y de remoción de nieve, así como también proporcionar soporte a las aeronaves en caso de que salgan del pavimento.

- 4- Sector contra chorro: Área destinada a evitar la erosión de las superficies adyacentes a los extremos de las pistas que están sujetas al prolongado y repetido chorro de los reactores, se encuentra pavimentada o cubierta de césped.
- 5- Zona de parada: Longitud adicional de pavimento, que se prolonga rebasando el extremo de la pista. El pavimento de esta zona deberá tener la resistencia suficiente como para soportar ocasionalmente el peso de las aeronaves (despeje frustrado).
- 6- Zona libre de obstáculos: Área rectangular definida en el terreno o en agua y bajo control de la autoridad competente, designada o preparada como área adecuada sobre la cual un avión puede efectuar una parte del ascenso inicial hasta una altura adecuada.

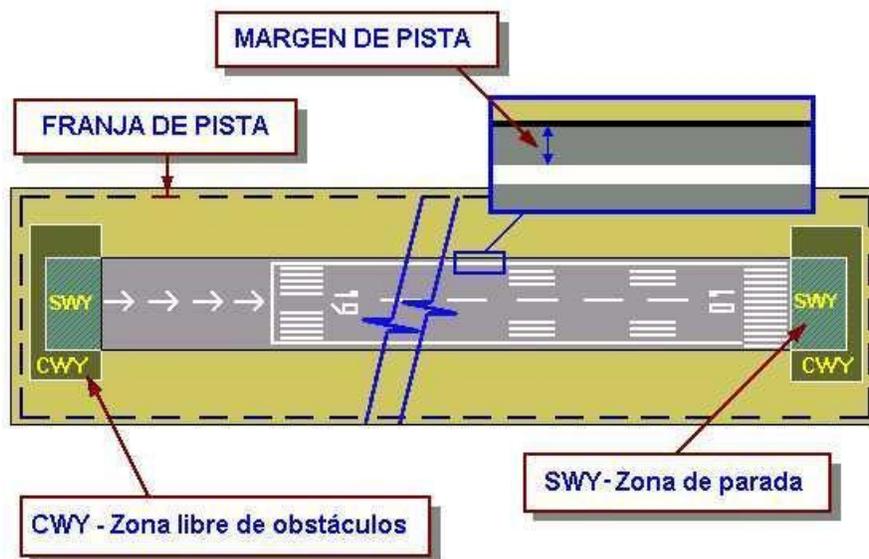


Ilustración 16: Zonas de una pista

## 5.1- ORIENTACIÓN-CANTIDAD

Son muchos los elementos que deben considerarse a la hora de definir la orientación y el emplazamiento de una pista. Se los puede clasificar en cuatro categorías:

- 1- **Tipo de operación:** Se debe examinar si el aeropuerto se utilizará en todas las condiciones o solo de noche.
- 2- **Condiciones climatológicas:** Deberá hacerse un estudio de la distribución de los vientos para determinar el coeficiente de utilización. Este último es definido como el porcentaje de tiempo durante el cual el uso de una pista o sistema de pistas no está limitado por la componente transversal del viento. En efecto, existe una componente máxima perpendicular al eje de la pista que una aeronave es capaz de soportar sin riesgo para una operación de despegue o aterrizaje, la cual dependerá esencialmente de varias características intrínsecas de la propia aeronave (peso, tamaño, configuración alar).
- 3- **Topografía:** Será otro de los componentes a considerar, ya que el emplazamiento dependerá del uso del suelo en las vecindades del aeródromo (tanto en el momento del diseño como en el futuro) y muy especialmente de los obstáculos naturales y artificiales.
- 4- **Tránsito aéreo en la vecindad del aeródromo:** La proximidad de otros aeródromos o aerovías, la densidad del tránsito aéreo y de aproximación frustrada son también condicionantes de la orientación.

La cantidad de pistas queda determinada por:

- a- Régimen de vientos de la zona
- b- Número de movimiento de aeronaves a atender

Sin duda el factor de mayor relevancia a tener en cuenta tanto para la orientación como para la determinación de la cantidad de pistas es el régimen de vientos. La OACI establece que el número y orientación de las pistas deben ser tales que durante el mayor porcentaje de tiempo que sea posible, pero nunca menor del 95% haya por lo menos una pista para la cual la componente transversal del viento sea menor que:

*Tabla 8: Velocidad vs. longitud de campo*

| Velocidad [km/h] | Longitud del campo de referencia del avión |
|------------------|--|
| 37               | ≥1500m                                     |
| 24               | ≥1200m y <1500m                            |
| 19               | <1200m                                     |

La misma norma recomienda que los datos deben basarse en estadísticas de vientos confiables que abarquen un período no menor de 5 años y observaciones realizadas por lo menos 8 veces al día a intervalos iguales.

## 5.2-ORIENTACIÓN DE LA PISTA

Para el análisis de los vientos se emplearon datos aportados por Prefectura Naval Argentina sede Mocoretá.

Se intentó conseguir datos oficiales sobre la dirección e intensidad de los vientos en el Servicio Meteorológico Nacional, pero su respuesta fue que no contaban con estaciones meteorológicas cercanas.

El único inconveniente es que Prefectura solo tiene registros de la dirección del viento y no la intensidad, pero por lo general en la ciudad de Mocoretá, la intensidad de los vientos no es tan fuerte como para incidir de forma significativa en el coeficiente de utilización de la pista.

Se analizaron datos correspondientes a un período de 9 años y cinco meses; desde 2013 hasta mayo de 2022.



Tabla 10: Distribución del viento en el año 2018

| AÑO 2018 |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
|          | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| 1        | S/E   | E       | C     |       | S    | C     | E     | N      | S          |         | C         |           |
| 2        | E     | C       | C     |       | S    | S     | N/E   | N      | S          |         | C         |           |
| 3        | S     | C       | C     |       | S    | S     | N/E   | C      | S/O        |         | C         |           |
| 4        | S     | C       | E     |       | S    | S     | N     | E      | C          |         | N         |           |
| 5        | S/E   | S       | C     |       | S/E  | N/E   | S     | S      | E          |         | C         |           |
| 6        | S     | S       | S     |       | E    | S     | S     | C      | N          |         | E         |           |
| 7        | C     | C       | C     |       | C    | S     | S/O   | E      | E          |         | S         |           |
| 8        | S     | C       | E     |       | N    | E     | S     | S      | E          |         | C         |           |
| 9        | O     | S       | C     |       | N    | C     | S     | S      | C          |         | C         |           |
| 10       | N     | S       | E     |       | N    | C     | S     | S/E    | S          |         | N         |           |
| 11       | C     | S       | C     |       | S    | S     | E     | S      | S          |         | C         |           |
| 12       | S     | S       | C     |       | C    | C     | C     | S      | C          |         | N         |           |
| 13       | C     | S       | C     |       | S    | E     | C     | E      | E          |         | C         |           |
| 14       | C     | C       | N     |       | C    | S     | S     | S      | E          |         | C         |           |
| 15       | C     | C       | S     |       | S    | E     | S     | C      | E          |         | S         |           |
| 16       | E     | S       | N     |       | C    | C     | S     | O      | C          |         | S/E       |           |
| 17       | C     | O       | S/E   |       | C    | C     | E     | C      | S          |         | C         |           |
| 18       | S     | C       | N     |       | N    | C     | E     | C      | C          |         | C         |           |
| 19       | C     | S/E     | C     |       | N    | E     | S/E   | S      | C          |         | E         |           |
| 20       | C     | C       | S     |       | S    | C     | E     | S      | C          |         | C         |           |
| 21       | C     | S       | S     |       | S    | C     | O     | S/O    | E          |         | C         |           |
| 22       | C     | C       | C     |       | S    | C     | S     | N      | E          |         | C         |           |
| 23       | C     | C       | N     |       | S    | S/E   | S     | E      | N          |         | N         |           |
| 24       | N/E   | C       | N     |       | E    | S     | E     | E      | S/E        |         | E         |           |
| 25       | N/E   | C       | S/E   |       | C    | C     | S     | C      | S          |         | C         |           |
| 26       | N     | C       | C     |       | C    | S     | E     | O      | N          |         | C         |           |
| 27       | N/E   | S       | C     |       | N/E  | N     | C     | E      | N          |         | C         |           |
| 28       | N     | C       | N     |       | N    | E     | S     | C      | C          |         | E         |           |
| 29       | N     |         | C     |       | N/E  | C     | O     | S      | E          |         | C         |           |
| 30       | C     |         | C     |       | E    |       | C     | S      | C          |         | C         |           |
| 31       | S     |         | S     |       | S    |       | S     | S      |            |         |           |           |

Tabla 11: Resumen de vientos del año 2018

| RESUMEN AÑO 2018 |     |
|------------------|-----|
| C                | 100 |
| N                | 29  |
| S                | 75  |
| E                | 40  |
| O                | 6   |
| S/E              | 11  |
| N/E              | 8   |
| N/O              | 0   |
| S/O              | 3   |
| Total            | 272 |

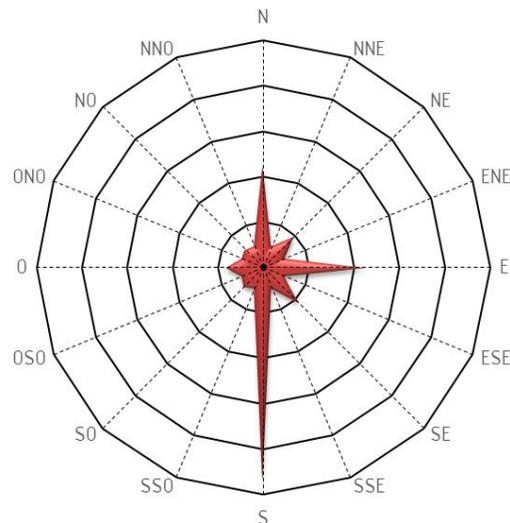
Por cada año se confeccionó una planilla como la que se muestra arriba.

*Tabla 12: Resumen de datos de viento 2013-2022*

| RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |            |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------------|
| DIRECCIÓN DEL VIENTO       | AÑO  |      |      |      |      |      |      |      |      |      | TOTAL | PORCENTAJE |
|                            | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |       |            |
| C                          | 93   | 139  | 104  | 79   | 76   | 100  | 111  | 109  | 133  | 63   | 1007  | 35.22%     |
| N                          | 41   | 41   | 21   | 40   | 42   | 29   | 37   | 40   | 33   | 24   | 348   | 12.17%     |
| S                          | 103  | 126  | 61   | 81   | 103  | 75   | 70   | 120  | 73   | 38   | 850   | 29.73%     |
| E                          | 11   | 15   | 8    | 35   | 46   | 40   | 66   | 42   | 68   | 19   | 350   | 12.24%     |
| O                          | 0    | 0    | 2    | 6    | 5    | 6    | 16   | 10   | 15   | 4    | 64    | 2.24%      |
| S/E                        | 34   | 20   | 3    | 10   | 20   | 11   | 10   | 5    | 6    | 1    | 120   | 4.20%      |
| N/E                        | 11   | 16   | 7    | 18   | 9    | 8    | 11   | 7    | 2    | 2    | 91    | 3.18%      |
| N/O                        | 4    | 4    | 1    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 11    | 0.38%      |
| S/O                        | 6    | 2    | 0    | 0    | 0    | 3    | 6    | 0    | 1    | 0    | 18    | 0.63%      |
| TOTAL                      | 303  | 363  | 207  | 269  | 302  | 272  | 328  | 333  | 331  | 151  | 2859  | 100.00%    |

Luego se realizó una planilla resumen en la cual se puede observar la incidencia de cada dirección del viento; y con el ello se graficó la rosa de los vientos.

Si obviamos el porcentaje en el que el viento se encuentra en calma, la dirección que mayor porcentaje tiene es el sur; por lo tanto, la pista se debe orientar opuesta a la dirección de los vientos predominantes, es decir, norte-sur.



*Ilustración 17: Orientación de la pista*

### 5.3- LONGITUD DE PISTA

Si se estudia el principio de sustentación se puede observar que la fuerza sustentadora depende de las condiciones que presente la atmósfera en el lugar de operación, especialmente con respecto a su densidad. Un avión a nivel del mar y en las condiciones "standard" necesita una determinada longitud de pista para el despegue con su peso máximo de operación, necesitará una mayor longitud si la densidad del aire disminuye (debido a la mayor altura s.n.m o por mayor temperatura ambiente). Un efecto similar lo produce la presencia de una cierta pendiente de pista.

De lo expuesto se deduce que si la pista no se encuentra a 15°C; s.n.m y que no sea horizontal requerirá correcciones en la longitud del campo de referencia de la aeronave crítica para que la misma pueda operar.

Las correcciones a efectuar son tres:

- 1- Corrección por elevación: La longitud debe efectuarse a razón de 7% por cada 300m de elevación sobre el nivel del mar.

$$L_1 = L * \left( 1 + \frac{0,07}{300} * E \right)$$

- E=Elevación sobre el nivel del mar
- L=Longitud del campo de referencia

- 2- Corrección por temperatura: La longitud ya corregida por elevación debe aumentarse un 1% por cada grado que la temperatura de referencia del lugar exceda a la de la atmósfera estándar correspondiente a esta elevación. Nos encontramos entonces con dos parámetros a definir: temperatura estándar y temperatura de referencia.

-Temperatura estándar: Es aquella temperatura presente en una atmósfera estándar, o sea donde el aire es considerado un gas perfecto teniendo 15°C y 760mm de presión a nivel del mar y que posee un gradiente de temperatura constante e igual a -0,0065 °C/m.

Temperatura estándar es entonces:  $T_s: 15^{\circ}C - (E * 0,0065^{\circ}C)$

A su vez la temperatura de referencia de un lugar es función de la temperatura medias mensual de las medias diarias  $T_1$  y de la temperatura media mensual de las máximas diarias  $T_2$ , ambas del mes más caluroso del año. Queda definida por la siguiente ecuación:

$$T_r = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{3}$$

La longitud corregida por temperatura será entonces:

$$L_2 = L_1 + [1 + 0,01 * (T_r - T_s)]$$

3- Corrección por pendiente longitudinal: En la Argentina se adoptó como corrección el aumento de la longitud de pista (corregida ya por elevación y temperatura) a razón de un 10% por cada 1% de pendiente efectiva. Tenemos entonces que la longitud verdadera será:

$$L_v = L_2 * (1 + 0,10 pe)$$

En el siguiente gráfico se pueden observar las temperaturas medias, máximas y mínimas; las mismas fueron obtenidas de datos históricos desde el año 2014 a 2022.

Para la corrección por temperatura se debe adoptar la temperatura media y máxima del mes más caluroso del año; que sería enero.

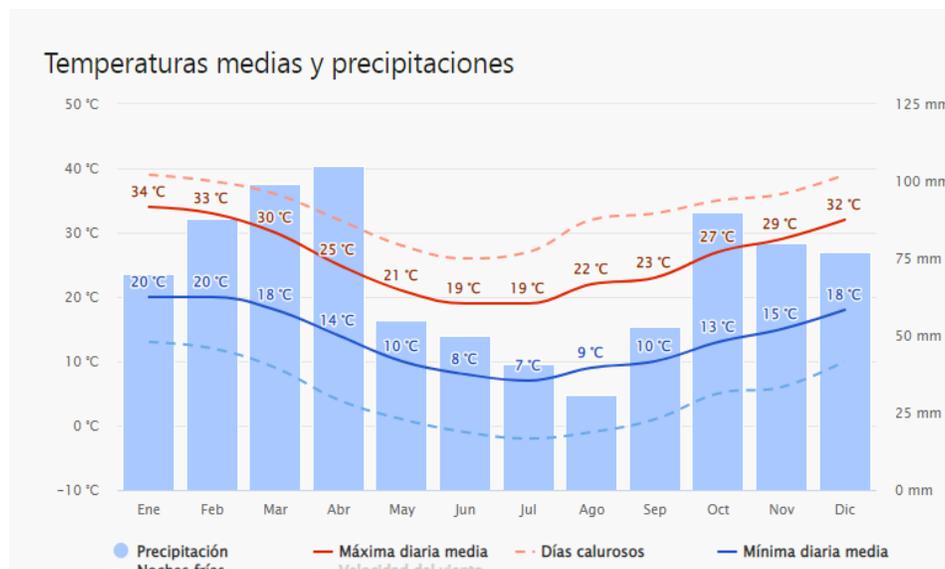


Ilustración 18: Temperaturas medias y precipitaciones

| Promedio | ene.  | feb.  | mar.  | abr.  | may.  | jun.  | jul.  | ago.  | sep.  | oct.  | nov.  | dic.  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Máxima   | 32 °C | 30 °C | 28 °C | 25 °C | 21 °C | 18 °C | 18 °C | 20 °C | 22 °C | 25 °C | 28 °C | 31 °C |
| Temp.    | 26 °C | 25 °C | 23 °C | 20 °C | 16 °C | 13 °C | 13 °C | 15 °C | 16 °C | 20 °C | 22 °C | 25 °C |
| Mínima   | 21 °C | 20 °C | 19 °C | 15 °C | 12 °C | 10 °C | 9 °C  | 10 °C | 12 °C | 15 °C | 17 °C | 19 °C |

Tabla 13: Temperatura promedio

Consideraciones:

- Longitud de campo de referencia: 900m
- Altura sobre el nivel del mar: 52m
- Temperatura de operación del aeródromo:
  - ✓  $T_1=26^{\circ}\text{C}$
  - ✓  $T_2=32^{\circ}\text{C}$
- Pendiente del terreno: Se toma 0,4%.

A continuación, se procede a realizar las correcciones por elevación, temperatura y pendiente.

1-Corrección por elevación

$$L_1 = L * \left(1 + \frac{0,07}{300} * E\right)$$

$$L_1 = 900m * \left(1 + \frac{0,07}{300} * 52m\right) = 910,92m$$

2- Corrección por temperatura

$$T_r = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{3} = 26^{\circ}\text{C} + \frac{32^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C}}{3} = 28^{\circ}\text{C}$$

$$T_s: 15^{\circ}\text{C} - (E * 0,0065^{\circ}\text{C}) = 15^{\circ}\text{C} - \left(52m * 0,0065 \frac{^{\circ}\text{C}}{m}\right) = 14,662^{\circ}\text{C}$$

$$L_2 = 910,92m * [1 + 0,01 * (28^{\circ}\text{C} - 14,662^{\circ}\text{C})] = 1032,41m$$

## 3-Corrección por pendiente

$$L_v = 1032,41m * (1 + 0,10 * 0,004) = 1032,82m$$

Se adopta una longitud verdadera de la pista de 1050m.

## 5.4-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

## 5.4.1-ANCHURA

La anchura de toda pista no debería ser menor de la dimensión apropiada especificada en la siguiente tabla.

En dicha tabla figuran las anchuras mínimas de pista consideradas necesarias para garantizar la seguridad operacional. Los factores que influyen en la anchura de la pista son:

- Desviación de la aeronave fuera del eje al momento de tomar contacto.
- Condición de viento de costado.
- Contaminación de la superficie de la pista (p. ej., lluvia, nieve, nieve fundente o hielo).
- Depósitos de caucho.
- Aproximaciones en vuelo diagonal para aterrizaje con condiciones de viento transversal.
- Velocidades de aproximación empleadas.
- Visibilidad.
- Factores humanos.

Tabla 14: Ancho de pista

| Núm. de clave   | Letra de clave |      |                    |      |      |      |
|-----------------|----------------|------|--------------------|------|------|------|
|                 | A              | B    | C                  | D    | E    | F    |
| 1 <sup>a)</sup> | 18 m           | 18 m | 23 m               | —    | —    | —    |
| 2 <sup>a)</sup> | 23 m           | 23 m | 30 m               | —    | —    | —    |
| 3               | 30 m           | 30 m | 30 m               | 45 m | —    | —    |
| 4               | —              | —    | 45 m <sup>b)</sup> | 45 m | 45 m | 60 m |

- (1) La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser menor de 30m, cuando el número de clave de referencia sea 1 ó 2.

Teniendo en cuenta lo que se especifica debajo de la tabla, se considera un ancho de pista igual a 30m.

#### 5.4.2-PENDIENTE DE LAS PISTAS

(a) La pendiente longitudinal, obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista, por la longitud de ésta, no deberá exceder del:

- 1% cuando el número de clave sea 3 ó 4;
- **2% cuando el número de clave sea 1 ó 2**, o se trate de aeródromos de uso agroaéreo.

b) Pendiente transversal:

- 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F; y
- **2% cuando la letra de clave sea A o B**; o se trate de aeródromos de uso agroaéreo.

#### 5.4.3-FRANJAS DE PISTA

**a) Propósito:** La franja de pista se extiende lateralmente hasta una distancia específica desde el eje de la pista, longitudinalmente hasta antes del umbral, y más allá del extremo de la pista. Provee un área libre de objetos que pudieran poner en peligro a las aeronaves. La franja incluye una porción nivelada que debe prepararse de forma tal que no cause el desplome del tren de proa al salirse la aeronave de la pista.

Existen ciertas limitaciones respecto de las pendientes permisibles en la zona nivelada de la franja. La franja de pista también es necesaria para proteger las áreas sensibles y críticas del ILS/MLS. La franja tiene una zona despejada de obstáculos. Todo equipo o instalación requeridos para propósitos de navegación aérea ubicados en esta zona despejada de obstáculos, debe ser frangible y estar montado lo más bajo posible. La franja abarca la pista y cualquier zona asociada de parada.

**b) Longitud:** Toda franja debería extenderse, antes del umbral y más allá del extremo de la pista o de la zona de parada, hasta una distancia de por lo menos:

- **60 m cuando el número de clave sea 2, 3 ó 4;**
- 60 m cuando el número de clave sea 1 y la pista sea de vuelo por instrumentos; y
- 30 m cuando el número de la clave sea 1 y la pista sea de vuelo visual.

**c) Anchura:** Siempre que sea posible, toda franja que comprenda una pista para aproximaciones que no sea de precisión se extenderá lateralmente en una distancia de por lo menos:

- 150 m cuando el número de clave sea 3 ó 4;
- 75 m cuando el número de clave sea 1 ó 2;**

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

#### 5.4.4-PENDIENTES LONGITUDINALES

La pendiente longitudinal a lo largo de la porción de una franja que ha de nivelarse, no debería exceder de:

- 1,5%, cuando el número de clave sea 4;
- 1,75%, cuando el número de clave sea 3; y
- **2%, cuando el número de clave sea 1 ó 2.**

#### 5.4.5-PENDIENTES TRANSVERSALES

Las pendientes transversales en la parte de una franja que haya de nivelarse, deberían ser adecuadas para impedir la acumulación de agua en la superficie, pero no deberían exceder del:

- 2,5%, cuando el número de clave sea 3 ó 4; y
- **3%, cuando el número de clave sea 1 ó 2;**

#### 5.4.6-RESISTENCIA

La parte de una franja que contenga una pista de vuelo visual debería prepararse o construirse hasta una distancia de por lo menos:

- 75 m cuando el número de clave sea 3 ó 4.
- **40 m cuando el número de clave sea 2.**
- 30 m cuando el número de clave sea 1.

Dado que la zona nivelada de la franja tiene por objeto minimizar el riesgo para las aeronaves que se salen de la pista, ésta debería nivelarse de forma que se evite el colapso del tren de aterrizaje de proa de la aeronave. La superficie debería prepararse de forma que ofrezca resistencia a la aeronave y, por debajo de la superficie, debería tener suficiente resistencia para evitar causar daños a la aeronave. A fin de satisfacer estos requisitos divergentes, se proporcionan las siguientes orientaciones para la preparación de la franja. Los fabricantes de aeronaves consideran que la profundidad máxima a la cual podría hundirse el tren de proa sin desplomarse es de 15 cm. Por lo tanto, se recomienda que el suelo a una profundidad de 15 cm por debajo de la superficie terminada de la franja se prepare con una resistencia

equivalente a un índice de penetración California (CBR) de 15 a 20. El objetivo de la preparación de la superficie subyacente es evitar que el tren de proa se hunda más de 15 cm. Los 15 cm superiores deben tener menor resistencia para facilitar la desaceleración de la aeronave.

#### 5.4.7-ZONAS LIBRE DE OBSTÁCULOS

**-Emplazamiento:** El origen de la zona libre de obstáculos debería estar en el extremo del recorrido de despegue disponible.

**-Longitud:** La longitud de la zona libre de obstáculos no debería exceder de la mitad de la longitud del recorrido de despegue disponible.

**-Anchura:** La zona libre de obstáculos debería extenderse lateralmente hasta una distancia mínima de 75 m a cada lado de la prolongación del eje de la pista.

**-Pendientes:** El terreno de una zona libre de obstáculos no debería sobresalir de un plano inclinado con una pendiente ascendente del 1,25%, siendo el límite inferior de este plano una línea horizontal que:

- a) esté perpendicular al plano vertical que contenga el eje de la pista; y
- b) pase por un punto situado en el eje de la pista, al final del recorrido de despegue disponible.

#### 5.4.8-ZONAS DE PARADA

**-Anchura:** La zona de parada tendrá la misma anchura que la pista con la cual esté asociada.

**-Resistencia:** Las zonas de parada deberían prepararse o construirse de manera que, en el caso de un despegue interrumpido, puedan soportar el peso de los aviones para los que estén previstas, sin ocasionar daños estructurales a los mismos.

**-Superficie:** Las características de rozamiento de una zona de parada no pavimentada no deberían ser considerablemente inferiores a las de la pista con la que dicha zona de parada esté asociada.

#### 5.4.9-CALLES DE RODAJE

Superficies que permiten el movimiento seguro y rápido de las aeronaves que aterrizan o despegan de una pista y sirven para enlazar las diferentes zonas del área de movimientos aeronáuticos de un aeródromo.

##### ***-Principios del trazo***

- a) La seguridad es primordial
- b) Deben estar planificados, de manera que las aeronaves o vehículos terrestres que utilicen las calles de rodaje, no causen interferencias a la navegación aérea.
- c) Todas las partes del sistema de calles de rodaje deben ser visibles desde la torre de control.

Por sí mismas no tienen una clasificación, sino que se distinguen en función de la letra de la clave de referencia de la pista más larga a la que esté sirviendo el sistema de rodaje, o sea: A, B, C, D, E y F; que está dada en función de un determinado grupo de aeronaves, de acuerdo a sus dimensiones.

##### ***-Anchura***

Es la distancia transversal necesaria del pavimento de la pista, para que determinado grupo de aeronaves circule sobre ella.

La parte rectilínea de una calle de rodaje debe tener una anchura no inferior a la indicada en la siguiente tabla.

Como la clave de referencia de nuestra pista es B, se tiene que el ancho de la calle de rodaje es de 10,5m.

Tabla 15: Ancho de calles de rodaje

| Letra de clave | Anchura de la calle de rodaje   |
|----------------|---|
| A              | 7,5 m   |
| B              | 10.5 m  |
| C              | 15 m.   |
| D              | 18 m si la calle de rodaje está prevista para aviones cuya distancia entre las ruedas exteriores del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m;<br>23 m si la calle de rodaje está prevista para aviones cuya distancia entre las ruedas, exteriores del tren de aterrizaje principal, sea igual o superior a 9 m |
| E              | 23 m  |
| F              | 25 m  |

Los valores seleccionados se basan en la suma de la distancia libre entre las ruedas y el borde del pavimento, más la anchura total máxima del tren de aterrizaje principal de la aeronave para la letra de clave seleccionada.

#### -Distancia libre

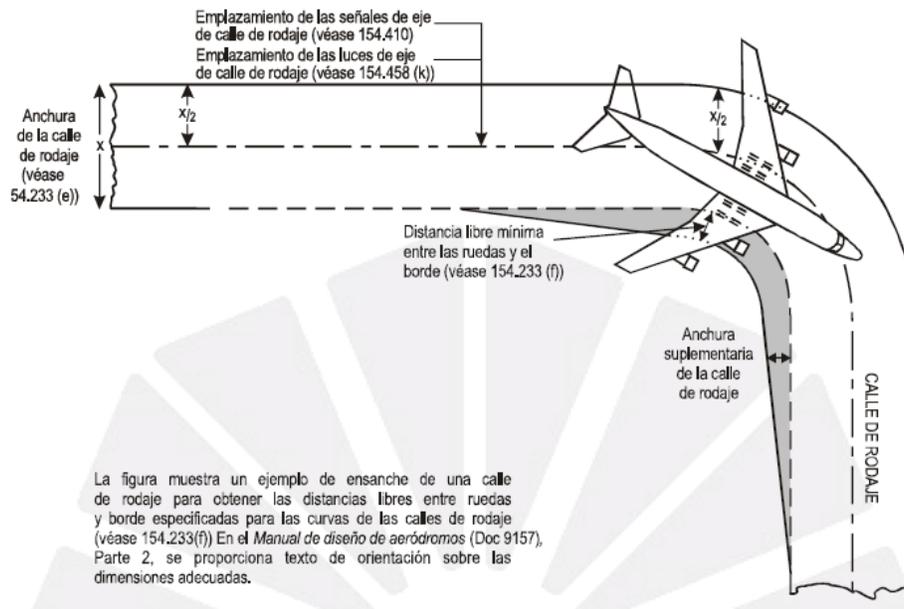
Será la mínima distancia medida entre la rueda exterior del tren de aterrizaje principal y el borde de la calle de rodaje.

Tabla 16: Distancia libre en calles de rodaje

| Letra de clave | Distancia libre  |
|----------------|--|
| A              | 1,5 m  |
| B              | 2,25 m   |
| C              | 3 m en tramos rectos;<br>3 m en tramos curvos , si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m;<br>4,5 m en tramos curvos, si la calle de rodaje está prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m. |
| D              | 4,5 m  |
| E              | 4,5 m  |
| F              | 7,5 m  |

## -Curvas

Los cambios de dirección de las calles de rodaje no deberían ser muy numerosos ni pronunciados, en la medida de lo posible. Los radios de las curvas deberían ser compatibles con la capacidad de maniobra y la velocidad de rodaje normales de los aviones para los que dicha calle de rodaje esté prevista.



*Ilustración 19: Calle de rodaje*

Deben tenerse en cuenta que las curvas compuestas pueden reducir o eliminar la necesidad de una calle de rodaje más ancha.

En la siguiente tabla figuran los valores de las velocidades admisibles correspondientes a los determinados radios de curvatura basándose en un factor de carga lateral de 0.133g.

*Tabla 17: Velocidad vs. Radio de curva*

| Velocidad<br>[km/h] | Radio de la curva<br>[m] |
|---------------------|--------------------------|
| 16                  | 15                       |
| 32                  | 60                       |
| 48                  | 135                      |
| 64                  | 240                      |
| 80                  | 375                      |
| 96                  | 540                      |

La velocidad en el viraje depende del radio de la curva (R) y del factor de carga lateral (f); si se parte de la hipótesis de que el factor de carga lateral está limitado a 0,133g tenemos:

$$V = (127,133 * f * R)^{1/2}$$

$$V = (127,133 * 0.133 * R)^{1/2}$$

$$V = 4,1120(R)^{1/2}$$

El diseño de una calle de rodaje deberá ser tal que, cuando el puesto de pilotaje de los aviones para los que está prevista permanezca sobre las señales de eje de dicha calle de rodaje, la distancia libre entre la rueda exterior del tren principal del avión y el borde de la calle de rodaje no sea inferior a las especificadas.

El proyecto de las curvas en los rodajes sigue los criterios de todo proyecto topográfico de las curvas circulares, y tiene como propósito evaluar la velocidad de rodaje al efectuar un viraje, y cuando éste es de 180 grados, se ha supuesto que los radios de curvatura R equivalen a la mitad de la separación entre ejes de calles de rodaje.

*Tabla 18: Letra de clave vs. Radio*

| Letra de clave | Radio [m]    |
|----------------|--------------|
| A              | 11,875       |
| <b>B</b>       | <b>16,75</b> |
| C              | 22           |
| D              | 33,25        |
| E              | 40           |
| F              | 48,75        |

#### -Márgenes

Son anchuras suplementarias que se proyectan a ambos lados del pavimento de la pista para prevenir que los motores de reacción, sobresaliendo el voladizo más allá del borde de la pista, absorban piedras u otros objetos que puedan producir daños al motor y para prevenir la erosión del área adyacente a la calle de rodaje.

Los tramos rectilíneos de las calles de rodaje que sirvan a pistas de letra C, D, L, E o F deben tener márgenes que se extiendan simétricamente a ambos lados de la calle de rodaje.

La anchura total de la calle de rodaje y sus márgenes en las partes rectilíneas no debe ser menor de:

- a) 60m cuando la letra de clave sea F.

- b) 44m cuando la letra de clave sea E
- c) 38m cuando la letra de clave sea D
- d) 25m cuando la letra de clave sea C

\* Como la clave de referencia del aeródromo es B, no necesita márgenes.

#### **-Franjas de seguridad**

Cada calle de rodaje, excepto las calles de acceso al puesto de estacionamiento de la aeronave, deberá estar situada dentro de una franja.

Destinada a proteger a una aeronave que esté operando en ella y a reducir el riesgo de daño en caso de que accidentalmente se salga de ésta.

Cada franja de calle de rodaje debería extenderse simétricamente a ambos lados del eje de calle de rodaje y en toda la longitud de ésta hasta la distancia con respecto al eje.

La parte central de una franja de calle de rodaje debería proporcionar una zona nivelada a una distancia del eje de la calle de rodaje de por lo menos:

- a) 11,50m cuando la letra de clave sea A
- b) 12,50m cuando la letra de clave sea B o C
- c) 19m cuando la letra de clave sea D
- d) 22m cuando la letra de clave sea E
- e) 30m cuando la letra de clave sea F

#### **-Pendiente de franjas**

La superficie de la franja situada al borde de una calle de rodaje o del margen correspondiente, si se provee, debería estar al mismo nivel que éstos y su parte nivelada no debería tener una pendiente transversal ascendente que exceda del:

- a) 2,5% para las franjas de las calles de rodaje cuando la letra de clave sea C, D, E, o F.
- b) 3% para las franjas de las calles de rodaje cuando la letra de clave sea A o B.

**-Pendiente longitudinal:** La pendiente longitudinal de una calle de rodaje no debería exceder de:

a) 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F.

b) 3% cuando la letra de clave sea A o B.

**-Pendiente transversal:** Debe ser suficiente para impedir la acumulación de agua en superficie, pero no debe exceder:

a) 1,5% cuando la letra de clave sea C, D, E o F.

b) 2% cuando la letra de clave sea A o B.

## 6-RELEVAMIENTO DEL TERRENO

Cabe aclarar que en Mocoretá no se cuenta con un terreno asignado para las instalaciones del aeródromo; por lo que se debió buscar un campo que cumpla con las dimensiones necesarias y sobre todo que se encuentre limpio para poder hacer los relevamientos pertinentes.

Como se mencionó en páginas anteriores, se encontró un terreno que cumple con las especificaciones necesarias a unos 7km de la ciudad de Mocoretá y se tarda unos 11 minutos en auto en llegar.

Se realizó un relevamiento de tipo fotográfico para poder observar las características del campo y también poder ver por donde pasan las redes de energía eléctrica.

En cuanto a los servicios, como ser agua potable y red cloacal; se pudo investigar que el agua se extrae de pozo y que el agua cloacal se trata mediante pozos negros.

Una vez reconocida la zona, se procedió a realizar el relevamiento topográfico; para ello se empleó un equipo GPS REACH RS2.



*Fotografía 5: Equipo GPS*



*Fotografía 6: REACH RS2*



*Fotografía 7: Campo aeródromo*



*Fotografía 8: Equipo GPS móvil*



*Fotografía 9: Relevamiento de campo*

## POSGAR 2007 / Argentina 6

**Datum**

POSGAR 2007

**Elipsoid**

WGS 84

Semi-major axis 6378137 m

1/f 298.257223563

Prime meridian Greenwich

**Projection****Type**

Transverse Mercator

**Latitude of origin**

-90.0°

**Central meridian**

-57.0°

**Scale factor**

1.0

*Ilustración 20: Tendido eléctrico**Ilustración 21: Datos del sistema de medición*

Es importante mencionar que se tienen dos GPS: uno fijo y el otro móvil.

El GPS fijo se lo deja en un sitio donde mejor convenga y el GPS móvil se apoya en los puntos donde se desea medir y mediante un programa que se instala en el celular se guarda la información de cada punto.

En cuanto al relevamiento topográfico se confeccionaron perfiles transversales cada 50m y se tomó la altura del terreno en el eje de pista, extremos de pista y extremos de franja de pista.

Con los valores obtenidos se confeccionó una planilla Excel en la cual por tanteos sucesivos y con la ayuda de los gráficos de la variación de perfiles longitudinales y transversales se pudo compensar los movimientos de suelo.

Se optó por darle una pendiente tanto longitudinal como transversal de 0,5%, ya que si se le daba un valor superior se incrementaban de manera abrupta los movimientos de suelo.

Los volúmenes de suelo se obtuvieron comparando las cotas del proyecto de la pista con las cotas de terreno natural; a la cota de proyecto se le debe restar la cota del terreno natural.

Ubicando progresivas cada 50 metros se obtuvo un perfil para cada progresiva y de esta forma se determinó el volumen excedente o faltante.

Si el movimiento de suelo da negativo, significa que hay que desmontar, y si da positivo nos indica un terraplenamiento.

Se buscó compensar los volúmenes de terraplenamiento y desmonte para que no haya gastos innecesarios en movimiento de suelos y demás.

Las planillas de movimiento de suelo y gráficos se adjuntan en el **ANEXO**.

## 7-ALTERNATIVAS DE TIPO DE CALZADAS

-**Construcción de firmes**: Las condiciones que deben cumplir los productos naturales, para que, mediante la estabilización mecánica necesaria, puedan emplearse como firmes de pavimentos flexibles de aeropuertos, son las generales de compacidad y estabilidad. La resistencia de los firmes, deben ser superior a la de los pavimentos construidos para pequeñas cargas y las de las capas de cimentación.

A continuación, se propondrán dos superficies de rodaje:

- 1- De césped
- 2- De asfalto

- SUPERFICIE DE RODAJE DE CÉSPED: En los pavimentos constituidos por terrenos naturales, estabilizados mecánicamente o por mezclas con otros productos de suelos, las superficies de rodaje pueden estar formadas por césped, pero al menos estas superficies, ocupan un mínimo del 85% de la superficie en los aeropuertos con pistas de firmes especiales.

El césped es necesario, para evitar el polvo y la erosión que producen las aguas de lluvias en la superficie, además de dar mejor aspecto al conjunto. En la zona de tomas de tierra y de emergencia, se hace el césped más necesario, ya que la raíz de la hierba crea una cohesión y endurecimiento en la superficie, convenientes para el rodaje y para soportar sin desgastes el viento de la hélice o de los reactores de los aviones.

Muchas veces el césped está formado por la hierba natural del lugar, pero cuando ésta no tenga buenas características, es preciso recurrir a otras semillas.

Las características que deben tener el césped son diferentes de unas zonas a otra, ya que dependen de su empleo y por esta razón deben clasificarse las zonas del aeropuerto de la siguiente manera:

- 1- **Zona de tráfico intenso**: Destinados al aterrizaje, despegue, estacionamiento y rodadura de los aviones en los pequeños aeropuertos. Son zonas que tienen que soportar el desgaste producido por las ruedas y por el soplo de las hélices en marcha; necesitan los mejores tipos de césped: denso, de tallo corto y sufrido. Su crecimiento debe ser rápido, para que esté en condiciones de utilización en el menor tiempo posible.

- 2- Zonas de emergencia: Son las franjas y zonas de contorno de los firmes especiales. Exigen un césped de calidad inferior a las anteriores, con menor cantidad de semillas y abonos. No es preciso sea tan denso, ni resistente y conviene sea de crecimiento lento, para evitar gastos de siega.
- 3- Zonas sin tráfico: Que pueden ser de varias clases:
- a) Las comprendidas entre edificaciones que deben tener césped de la misma calidad de la zona de emergencia.
  - b) Los taludes de límites de campo que estarán sembrados para evitar erosiones, con semillas corrientes en la localidad, no debiendo hacer gastos en abonos mantillos y siegas, y permitiéndose incluso los arbustos.
  - c) Las zonas periféricas y sub- periféricas, con semillas de la misma calidad de las zonas anteriores, pero sin permitir los arbustos.

**Clase de semillas para césped:** La clase de semillas a emplear en las diferentes zonas depende de varios factores, como son:

- Condiciones climáticas
- Cantidad de lluvia
- Humedad del lugar
- Evaporación
- Condiciones de suelos

Las hierbas más apropiadas para cubrir las zonas primeras, son las que producen un césped espeso y de tallo corto en el menor tiempo posible, que son las que mejor soportan el tráfico. Estas condiciones las cumplen algunas leguminosas y gramíneas siendo las más recomendables para terrenos corrientes las siguientes:

- ❖ Trébol blanco
- ❖ Césped inglés
- ❖ Cañuela roja
- ❖ Bromo

Estas semillas deben emplearse mezcladas, uniéndose con tierras muy sueltas con gramas, que crea mucha raigambre. Su período de germinación oscila entre 5 a 28 días.

La elección de las semillas es bastante delicada, ya que hay que pensar en el entretenimiento, que es bastante difícil en algunas estaciones, por necesitar algunos tipos frecuentes de riego y siegas que hacen su empleo poco factible.

**Época de siembra:** Como norma general la siembra se debe efectuar en otoño, aprovechando las lluvias de esta época, para que las plantas gocen de la estación húmeda, y a continuación de los hielos, con lo cual arraigan más y es mayor el número de tallos. En casos urgentes se puede sembrar en primavera, pero solamente las especies de gran desarrollo de raíz, para que, cuando lleguen la sequía, tengan bastante arraigo.

Por otra parte, existen especies que pueden plantarse en verano o invierno.

**LABORES DE SIEMBRA Y CANTIDAD DE SEMILLAS NECESARIAS:** Para especies cortas, es recomendable de 2 a 5cm de profundidad con gradas o cultivadores de discos, procediéndose a la siembra y pasando a continuación cilindros de poco peso.

Para especies mayores conviene hacer labores más profundas, pero su empleo es muy restringido.

La cantidad de semilla varía con la zona a sembrar y con el tipo de semilla, variando desde unos 70kg de semilla por hectárea en las zonas de césped denso y 30 kg en las de césped ligero para semillas grandes, y 1 a 3kg mezclados con arenas en caso de semillas menudas.

**ABONO:** Los abonos deben ser los que recomiendan los laboratorios agronómicos, después de los análisis de tierras. Tres son los elementos fundamentales para el desarrollo de las plantas: el nitrógeno, el fosfato y la potasa, siendo el primero el esencial para la hierba, en el caso de no tener los análisis de tierras se debe usar abonos nitrogenados con mezclas de fosfato.

**SIEGAS Y PASTOREO:** Las siegas deben hacerse solamente en las zonas de tráfico intenso y cuando la hierba tenga más de 5cm de altura. Conviene el pasto de cilindros

de poco peso después de efectuar la siega, que además de hacer que la planta arraigue consolidan la superficie periódicamente.

El pastoreo de ganado lanar favorece el césped, tanto por la calidad de sus abonos como porque las pesuñas del ganado actúan como cuñas en el suelo y contribuyen a la consolidación.

-SUPERFICIE DE RODAMIENTO DE ASFALTO: Los firmes estabilizados mecánicamente o por mezclas bituminosas, pueden terminarse en las zonas de tráfico más intenso con capas de rodaje estabilizados con betunes.

En este caso la composición granulométrica de los áridos que se mezclan con el betún debe ser muy seleccionada, para asegurar una buena superficie resistente al desgaste y de permeabilidad suficiente.

Las capas de rodadura construidas de esta manera tienen un espesor comprendido entre 4 a 5 cm, que es suficiente si se apoyan sobre un firme convenientemente estabilizado.

-COMPARATIVA ECONÓMICA ENTRE SUPERFICIES DE RODAJE

*Tabla 19: Comparativa de superficie de rodaje*

| RUBRO  |                | COMPARATIVA DE COSTOS DE LA CAPA DE RODAMIENTO |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |
|--|----------------|--|-------|-------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| ÍTEM Nº  |                | CÉSPED VS ASFALTO                              |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |
| UNIDAD   | m <sup>2</sup> |  |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |
|  |                | Designación                                    | Cant. | U                 | Total de m <sup>2</sup> | Costo unit. [\$/m <sup>2</sup> ] | Costo parcial [\$/m <sup>2</sup> ] | Costo total [\$/m <sup>2</sup> ] |
|  | Nº             |  |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |
| <b>MATERIALES</b>  |                |  |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |
| CÉSPED   | 1              | Semillas                                       | 0.01  | kg/m <sup>2</sup> | 31050.00                | \$ 706.61                        | \$ 153,582.02                      | \$ 2,010,874.98                  |
|  | 2              | Abono  | 0.080 | kg/m <sup>2</sup> | 31050.00                | \$ 747.70                        | \$ 1,857,292.96                    |                                  |
| ASFALTO  | 3              | Asfalto  | 1.000 | m <sup>2</sup>    | 31050.00                | \$ 3,559.00                      | \$ 110,506,950.00                  | \$ 110,506,950.00                |
| <b>Asfalto/Césped</b>  |                |  |       |                   |                         |                                  |                                    | 54.95                            |
| Se puede observar que el costo de realizar la superficie de rodamiento de asfalto es casi 55 veces superior al costo de hacer la superficie de césped. Por lo que se propone la segunda alternativa. |                |  |       |                   |                         |                                  |                                    |                                  |

CONCLUSIÓN: Como se puede apreciar en la tabla superior, es mucho más económico realizar la superficie de rodaje de césped.

Lo que se debe de tener en cuenta, es el mantenimiento, debido a que en muchas oportunidades las pistas quedan inactivas debido a que nadie se encarga de mantener en condiciones las mismas.

Se propone en principio realizar la pista de aterrizaje con capa de rodamiento de césped y gestionar para en un futuro realizar el pavimento asfáltico a la pista; ya que con ello se tendría la ventaja de que podrían aterrizar aviones de mayor porte.

### -MANTENIMIENTO DE LA PISTA

a) El mantenimiento de las zonas no pavimentadas de un aeródromo deberá:

1) garantizar la seguridad de las aeronaves en las zonas de operaciones (pistas, calles de rodaje, franjas y zonas de seguridad -RESA-);

2) reducir el riesgo por fauna para las aeronaves.

b) El mantenimiento de las zonas no pavimentadas deberá ser efectuada por el explotador de aeródromo, por sí o por terceros, debiendo cumplimentar las tareas de acuerdo a los requisitos del servicio ATS (Servicio de tránsito aéreo) en caso de disponer del mismo.

c) Los vehículos utilizados para efectuar la tarea de mantenimiento de zonas no pavimentadas deberán contar con el señalamiento diurno y nocturno conforme lo especificado en la RAAC Parte 154, Subparte F; así como también, con las autorizaciones y permisos correspondientes.

d) Una vez terminada cualquier construcción/intervención dentro de las franjas de pistas y calles de rodaje, deberá prestarse atención a que la resistencia superficial no haya disminuido, en cuyo caso, se la deberá mejorar por medio de la compactación del terreno. Además, deberían eliminarse las protuberancias y las depresiones. Para proteger la superficie del chorro de los reactores, el terreno debería cubrirse con un manto denso de césped.

e) La hierba en las franjas no debería superar una altura mayor de 10 cm. La hierba cortada, debería recogerse para evitar su aspiración por parte de los motores a reacción, lo cual significaría un peligro para las operaciones de las aeronaves.

Los restos de la hierba cortada deberían recogerse, además, para evitar los efectos de "ahogamiento" de las matas de hierba debajo de una capa de material cortado. Los efectos consiguientes de descomposición de la mata producen también un gran número de organismos microscópicos, insectos, gusanos, etc., que a su vez atraen a las aves. Como inmediatamente después del corte vienen las aves en busca de alimento debería elegirse el momento más favorable para esta operación teniendo en cuenta los hábitos de las aves locales.

Será preciso realizar el corte periódicamente, con diversa frecuencia según el clima, para mantener la hierba a la altura establecida.

f) Dado que la operación de corte de vegetación atrae a las aves, el corte debería realizarse preferentemente antes de los períodos de tránsito aéreo mínimo. En los demás casos, podrá ser necesario aumentar las medidas de protección, para reducir al mínimo el riesgo de colisión.

-Mantenimiento de las zonas verdes fuera de la pista y franja

La razón principal de este tipo de mantenimiento es evitar que la fauna ingrese a la zona de pista.

-Personal a cargo del mantenimiento: Quien se hará cargo de mantener en condiciones de operabilidad la pista, será el personal de ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil), quien además de realizar los trabajos de corte de pasto, debe de ocuparse del pintado de las señales visuales de la pista y todos los trabajos necesarios para que la pista sea operable.

### 7.1- DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Para el diseño del paquete estructural se seguirán los lineamientos del método de la FAA.

Los pavimentos para aeronaves ligeras se definen como aquellos destinados a aeronaves con pesos brutos inferiores a 30.000 lb (13.000 kg). Las aeronaves de este tamaño generalmente se dedican a actividades no programadas, como vuelos agrícolas, de instrucción o recreativos. Los pavimentos diseñados para dar servicio a estas aeronaves pueden ser pavimentos de tipo rígido o flexible.

Es posible que algunas áreas de los aeropuertos que prestan servicio a aviones ligeros no requieran pavimentación.

En estas áreas, el desarrollo de un césped agregado o una superficie de césped puede ser adecuado para operaciones limitadas de estas aeronaves ligeras.

Las superficies de césped con agregados se construyen mejorando la estabilidad de un suelo con la adición de agregados antes del desarrollo del césped.

**-Secciones típicas para aviones ligeros:** Las secciones transversales típicas para pavimentos de aeronaves ligeras se muestran en la ilustración 23. No se hace distinción entre secciones de pavimento críticas y no críticas para pavimentos que sirven a aeronaves ligeras.

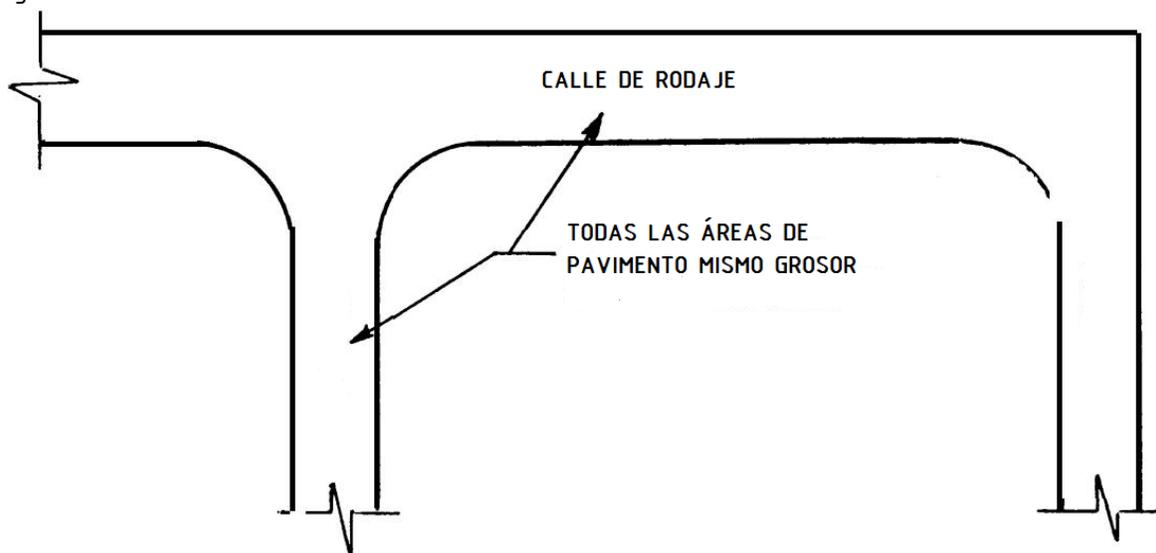


Ilustración 22: Secciones típicas para aviones ligeros

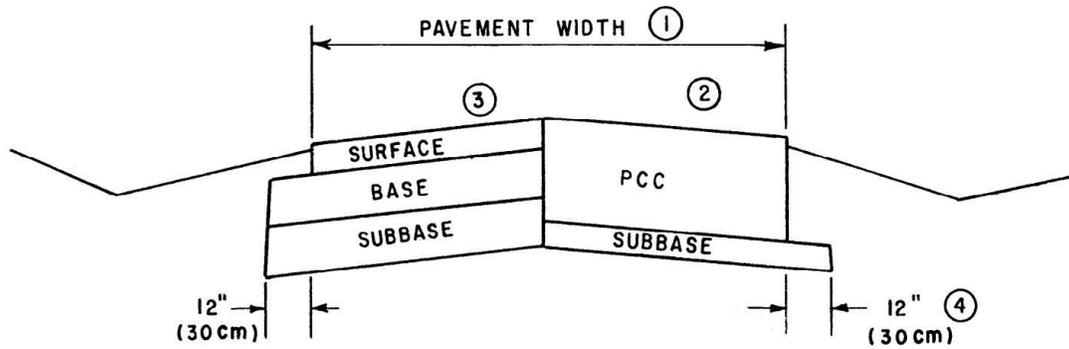


Ilustración 23: Paquete estructural

Tabla 20: Descripción de la imagen superior

- 01 ANCHOS DE PISTAS Y VÍAS DE RODAJE
- 02 PENDIENTES TRANSVERSALES
- 03 BASE DE SUPERFICIE: Superficie, base, PCC; según corresponda
- 04 MÍNIMO PARA DESLIZAMIENTO=12"

**Requisitos de compactación para cargas ligeras en pavimentos flexibles**

| Diseño de aeronave<br>Peso bruto<br>lbs. | Suelo no cohesivo<br>Prof. de compactación<br>[pulg] |      |       |       | Suelo cohesivo<br>Prof. de compactación<br>[pulg] |     |      |       |
|--|--|------|-------|-------|---|-----|------|-------|
|  | 100%   | 95%  | 90%   | 85%   | 95%   | 90% | 85%  | 80%   |
| 12,500 o menos                           | 6  | 6-9  | 9-18  | 18-24 | 4   | 4-8 | 8-12 | 12-15 |
| 12,501 o más                             | 8  | 8-12 | 12-24 | 24-36 | 6   | 6-9 | 9-12 | 12-15 |

Tabla 21: Requisitos de compactación

Notas

- 1) Los suelos no cohesivos, con el fin de determinar el control de la compactación, son aquellos con un índice de plasticidad (P.I.) de menos de 6.
- 2) Los valores tabulados indican profundidades por debajo de la subrasante terminada por encima de las cuales las densidades deben igualar o exceder el porcentaje indicado de la densidad seca máxima.
- 3) La subrasante en áreas de corte debe mostrar densidades naturales o debe:
  - (a) ser compactado de la superficie para lograr las densidades requeridas,
  - (b) ser removido y reemplazado en las densidades mostradas, o

- (c) cuando la economía y los grados lo permitan, ser cubierto con suficiente material selecto o subbase para que la subrasante sin compactar esté a una profundidad donde las densidades en el lugar son satisfactorias.
- 4) Para pesos intermedios de aeronaves, se utiliza la interpolación lineal.

***Diseño de pavimentos flexibles:*** La ilustración 24 muestra los requisitos de espesor del pavimento para aeronaves que pesan hasta 30.000 libras (13.000 kg) de peso bruto. El espesor del pavimento determinado a partir del ábaco de la ilustración 24, debe usarse en todas las áreas del pavimento del aeropuerto.

No se debe hacer ninguna reducción en el espesor de las áreas "no críticas" de los pavimentos. Para pavimentos de carga muy liviana, el diseño también debe considerar el peso del equipo de mantenimiento y abastecimiento de combustible. Es posible que este tipo de equipo requiera una sección de pavimento más gruesa que la aeronave.

***-Espesor total del pavimento:*** Se calcula utilizando un ábaco que tiene en cuenta parámetros como el CBR de la subrasante y el peso bruto de la aeronave.

***-Espesor de superficie y base:*** El espesor de la superficie y la base se determina utilizando la línea CBR-20. La diferencia entre el espesor total del pavimento requerido y el espesor de la línea CBR-20, compuesto por la superficie y la base, da como resultado el espesor de la subbase. Se debe tener en cuenta que el espesor mínimo de una superficie de mezcla asfáltica en caliente sobre una base granular es de 2 pulgadas (50 mm).

***-Ascensores delgados:*** La razón del grosor mínimo de la superficie es que si las capas son más delgadas de 2" (50mm) son difíciles de colocar y compactar sobre bases granulares. Se permite un espesor de superficie de mezcla asfáltica en caliente de menos de 2" en materiales de base estabilizada si se puede lograr una colocación adecuada. Los espesores de la capa base en la ilustración 24 varían de 3" (75mm) a 6" (15mm), mientras que los espesores de la subbase varían de 0-14" (0-355mm). En algunos casos se pueden encontrar dificultades al compactar bases o subbases delgadas. En estos casos, los espesores de la base o subbase pueden aumentarse para facilitar la construcción, aunque el espesor adicional no sea necesario para la capacidad estructural.

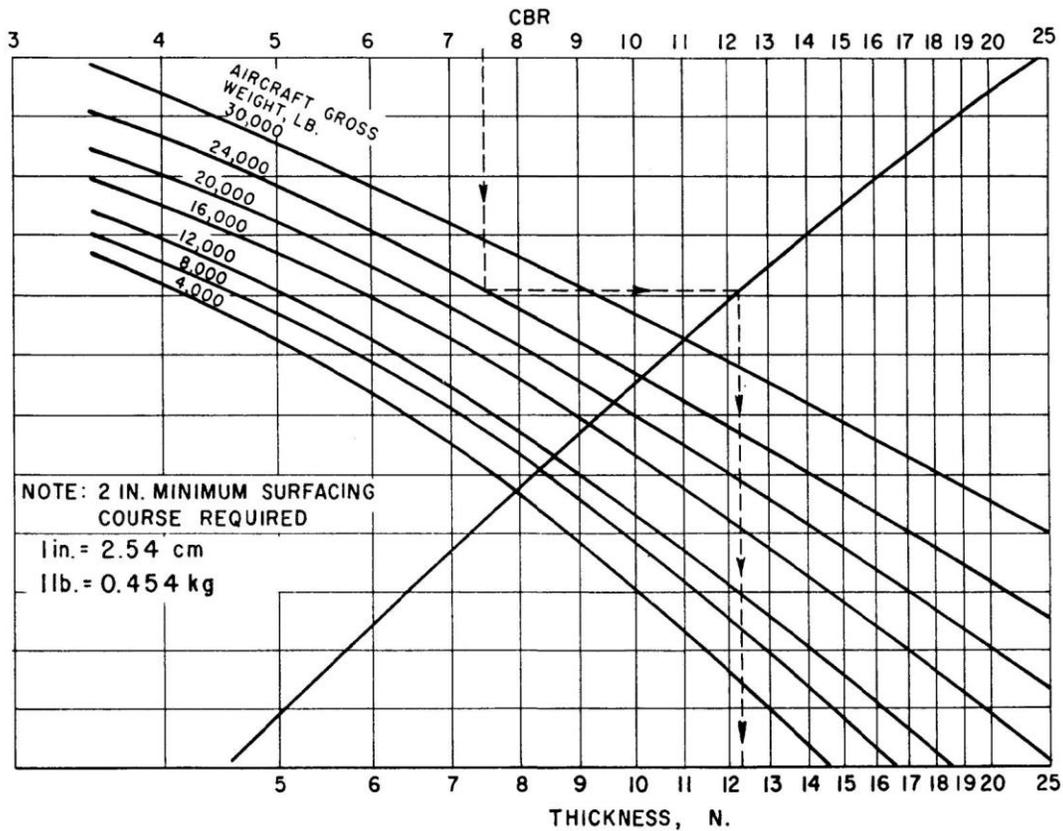


Ilustración 24: Ábaco para el cálculo del paquete estructural

## 7.2- CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PAQUETE ESTRUCTURAL

Para comenzar con el diseño del paquete estructural, es necesario conocer un dato de suma importancia, con qué tipo de suelo se cuenta.

Se tomó como referencia unos estudios de suelos realizados por la empresa CARBIER en la zona de Mocoretá.

De todos los ensayos proporcionados por dicha empresa, se ha tomado como referencia el suelo más desfavorable; que es aquel que tiene mucho pasante de tamiz N°200 y que por lo mismo sufrirá cambios volumétricos significativos.

| SONDEO N° 1 |                 |          | COLOR          | CLASIFICACIÓN SUCS | DESCRIPCIÓN                         | RESISTENCIA A PENETRACIÓN N | PROPIEDADES FÍSICAS |                  |                |                 | P.us. (g/cm <sup>3</sup> ) | Cu (g/cm <sup>3</sup> ) | Ang. Fricc. Interna (grados) | OBSERVACIONES                                   |   |
|-------------|-----------------|----------|----------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|---|---|
| MUESTRA N°  | PROFUNDIDAD (m) | COTA (m) |                |                    |                                     |                             | HUMEDAD NATURAL     | % PASA TAMIZ 200 | LÍMITE LÍQUIDO | LÍMITE PLÁSTICO |                            |                         |                              |   |   |
| 1           | 0,50            |          | GRIS OSCURO    | CH                 | ARCILLA GRASA MEDIANAMENTE COMPACTA |                             |                     |                  |                |                 |                            |                         |                              | C/ALGUNAS RAICILLAS, MUESTRA HOMOGÉNEA          |   |
| 2           | 1,00            |          | CASTAÑO        | CH                 | ARCILLA GRASA, COMPACTA             |                             |                     |                  |                | 1,65            | 0,40                       | 3                       |                              | C/PINTITAS NEGRAS Y ALGUNOS NODULITOS CALCÁREOS |   |
| 3           | 2,00            |          | GRISÁCEO CLARO | CH                 |                                     |                             |                     |                  |                |                 | 1,72                       |                         |                              |   | C/PINTITAS NEGRAS Y ABUNDANTES NODULITOS      |
| 4           | 3,00            |          | GRISÁCEO CLARO | CH                 |                                     |                             |                     |                  |                |                 | 1,61                       |                         |                              |   | C/PINTITAS NEGRAS, HOMOGÉNEA                  |
| 5           | 4,00            |          | GRISÁCEO CLARO | CH                 |                                     |                             |                     |                  |                |                 | 1,50                       |                         |                              |   | C/ALGUNOS NODULITOS CALCÁREOS, TEXTURA LIMOSA |
| 6           | 5,00            |          | GRISÁCEO CLARO | CH                 |                                     |                             |                     |                  |                |                 |                            |                         |                              |   | TEXTURA LEVEMENTE LIMOSA                      |
|             |                 |          |                |                    |                                     |                             |                     |                  |                |                 |                            |                         |                              |   |   |

Ilustración 25: Estudio de suelo de la zona

Por lo que se mencionó anteriormente de los grandes cambios volumétricos que va a sufrir el suelo de la subrasante, es necesario recurrir a la estabilización del mismo.

La estabilización es un proceso en el cual se modifican las características del suelo mediante la incorporación de uno o más agentes estabilizantes.

Debido a que el suelo es de tipo arcilloso, es necesario realizar la estabilización con cal.

*-Estabilización con cal:* Tiene definidas aplicaciones en el campo vial, en el mejoramiento de subrasantes, bases y sub base de pavimentos.

Actúan modificando las características perjudiciales de los suelos arcillosos, reduciendo sus plasticidades, haciéndolos más friables y trabajables, eliminado sus cambios volumétricos, etc. En todos los casos la cal produce una acción cementante adicional que se traduce en una mayor resistencia y durabilidad a los agentes climáticos.

Las cantidades de cal para modificar tales propiedades son relativamente pequeñas, variando entre el 2% y el 10%.

Si tomamos valores promedios de los parámetros del suelo, y lo clasificamos mediante el sistema de clasificación de suelos HRB, nos da como resultado que tenemos un suelo A-7-6.

Recordando que este sistema de clasificación de suelos se basa en la capacidad que tiene el mismo para ser utilizado como subrasante, y que a medida que aumenta el número que acompaña a la A disminuye la calidad del suelo.

Estamos en presencia del suelo más desfavorable que pueda existir para ser utilizado como subrasante.

Al estabilizarlo se mejora las propiedades del suelo y también se incrementa su resistencia.

Tomando como base un apunte de la materia Vías de Comunicación II, teniendo en cuenta el tipo de suelo podemos estimar entre que valores varía su CBR.

Tenemos un rango de variación de aproximadamente 7 a 14, por lo que se toma un valor promedio de 10.

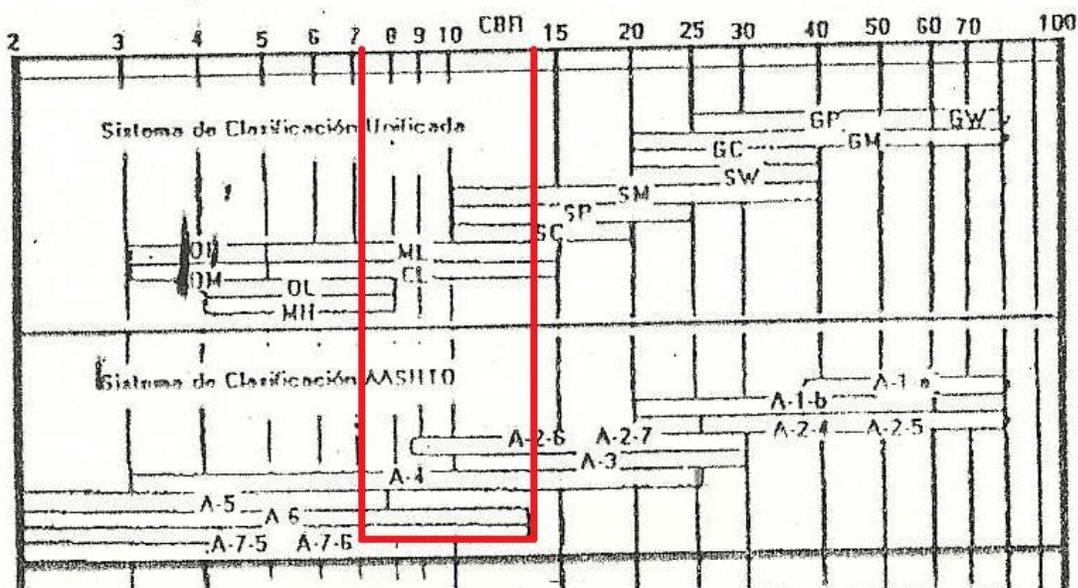


Ilustración 26: Ábaco de suelo vs CBR

Teniendo los siguientes datos podemos entrar al ábaco de diseño de pavimentos flexibles y calcular los espesores del paquete estructural.

Tabla 22: Peso aeronave vs. CBR

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| Peso de la aeronave | 8000kg=aprox. 18.000 lb |
| CBR                 | 10                      |

En este caso considero 20.000 lb como peso de la aeronave para tener un margen por si desean aterrizar aeronaves más pesadas.

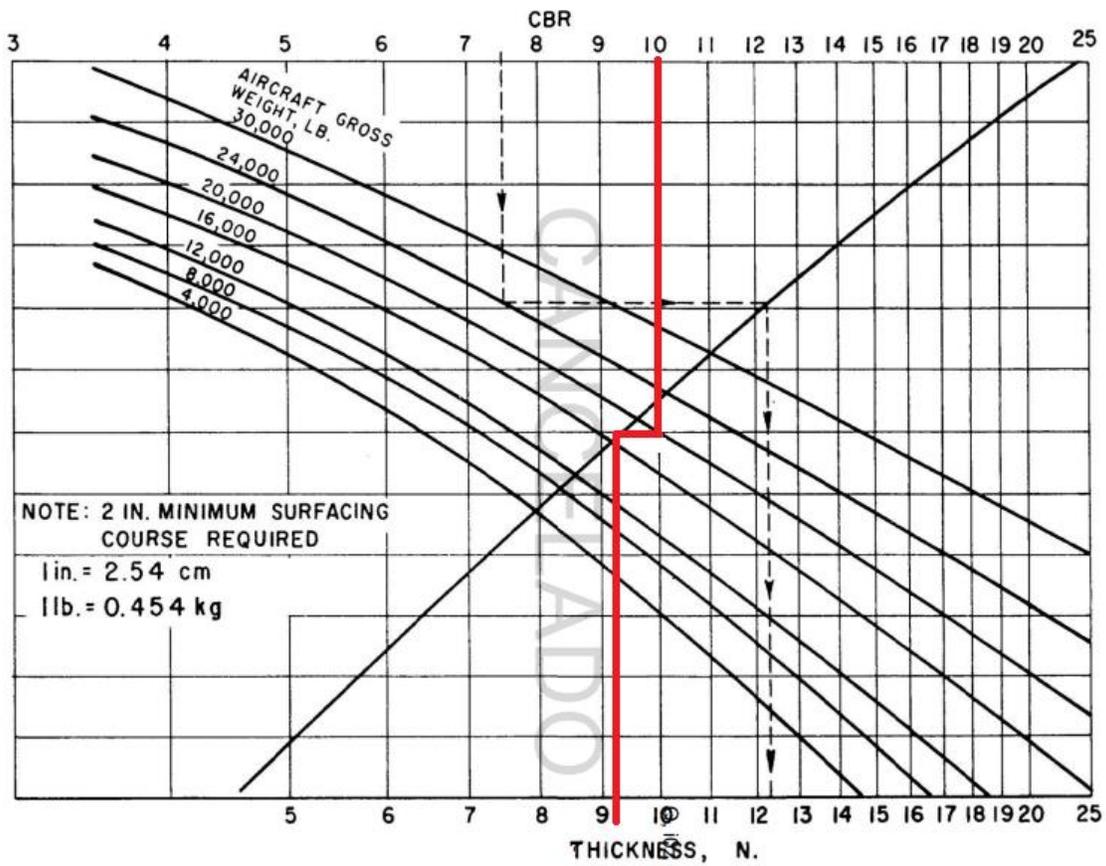


Ilustración 27: Cálculo del espesor total del pavimento

De esta manera se obtiene el espesor total del pavimento; adopto = 10" = 25,40cm

Espesor de superficie y base: Se obtiene de la misma manera que para el espesor total del pavimento, pero entrando con un CBR de 20.

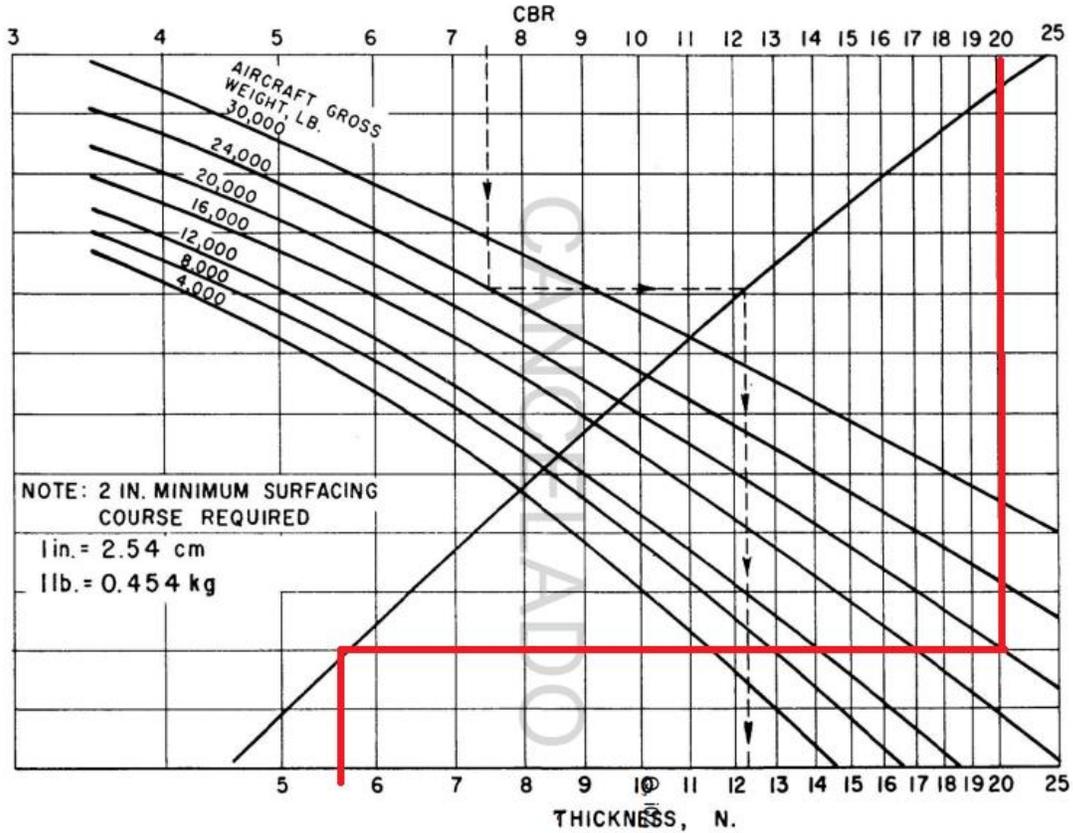


Ilustración 28: Cálculo de espesor de superficie y base

Tenemos como resultado un espesor de superficie y base 6" = 15,24cm.

De esta manera nuestro paquete estructural quedará conformado de la siguiente manera:

Tabla 23: Espesor del paquete estructural

| ESPESOR DEL PAQUETE ESTRUCTURAL |                      |                   |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| Descripción                     | Valores calculados   | Valores adoptados |
| Espesor total                   | 10" = apróx. 25.40cm | 12" = 30.48cm     |
| Base                            | 6" = 15.24cm         | 6" = 15.24cm      |
| Sub-base                        | 4" = 10,16cm         | 6" = 15.24cm      |

*Materiales locales:* Se debe considerar la posibilidad de utilizar materiales locales para disminuir costos.



*Ilustración 29: Paquete estructural*

## 8-AYUDAS VISUALES DIURNAS-PISTAS NO PAVIMENTADAS

a) **Indicador de la dirección del viento:** Un aeródromo estará equipado con uno o más indicadores de la dirección del viento, de manera que sea visible desde las aeronaves en vuelo, o desde el área de movimiento, y de modo que no sufra los efectos de perturbaciones del aire producidas por objetos cercanos.

El emplazamiento de los indicadores de la dirección del viento deberá señalarse en la superficie, por medio de una banda circular de 15 m de diámetro y 1,2 m de ancho. Esta banda debería estar centrada alrededor del soporte del indicador y debería ser de un color elegido para que haya contraste, de preferencia blanco. En los aeródromos donde se realicen operaciones nocturnas deberá disponerse por lo menos la iluminación de un indicador de la dirección del viento. La iluminación deberá disponerse de forma tal que no genere encandilamientos a los pilotos de las aeronaves en el vuelo en el circuito de tránsito del aeródromo o circulando en el área de movimientos.

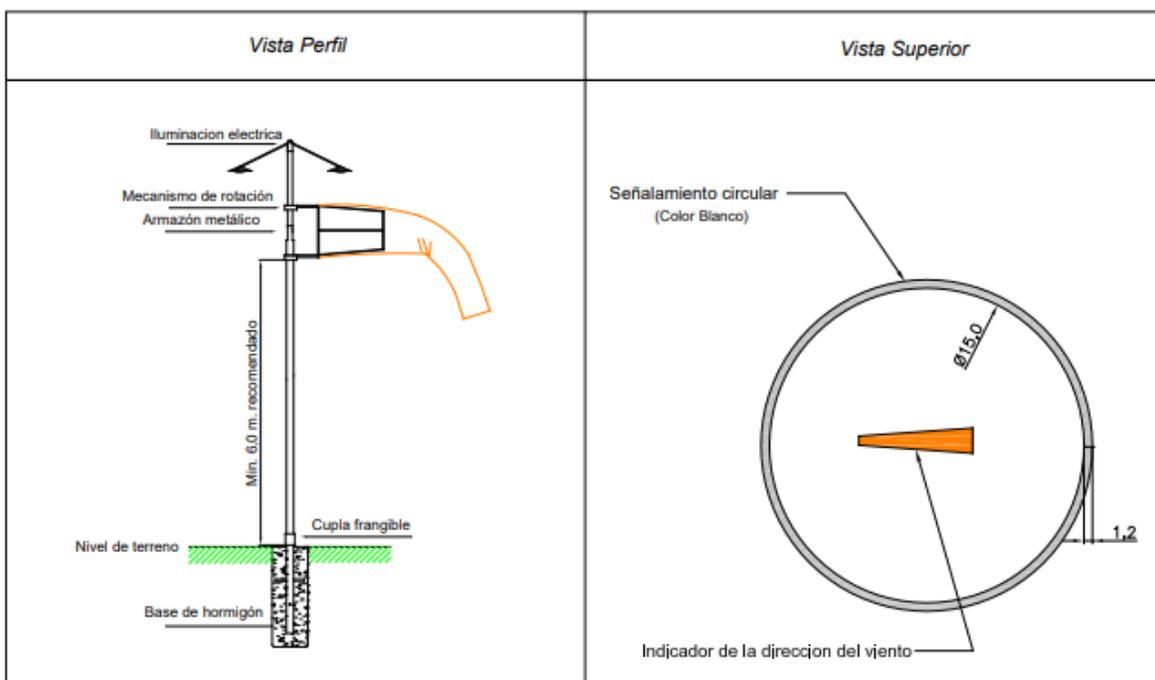
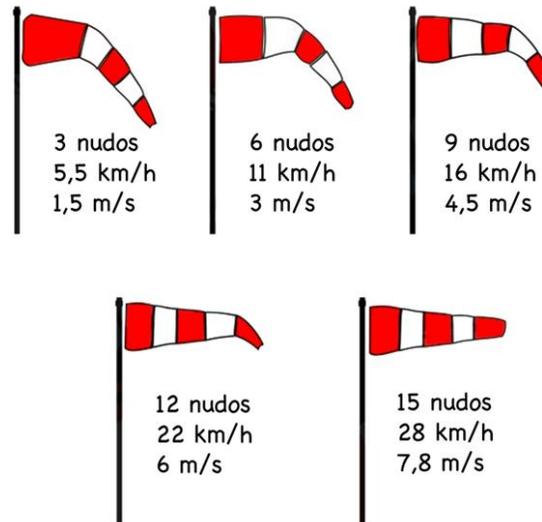


Ilustración 30: Indicador de la dirección del viento



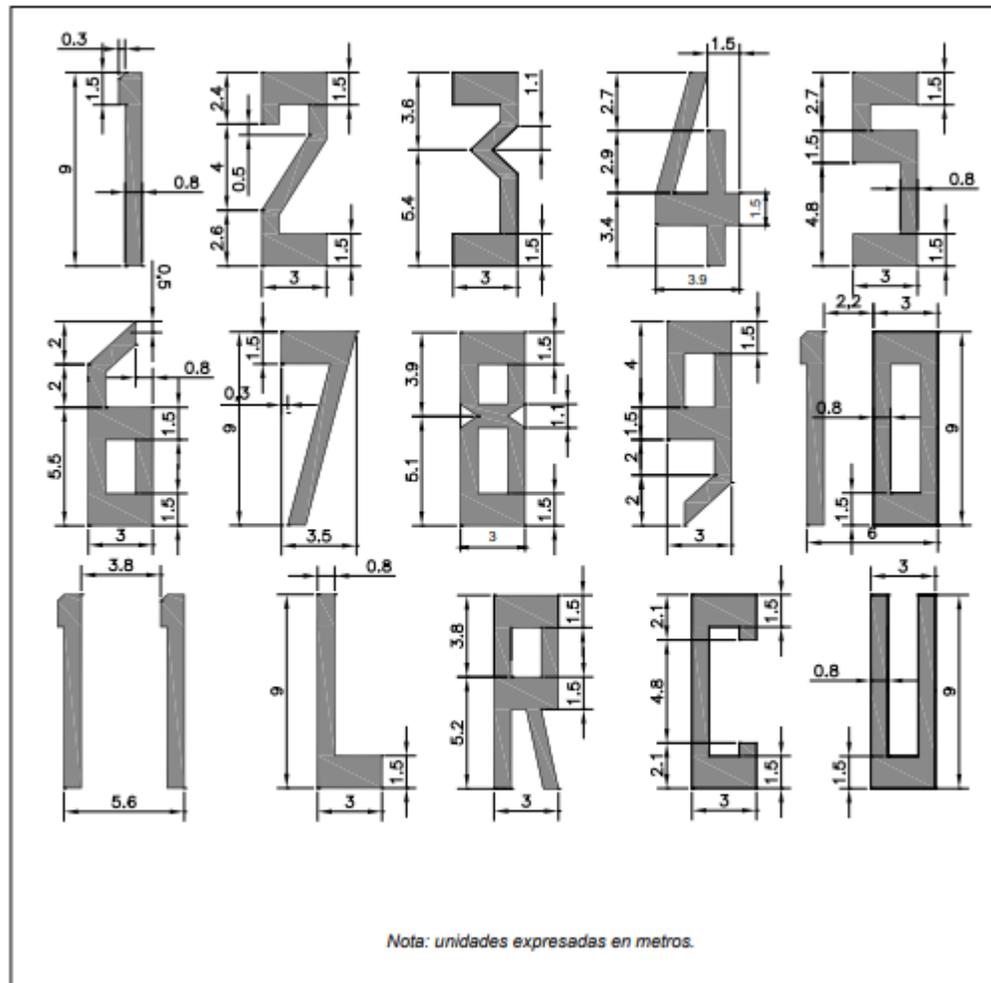
*Ilustración 31: Medición de la velocidad*

### 8.1- SEÑALES

-**Colores y perceptibilidad:** Las señales de pista serán blancas. Las señales de calle de rodaje, y las señales de plataforma, serán amarillas.

-**Características:** Las señales serán de carácter permanente, del tipo mampostería, bloques, ladrillos, etc., enrasadas con el terreno circundante.

**a) Señal designadora de pista:** Los umbrales de una pista tendrán señales designadoras de pista. Una señal designadora de pista consistirá en un número de dos cifras. El número de dos cifras será el entero más próximo a la décima parte del azimut magnético del eje de la pista, medido en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte magnético, visto en la dirección de la aproximación. En las pistas paralelas este número irá acompañado de una letra.



*Ilustración 32: Señal designadora de pista*

**b) Señal de umbral / extremo (comienzo de la pista utilizable para el aterrizaje):** En los umbrales de una pista se dispondrá una señal de umbral.

Quando el umbral de pista se encuentre desplazado del extremo se dispondrá una señal de umbral desplazado.

**c) Señal de borde de pista:** Se dispondrán señales de borde de pista en los límites de una pista. Una señal de borde de pista consistirá en una baliza plana, rectangular de 3 metros de longitud, por 1 metro de ancho con su lado más largo paralelo al eje de pista y se dispondrán a lo largo de ambos bordes de pista a intervalos no mayores de 50 metros entre sí. Cuando el umbral se encuentre desplazado del extremo de

pista, las señales de borde de pista se extenderán a lo largo de ambos laterales de pista hasta ambos extremos, de manera de delimitar claramente la longitud total de la pista para los despegues.

- d) Señal de borde de calle de rodaje:** En ambos laterales de una calle de rodaje, se dispondrán señales de borde de rodaje. Una señal de borde de rodaje consistirá en una baliza plana, rectangular de 3 metros de longitud, por 1 metro de ancho con su lado más largo paralelo al eje de la calle de rodaje y se dispondrán a intervalos no mayores de 30 metros entre sí.
- e) Señal de punto de espera de la pista:** Una señal de punto de espera de la pista consistirá en una baliza plana, perpendicular al eje de calle de rodaje de 1 metro de ancho, abarcando el ancho total de calle de rodaje, cuyo emplazamiento respecto del eje de pista será conforme al tipo de operación y clave de referencia asignada al proyecto de aeródromo.

*Tabla 24: Distancia de la señal punto de espera*

| Tipo de pista                       | Número de clave |      |      |      |
|-------------------------------------|-----------------|------|------|------|
|                                     | 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 |

- f) Señal de borde de plataforma:** En los límites de una plataforma de estacionamiento de aeronaves, se dispondrán señales de borde de plataforma.

Una señal de borde de plataforma consistirá en una baliza plana, rectangular de 3 metros de longitud, por 1 metro de ancho, y se dispondrán en puntos medios y vértices establecidos.

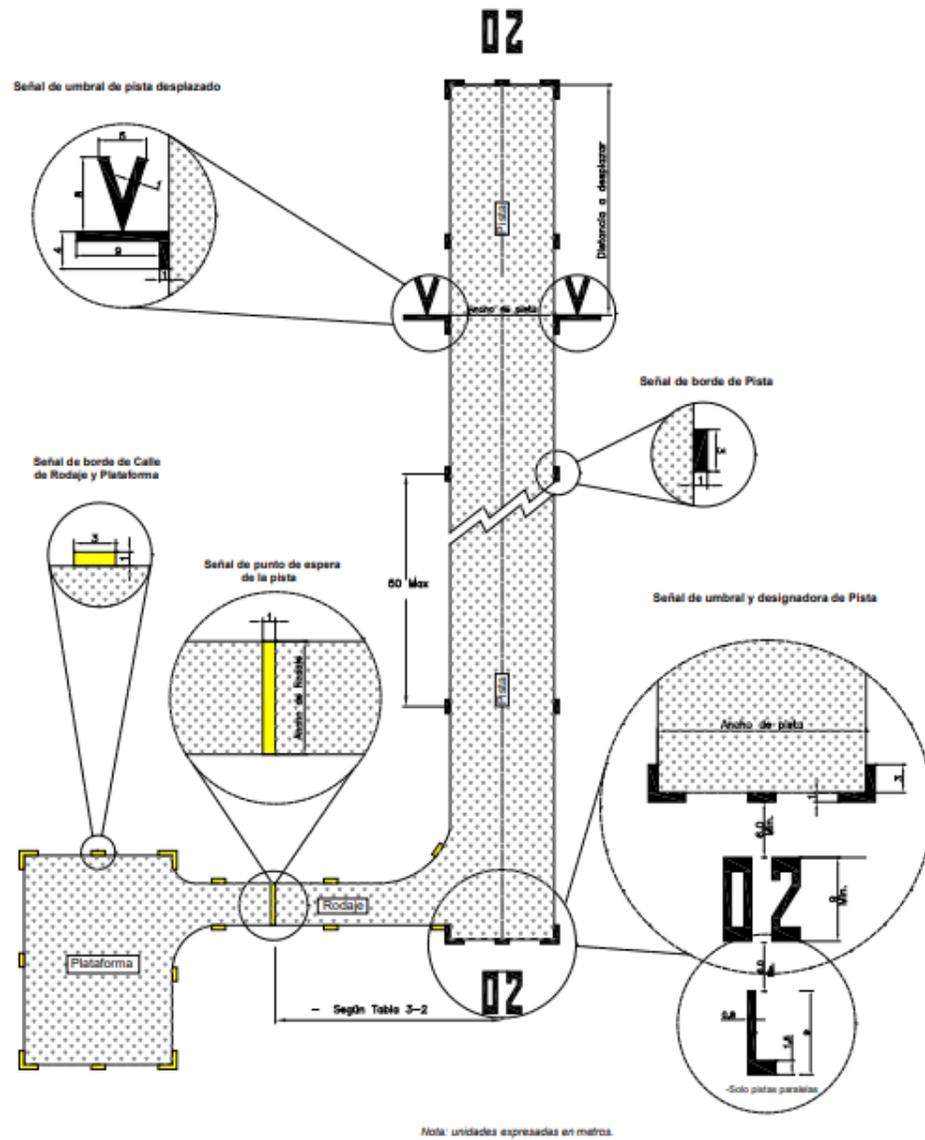
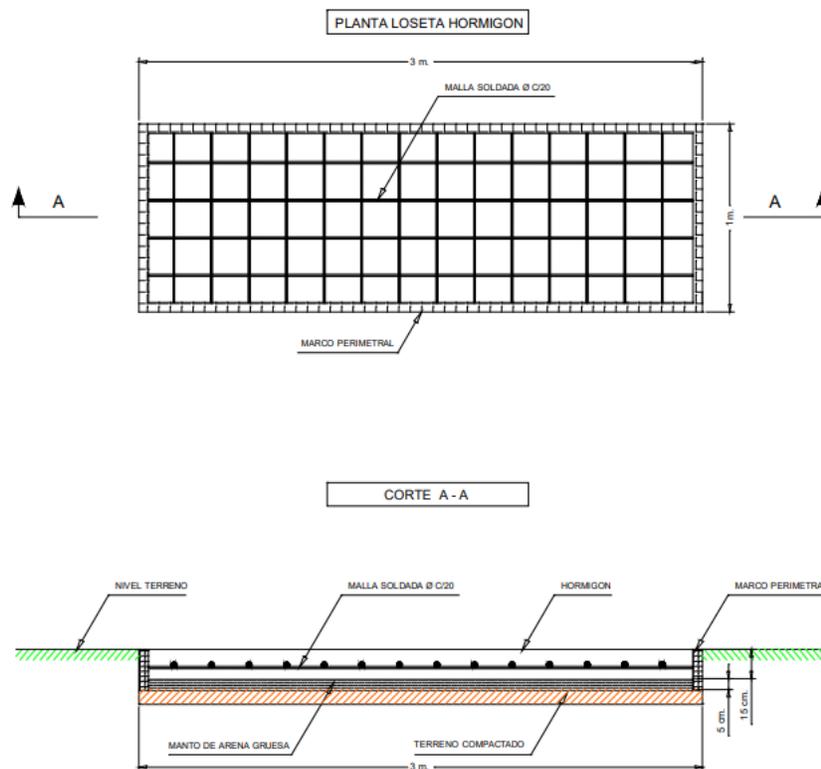


Ilustración 33: Distribución de señales diurnas en pistas no pavimentadas

### ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE BALIZAS PLANAS (LOSETAS DE HORMIGÓN)

- ⊕ Se procederá a la excavación del terreno en la ubicación de cada loseta, y aproximadamente 0,20 m. de profundidad, dependiendo esta última de la calidad del terreno y del espesor de la capa de suelo vegetal.
- ⊕ Compactación con piso manual del fondo de la excavación, para otorgar mayor valor soporte.
- ⊕ Colocación de un manto de arena gruesa en un espesor mínimo de 5 cm.
- ⊕ Colocación de una malla de acero soldada de hierro redondo de 6 mm. de diámetro cada 20 cm, en el centro de la loseta de hormigón.
- ⊕ Relleno de la loseta sobre el manto de arena en un espesor mínimo de 15 cm. con hormigón de proporción 1:2:3 (cemento / piedra partida / arena)



*Ilustración 34: Loseta de hormigón*



*Fotografía 10: Armado de señales de borde de pista*



*Fotografía 11: Pintado de señales de borde de pista*



*Fotografía 12: Señal designadora de pista*



*Fotografía 13: Imagen de una pista de aterrizaje*

## 8.2- LUCES EN PISTAS NO PAVIMENTADAS

Las pistas, calles de rodaje y plataformas sin pavimentar, destinadas al uso nocturno, estarán provistas de luces.

### ***a) Luces de borde de pista***

- Las luces de borde de pista se emplazarán a todo lo largo de ésta, en dos filas paralelas y equidistantes del eje de la 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 50 m en las pistas Clave 1 y 2. y a intervalos no mayores de 100 m en pistas cuyo número de Clave sea 3 ó 4 y se trate de pistas de vuelo visual.
- Características: Las luces de borde de pista serán fijas y de color blanco variable.

***b) Luces de umbral de pista***

-Cuando un umbral esté en el extremo de una pista, las luces de umbral estarán emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo de la pista como sea posible y en ningún caso a más de 3 m al exterior del mismo.

-Cuando un umbral esté desplazado del extremo de una pista, las luces de umbral estarán emplazadas en una fila perpendicular al eje de la pista, coincidiendo con el umbral desplazado. --Las luces de umbral comprenderán: en una pista de vuelo visual o en una pista para aproximaciones que no son de precisión, seis luces por lo menos; separadas a intervalos de 6m.

- Las luces de umbral de pista serán luces fijas unidireccionales, de color verde, visibles en la dirección de la aproximación a la pista.

***c) Luces de extremo de pista***

-Cuando el umbral se encuentre en el extremo de la pista, los dispositivos luminosos instalados para las luces de umbral pueden servir como luces de extremo de pista.

-Las luces de extremo de pista se emplazarán 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 (6) luces por lo menos. Las luces deberían estar:

1) igualmente espaciadas entre las filas de luces de borde de pista;

2) dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista, en dos grupos, con las luces uniformemente espaciadas cada 3 m entre sí a partir de la fila de luces de borde de pista hacia adentro; o

3) dispuestas simétricamente a partir de las filas de luces de borde de pista hacia afuera en forma de barra de ala.

-Características: Las luces de extremo de pista serán luces fijas unidireccionales de color rojo.

***d) Luces de borde de calle de rodaje y plataforma***

-En las partes rectilíneas de una calle de rodaje y en una pista que forme parte de una ruta normalizada para el rodaje, las luces de borde de las calles de rodaje deberán disponerse con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 30 m. En las curvas, las luces deberían estar espaciadas a intervalos inferiores a 30 m a fin de que proporcionen una clara indicación de la curva.

-En los bordes de plataforma, las luces deberán disponerse con un espaciado longitudinal uniforme y de manera tal que permita definir claramente los límites de la misma. Las luces deberían estar instaladas tan cerca como sea posible de los bordes de la calle de rodaje y plataforma, y en todo caso a una distancia no superior a 3 m al exterior del mismo.

-Las luces de borde de calle de rodaje y plataforma serán luces fijas de color azul.

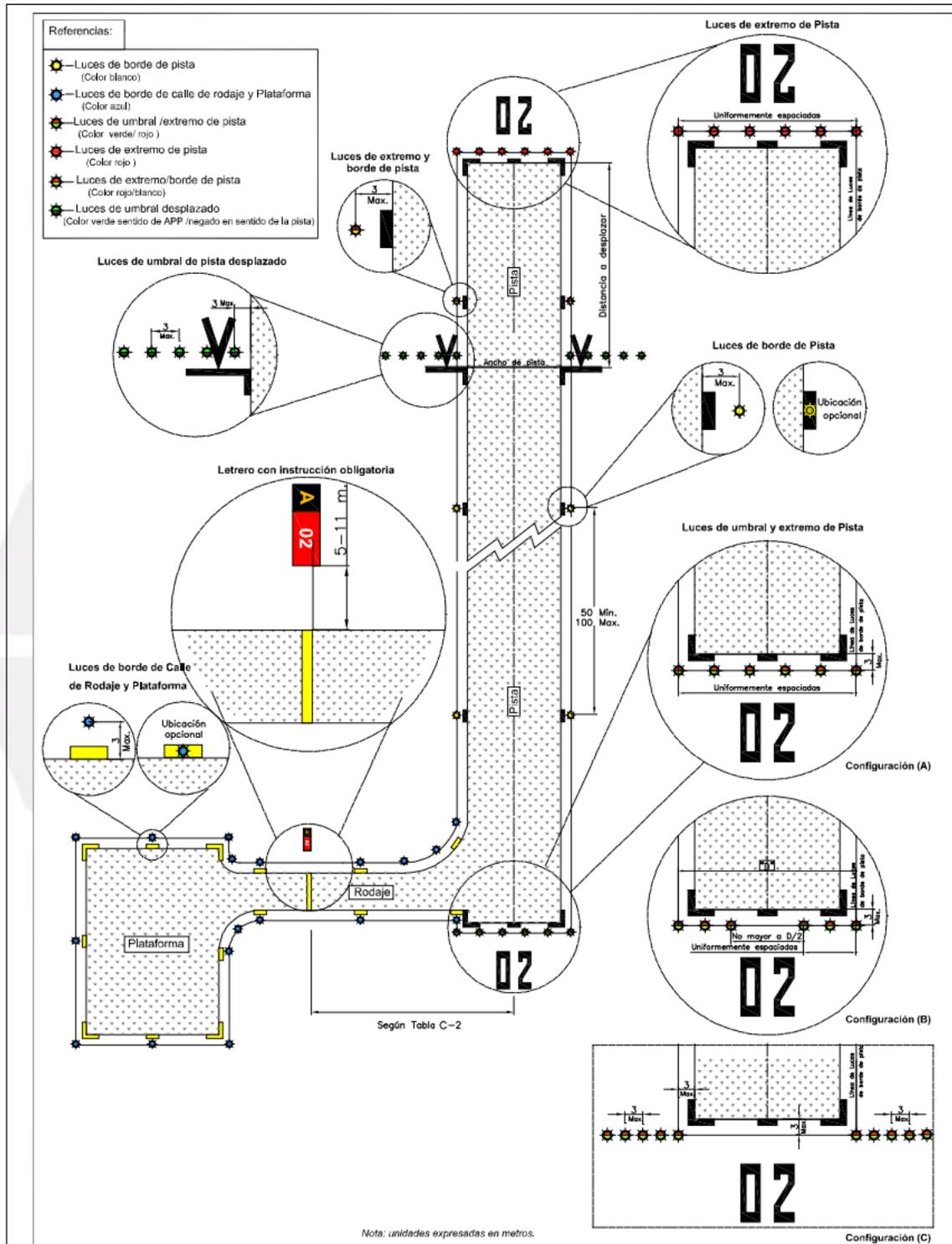


Ilustración 35: Distribución de las luces en las pistas

## 9- RESTRICCIÓN Y ELIMINACIÓN DE OBSTÁCULOS

Para que las operaciones de despegue y aterrizaje de los aviones pueda llevarse a cabo con la seguridad suficiente y evitar así que un aeródromo quede inutilizado por la multiplicidad de obstáculos en los alrededores, debemos definir un espacio aéreo en los alrededores del aeródromo, que debe mantenerse libre de dichos obstáculos. Para lograr esto la norma establece una serie de superficies imaginarias que marcan los límites hasta donde los objetos pueden elevarse. Todo objeto que sobresalga por encima de esta superficie se considera como obstáculo para la navegación. Toda vez que esto ocurra deberá hacerse un estudio aeronáutico especial para determinar si esa obstrucción puede o no permitirse.

Las superficies limitadoras de obstáculos son:

- 1- Superficie horizontal interna: Superficie ubicada en un plano horizontal, a 45m de altura sobre el punto de referencia del aeródromo y cuyo perímetro está constituido por arcos de círculo de radio determinado, tomados desde dichos puntos de referencia. Si la superficie está definida por más de un radio los arcos de círculo se unen con líneas tangentes a los mismos.
- 2- Superficie cónica: Es una superficie de pendiente ascendente hacia afuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna hasta una altura determinada. La pendiente se medirá en un plano vertical perpendicular a la periferia de la superficie horizontal interna.
- 3- Superficie de aproximación: Es una superficie ubicada en un plano inclinado con pendiente ascendente hacia afuera. La base mayor del trapecio (borde interior) es un segmento horizontal y perpendicular a la prolongación del eje de la pista, y situado a una determinada distancia del umbral.

Los lados divergen uniformemente con un ángulo determinado respecto a la prolongación del eje de pista. La base mayor (borde externo) es paralela al borde interior.

La pendiente del plano inclinado se medirá en el plano vertical que contiene al eje de la pista. La longitud de esta superficie está tabulada según el número de clave de la pista.

- 4- Superficie de aproximación interna: Es una porción de la anterior, de forma rectangular y situada inmediatamente anterior al umbral. El borde interior coincide con el de la superficie de aproximación, pero posee una longitud propia. Los lados son paralelos al plano vertical que contiene al eje de la pista y el borde exterior es paralelo al interior y situado a una determinada distancia.
- 5- Superficie de transición: Es una superficie compleja de pendiente ascendente hacia afuera que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte de la superficie de aproximación hasta la superficie horizontal interna.
- 6- Superficie de transición interna: Es similar a la anterior pero más próxima a la pista. Su finalidad es servir de superficie limitadora obstáculos para las ayudas a la navegación, las aeronaves y otros vehículos que se hallen en las proximidades de la pista.
- 7- Superficie de aterrizaje interrumpido: Consiste en un plano inclinado situado a una distancia especificada después del umbral que se extiende entre la superficie de transición interna. Sus límites son: un borde interior horizontal y perpendicular al eje de la pista dos lados que parten del lado interior y divergen uniformemente un ángulo determinado y un borde exterior paralelo al interior y situado en el plano de la superficie horizontal interna.
- 8- Superficie de ascenso en el descenso: Es un plano inclinado situado más allá del extremo de la pista o zona libre de obstáculo. Su forma es similar a la superficie anterior.

Tabla 25: Dimensiones y pendientes de la superficie limitadora de obstáculos

**Tabla D-1 Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos**

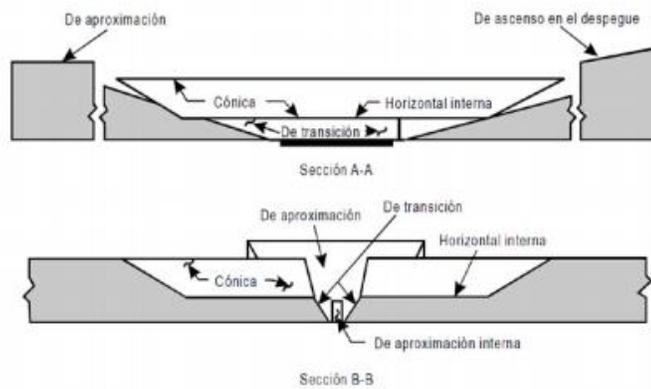
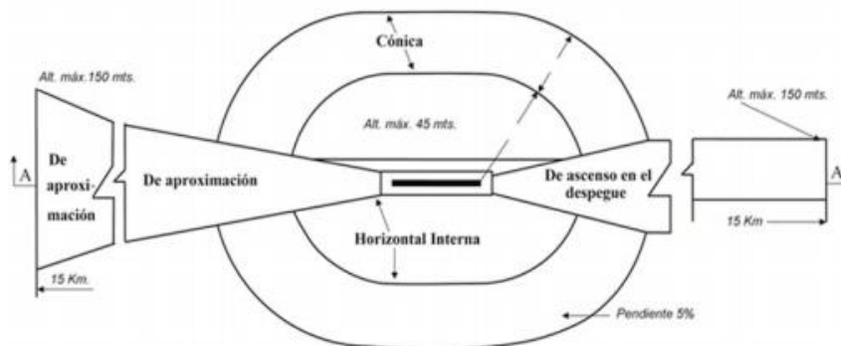
| Superficies y dimensiones (a)               | PISTAS DE ATERRIZAJE<br>CLASIFICACIÓN DE LAS PISTAS |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
|---|---|----------------|------|------|-------|-------|---|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------------------|
|   | Aproximación visual<br>Número de clave              |                |      |      |       |       | Aproximación que no sea de precisión<br>Número de clave |                   |                   | Aproximación de precisión      |                   |                             |
|   | ULM   | USO AGRO AEREO | 1    | 2    | 3     | 4     | 1-2   | 3                 | 4                 | Categoría<br>Número de clave I |                   | Cat. II y III<br>Nro. Clave |
|   |   |                | 1-2  | 3    | 4     |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| <b>CÓNICA</b>                               |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Pendiente                                   | -   | 5%             | 5%   | 5%   | 5%    | 5%    | 5%  | 5%                | 5%                | 5%                             | 5%                | 5%                          |
| Altura                                      | -   | 50             | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100               | 100               | 100                            | 100               | 100                         |
| Radio                                       | -   | 1000           | 2000 | 2000 | 2000  | 2000  | 2000  | 2000              | 2000              | 2000                           | 2000              | 2000                        |
| <b>HORIZONTAL INTERNA</b>                   |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Altura                                      | -   | 45             | 45   | 45   | 45    | 45    | 45  | 45                | 45                | 45                             | 45                | 45                          |
| Radio                                       | -   | 1000           | 2000 | 2500 | 4000  | 4000  | 3500  | 4000              | 4000              | 3500                           | 4000              | 4000                        |
| <b>APROXIMACIÓN INTERNA</b>                 |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| anchura                                     | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 90                             | 120 <sup>b</sup>  | 120 <sup>b</sup>            |
| Distancia desde el umbral                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 60                             | 60                | 60                          |
| Longitud                                    | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 900                            | 900               | 900                         |
| Pendiente                                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 2,5%                           | 2%                | 2%                          |
| <b>APROXIMACION</b>                         |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Longitud borde interior (f)                 | 50  | 45             | 60   | 80   | 150   | 150   | 150   | 300               | 300               | 150                            | 300               | 300                         |
| Distancia desde el umbral                   | 25  | 15             | 30   | 60   | 60    | 60    | 60  | 60                | 60                | 60                             | 60                | 60                          |
| Divergenca (a cada lado)                    | 10%   | 10%            | 10%  | 10%  | 10%   | 10%   | 15%   | 15%               | 15%               | 15%                            | 15%               | 15%                         |
| <b>Primera sección</b>                      |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Longitud                                    | 500   | 1500           | 1600 | 2500 | 3000  | 3000  | 2500  | 3000              | 3000              | 3000                           | 3000              | 3000                        |
| Pendiente                                   | 4%  | 15%            | 5%   | 4%   | 3,33% | 2,5%  | 3,33%   | 2%                | 2%                | 2,3%                           | 2%                | 2%                          |
| <b>Segunda sección</b>                      |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Longitud                                    | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | 3600 <sup>b</sup> | 3600 <sup>b</sup> | 12000                          | 3600 <sup>b</sup> | 3600 <sup>b</sup>           |
| Pendiente                                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | 2,5%              | 2,5%              | 3%                             | 2,5%              | 2,5%                        |
| <b>Sección horizontal</b>                   |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Longitud                                    | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | 8400 <sup>c</sup> | 8400 <sup>c</sup> |                                | 8400 <sup>c</sup> | 8400 <sup>c</sup>           |
| Longitud total                              | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | 15000             | 15000             | 15000                          | 15000             | 15000                       |
| <b>DE TRANSICION</b>                        |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Pendiente                                   | 50%   | 50%            | 20%  | 20%  | 14,3% | 14,3% | 20%   | 14,3%             | 14,3%             | 14,3%                          | 14,3%             | 14,3%                       |
| <b>DE TRANSICION INTERNA</b>                |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Pendiente                                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 40%                            | 33,3%             | 33,3%                       |
| <b>SUPERFICIE DE TERRIZAJE INTERRUPTIDO</b> |   |                |      |      |       |       |   |                   |                   |                                |                   |                             |
| Longitud del borde interior                 | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 |                                | 120 <sup>d</sup>  | 120 <sup>d</sup>            |
| Distancia desde el umbral                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | c                              | 1800 <sup>d</sup> | 1800 <sup>d</sup>           |
| Divergenca (a cada lado)                    | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 10%                            | 10%               | 10%                         |
| Pendiente                                   | -   | -              | -    | -    | -     | -     | -   | -                 | -                 | 4%                             | 3,33%             | 3,33%                       |

a. Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente en metros.  
 b. Longitud variable (véase 154.303-d-3) ó 154.303-a-5)).  
 c. Distancia hasta el extremo de la franja.  
 d. O distancia hasta el extremo de pista, si esta distancia es menor.  
 e. Cuando la letra de clave sea F (Columna (3) de la Tabla A-1), la anchura se aumenta a 155 m. Ver la Circular 301 de la OACI — Nuevos aviones más grandes — Transgresión de la zona despejada de obstáculos: Medidas operacionales y estudios aeronáuticos, para obtener información sobre los aviones de letra de clave F equipados con aviónica digital para ofrecer mandos de dirección para mantener una ruta establecida durante una maniobra de "motor y al aire".  
 f. Cuando la franja de pista se encuentre reducida en su anchura, por una condición preexistente e insalvable, se tomará el ancho total de la franja disponible como la longitud del borde interior

Tabla 26: Especificaciones sobre superficies limitadoras de obstáculos

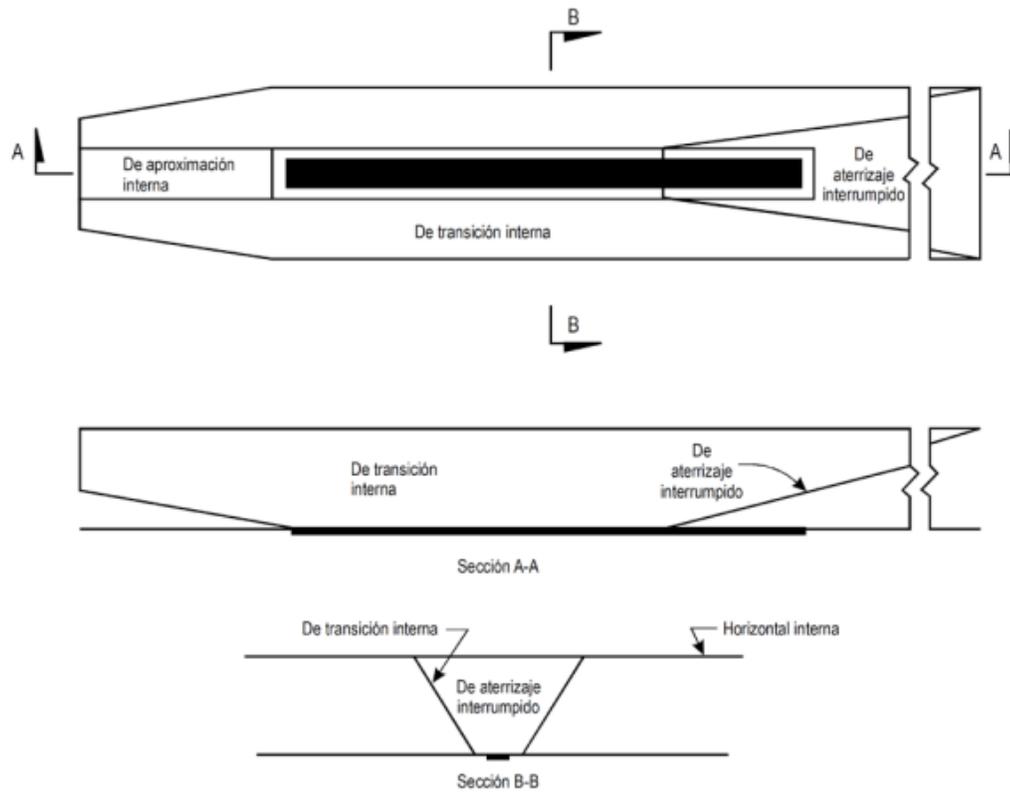
| SUPERFICIE DE ASCENSO EN EL DESPEGUE       | Número de clave |           |        |        |              |                        |
|--|-----------------|-----------|--------|--------|--------------|------------------------|
|  | ULM             | AGROAÉREO | 1      | 2      | 3 ó 4 Visual | 3 ó 4 Por Instrumentos |
| Longitud del borde interior                | 50 m            | 45 m      | 60 m   | 80 m   | 150 m        | 180 m                  |
| Distancia desde el extremo de la pista (b) | 25 m            | 15 m      | 30 m   | 60 m   | 60 m         | 60 m                   |
| Divergencia (a cada lado)                  | 10%             | 10%       | 10%    | 10%    | 10%          | 12,5%                  |
| Anchura final                              | 150 m           | 345 m     | 380 m  | 580 m  | 580 m        | 1200 m<br>1800 m (c)   |
| Longitud                                   | 500 m           | 1500 m    | 1800 m | 2500 m | 3000 m       | 15000 m                |
| Pendiente                                  | 4%              | 15%       | 5%     | 4%     | 2%           | 2%                     |

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 ésta excede de la distancia especificada.  
 c. 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.



Véase la Figura 4-2 por lo que respecta a las superficies limitadoras de obstáculos de transición interna y de aterrizaje interrumpido y el Adiunto B para tener una panorámica tridimensional

Ilustración 36: Superficies limitadoras



*Ilustración 37: Superficies limitadoras de obstáculos*

## 10-SALVAMENTO Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS

El objetivo principal del servicio de salvamento y extinción de incendios es salvar vidas en caso de accidentes o incidentes que ocurran en el aeródromo o sus inmediaciones. El servicio de salvamento y extinción de incendios se presta para crear y mantener condiciones que permitan la supervivencia, establecer vías de salida para los ocupantes e iniciar el salvamento de los ocupantes que no puedan escapar sin ayuda directa.

### *-Nivel de protección que ha de proporcionarse*

El nivel de protección para el salvamento y extinción de incendios es apropiado a la categoría del aeródromo.

Teniendo en cuenta que la longitud de la avioneta crítica es de 16.20 m, la categoría del aeródromo sería 4.

*Tabla 27: Categoría del aeródromo*

| Categoría del aeródromo (1) | Longitud total del avión (2) | Anchura máxima del fuselaje (3) |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1                           | de 0 a 9 m exclusive         | 2 m                             |
| 2                           | de 9 a 12 m exclusive        | 2 m                             |
| 3                           | de 12 a 18 m exclusive       | 3 m                             |
| 4                           | de 18 a 24 m exclusive       | 4 m                             |
| 5                           | de 24 a 28 m exclusive       | 4 m                             |
| 6                           | de 28 a 39 m exclusive       | 5 m                             |
| 7                           | de 39 a 49 m exclusive       | 5 m                             |
| 8                           | de 49 a 61 m exclusive       | 7 m                             |
| 9                           | de 61 a 76 m exclusive       | 7 m                             |
| 10                          | de 76 a 90 m exclusive       | 8 m                             |

### *-Agentes extintores*

En los aeródromos deberán suministrarse agentes extintores principales y complementarios.

El agente extintor principal deberá ser un extintor de espuma, ya que son apropiados para la extinción de incendios de tipo A (sólidos) y de tipo B (líquidos inflamables derivados del petróleo).

El extintor de espumas se utiliza para lugares públicos con cierta concentración de personas, no es tóxico, ni dificulta la visión ni la respiración por lo que evita el pánico entre los presentes.

El extintor de espuma es respetuoso con el medio ambiente. Todos los componentes que utiliza son biodegradables, además su botella contenedora es reciclable y se podrá rellenar para su posterior uso.

Se exige como mínimo:

- 1) una espuma de eficacia mínima de nivel A: sirve para sofocar aquellos fuegos que cuentan con combustibles sólidos como puede ser el cartón, la madera o distintos plásticos.
- 2) una espuma de eficacia mínima de nivel B: sofoca aquellos fuegos donde el combustible es líquido.
- 3) una espuma de eficacia mínima de nivel C: puede sofocar aquellos fuegos donde los combustibles son gaseosos como, por ejemplo, el gas ciudad o el butano.
- 4) una combinación de estos agentes; aunque el agente extintor principal para aeródromos de las categorías 1 a 3 debería ser, de preferencia, de eficacia de nivel B o C.

#### ***-Instalación del extintor de espuma***

El extintor debe de estar fácilmente visible y su acceso debe ser también sencillo. Debe estar colgado de un soporte fijo en la pared y su altura no debe superar los 120 cm ni ser inferior a 80cm. La situación del mismo debe ser un punto donde se estime puede tener mayor riesgo de incendio y a ser posible cercano a salidas de evacuación. Además, el extintor no puede estar más alejado de 15m desde cualquier punto del sector incendio, y si hubiese más de un extintor tampoco podría superar esos 15 metros entre uno y otro.

El agente extintor complementario deberá ser un producto químico seco en polvo adecuado para extinguir incendios de hidrocarburos.

Generalmente se utiliza el bicarbonato de sodio (incendio de clase B y algunos incendios de clase C) y el fosfato de monoamonio (incendios de clase ABC).

Al seleccionar productos químicos secos en polvo, para utilizarlos juntamente con espuma, deben extremarse las precauciones para asegurar la compatibilidad de ambos tipos de agentes.

## *ROL EN CASO DE INCENDIO*

### *INCENDIO*

1. Usar el extintor y apagar el fuego desde su base.
2. Llamar a los Bomberos Voluntarios.
3. Llamar a la cooperativa eléctrica

### *INTOXICACIÓN POR PRODUCTOS QUÍMICOS*

1. Quitar la ropa de trabajo
2. Lavar la zona afectada con agua limpia
3. Trasladar al accidentado urgente al hospital
4. Llevar el marbete del agroquímico usado
5. No provocar el vómito

### *ACCIDENTE DE AERONAVE*

1. Llamar a la policía
2. Llamar a los Bomberos Voluntarios
3. Llamar al hospital
4. Llamar al jefe de aeródromo

### *TELÉFONOS*

- Policía:101-3775498146
- Bomberos: 100-3775498914
- Cooperativa eléctrica:3775418736
- Hospital: 107-3775498148
- Jefe de aeródromo



*Ilustración 39: Ubicación del aeródromo y distintos entes*

*Tabla 28: Distancia del aeródromo y distintos entes*

| Descripción                     | Distancia | Tiempo de viaje |
|---------------------------------|-----------|-----------------|
| Aeródromo-Bomberos Voluntarios  | 5.9 km    | 8 min           |
| Aeródromo-Hospital              | 6.6 km    | 10 min          |
|                                 | 8.1 km    | 12 min          |
| Aeródromo-Comisaría             | 6.6 km    | 10 min          |
|                                 | 7.6 km    | 11 min          |
| Aeródromo-Cooperativa eléctrica | 6.7 km    | 10 min          |
|                                 | 8.2 km    | 13 min          |

## 11-DRENAJE

Uno de los principales problemas de un aeródromo es la construcción de la red de drenaje, que tiene como objeto el alejamiento rápido de las aguas de la zona utilizable por las aeronaves, evitando los encharcamientos permanentes del campo, que puedan hacerlo impracticable en las épocas de lluvia.

En la zona de hierbas la estabilidad de los terrenos depende de la humedad, ya que esta es la causa de la formación de barro.

Cuando el suelo es muy poroso, es decir, cuando está constituido por gravas y arenas, la evacuación de las aguas puede hacerse por filtración natural en el terreno, reduciendo de esa manera los costos.

Por el contrario, en el caso de los terrenos compactos y en los que el nivel de aguas freáticas está cerca de la superficie, los gastos en el drenaje llegan a cifras considerables.

Por esta razón es necesario realizar estudios muy detallados sobre intensidades de lluvia, corrientes de agua, permeabilidad del suelo, variación del nivel de aguas subterráneas, etc.

Las aguas a eliminar de un aeropuerto pueden provenir de:

- a- De las lluvias
- b- Del agua que asciende del subsuelo
- c- De las corrientes de agua

Puede por lo tanto dividirse la red de drenaje con arreglo a sus fines en:

- a- Drenaje superficial
- b- Drenaje subterráneo
- c- Drenaje de circunvalación: Se construirá si hay posibilidad de corrientes superficiales exteriores que puedan inundar el aeropuerto.

La necesidad de construcción de las diferentes redes dependerá exclusivamente del tipo de suelo y de la topografía de los alrededores.

En el caso de los dos primeros drenajes pueden ocurrir varios casos; pero considerando que se tiene un suelo tipo arcilloso como subrasante y que las capas de base y sub-base tendrán un alto grado de compactación; solo se requerirá el drenaje superficial.

Tabla 29: Problemas de no tener un buen drenaje

| PROBLEMAS DE NO TENER UN BUEN DRENAJE             |   |
|---|---|
| Respecto a la capacidad de frenado de la aeronave | Referida a la pista   |
| -Aparición del fenómeno de hidroplaneo.           | -Pérdida de la capacidad portante, debido a la humedad que rebaja la estabilidad del pavimento. |
| -Deslizamiento.                                   | -Formación de charcos.  |
| -Disminución de la velocidad de operación.        | -Hincharamiento de la superficie debido a la filtración de agua.                                |

### 11.1- DRENAJE SUPERFICIAL

#### -ESQUEMA GENERAL DE DRENAJE SUPERFICIAL

El estudio de la evacuación de las aguas superficiales, está íntimamente unido al estudio de conjunto y explanaciones del aeropuerto, ya que todo el sistema, depende tanto de las pendientes longitudinales y transversales de las pistas, como de la creación de puntos bajos, donde se sitúan las acometidas de aguas a la red de evacuación.

Consta, por tanto, el estudio del drenaje superficial, de dos partes, una relativa a la superficie de campo, y otra que se refiere al establecimiento de la red de evacuación.

Mediante el estudio de la primera parte, se divide el campo en dos tipos de zonas:

- No inundable: Que no debe tener en ningún momento cantidades de agua que dificulten el tráfico, como son las zonas de pistas, tanto de despegue como de rodaje y las zonas de estacionamiento.
- Inundables: Que momentáneamente pueden almacenar cierta cantidad de agua que se elimina posteriormente por la red de evacuación, como son las zonas situadas entre las pistas.

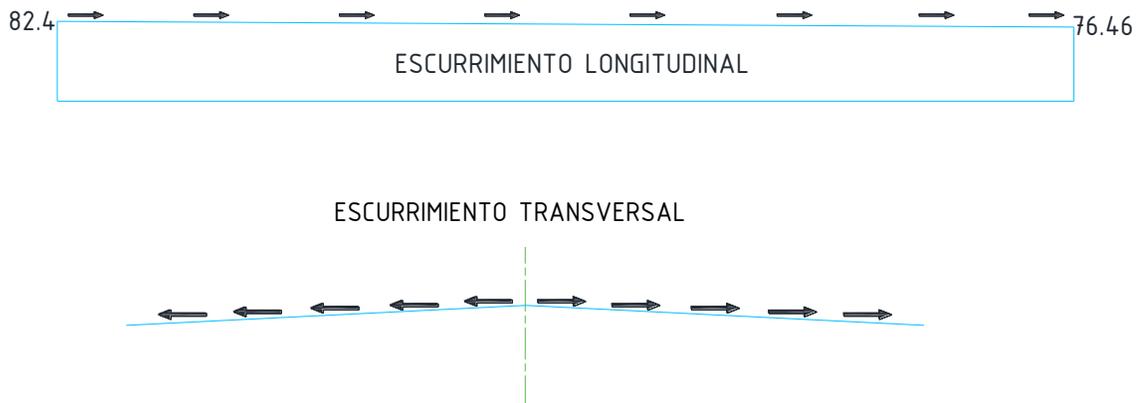
La red de evacuación consta, en general, de tuberías que siguen los bordes de las pistas, de unas zanjas laterales a las franjas y que tienen como misión la evacuación de las aguas de las zonas "no inundables, y de otros ramales de trazado irregular, con

acometidas en los puntos bajos de las zonas de entre pistas, cuya misión es la recolección de agua de las "zonas inundables".

La división en zona "no inundable" y zona "inundable" no tiene más objeto que disminuir los costos de la obra, ya que lo ideal sería que en todo momento el caudal de agua de lluvia sea absorbido por la red de evacuación, pero no siendo vital para el tráfico que durante algunos minutos la zona entre pistas tenga cierta cantidad de agua, se pueden emplear estas como depósito momentáneo de la misma.

En los campos constituidos totalmente por césped, deben construirse las tuberías de evacuación paralelamente a las direcciones principales de aterrizaje y si las pendientes de campo no lo permiten, se sitúan en la dirección de las vaguadas del campo.

**-Esquema de evacuación de la pista por pendientes longitudinales y transversales**



*Ilustración 40: Escurrimiento longitudinal y transversal de la pista*

**-Cantidad e intensidad de la lluvia:** El primer dato que es necesario conocer para el estudio del drenaje superficial, es la cantidad de agua que cae sobre el campo en forma de lluvia y tanto esa cantidad como las máximas intensidades son datos de vital importancia que deben obtenerse de la estación meteorológica más cercana.

**-Cantidad de agua a evacuar por el drenaje superficial:** Parte de la lluvia se pierde por la absorción del suelo y por evaporación, dependiendo esta pérdida de la naturaleza y permeabilidad del terreno, así como de las pendientes del mismo, de la temperatura, contenido de humedad y de otras causas de menor importancia. La relación del agua a evacuar y la cantidad de agua llovida, se denomina "coeficiente de escorrentía".

En casos de aguaceros intensos sobre terrenos con hierbas, es necesario casi siempre evacuar mayor cantidad de agua si se quiere tener el aeropuerto utilizable, debido a que la velocidad de infiltración no puede pasar cierto límite.

Normalmente se toma valores de infiltración de 10 a 12mm de altura para aguaceros de una hora.

**-Caudales de las corrientes superficiales:** Para el cálculo de caudales se empleará el método racional.

El método racional es muy utilizado en drenaje rural y urbano, es aplicable para pequeñas cuencas (de 1 km<sup>2</sup> a 5km<sup>2</sup>). Está basado en las curvas I-D-T (intensidad-duración-tiempo de retorno).

$$Q = F * C * i * A$$

- Q: caudal pico (m<sup>3</sup>/h)
- F: factor de conversión de unidades
- C: coeficiente de escurrimiento=Volumen de escurrimiento/volumen precipitado (adimensional)
- A: área de la cuenca (Ha)
- i: intensidad de precipitación (mm/h)

**-Tiempo de concentración:** Tiempo necesario para que el agua precipitada en el punto más distante de la cuenca escurra hasta el punto de control, salida o lugar de medición.

$$T_c = 0,000325 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

- T<sub>c</sub>=Tiempo de concentración (hs)
- L=Longitud del cauce principal (m)
- S=Pendiente (m/m)

Tabla 30: Datos de la pista

| DATOS     |       |
|-----------|-------|
| Longitud  | 1050m |
| Pendiente | 0,5%  |

$$T_c = 0.000325 * \frac{1050^{0.77}}{0,005^{0.385}} = 0,53h * 60 \frac{min}{h} = 31,78 min$$

RESOLUCIÓN

Según la siguiente tabla, el tiempo de retorno para desagües pluviales es de 2 a 10 años, para este cálculo se toma un valor intermedio de 5.

Tabla 31: Tiempo de retorno de distintas estructuras

## TIEMPO DE RETORNO "Tr"

| Estructura                                    | T <sub>R</sub> (años) |
|---|-----------------------|
| Alcantarillas de caminos con poco movimiento  | 5 a 10                |
| Alcantarillas de caminos con mucho movimiento | 50 a 100              |
| Puentes                                       | 50 a 100              |
| Diques de protección de ciudades              | 50 a 200              |
| Drenaje pluvial                               | 2 a 10                |
| Grandes presas (diseño del vertedero)         | CMP                   |
| Pequeñas presas                               | 100                   |

Para ingresar al ábaco y obtener la intensidad de la lluvia, se toma como duración de la lluvia el tiempo de concentración= 32min y el Tr=5 años.

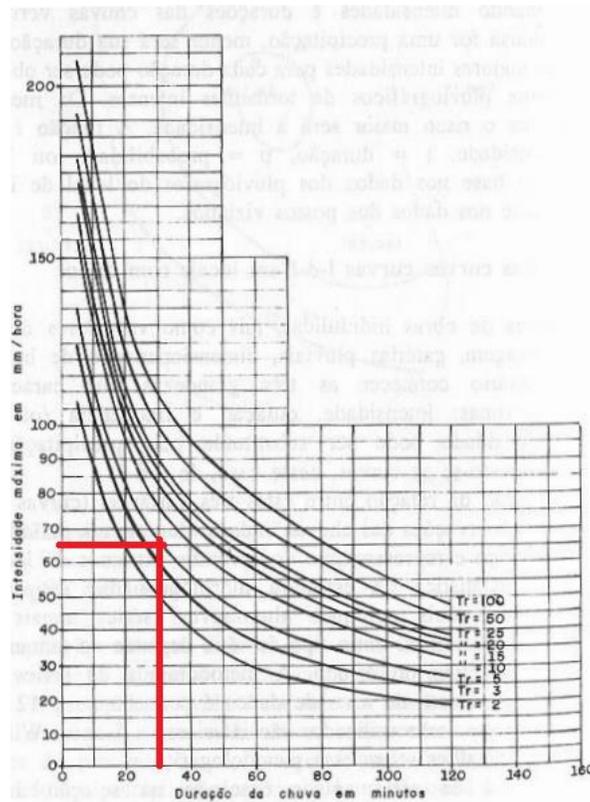


Ilustración 41: Ábaco para obtener la intensidad de lluvia

Se obtiene una intensidad de 65mm/h.

Tabla 32: Coeficiente de escorrentía

| Superficie                         | intervalo   | valor esperado |
|------------------------------------|-------------|----------------|
| asfalto                            | 0,70 a 0,95 | 0,83           |
| concreto                           | 0,80 a 0,95 | 0,88           |
| calzadas                           | 0,75 a 0,85 | 0,80           |
| Tejados                            | 0,75 a 0,95 | 0,85           |
| Pasto en suelo arenoso plano       | 0,05 a 0,10 | 0,08           |
| Pasto en suelo arenoso inclinado   | 0,15 a 0,20 | 0,18           |
| Pasto en suelo arcilloso plano     | 0,13 a 0,17 | 0,15           |
| Pasto en suelo arcilloso inclinado | 0,25 a 0,35 | 0,30           |
| áreas rurales                      | 0,0 a 0,30  |                |

La pendiente de la pista es a dos aguas, por tal motivo, se considera que la mitad de la pista conforma una cuenca; por lo mismo, se tienen dos cuencas.

$$\text{Área de la cuenca} = 1050m * 15m = 15.750m^2$$

$$Q = \frac{CiA}{360} = \frac{0,30 * 65 \frac{mm}{h} * 1,575Ha}{360} = 0,085 \frac{m^3}{h}$$

## 11.2- ELEMENTOS DE DRENAJE

Se incluye la definición de los elementos de drenaje que nos podemos encontrar en un sistema de drenaje, incluyendo tanto los elementos de drenaje subterráneo como superficial, y de lo que es el punto de vertido.

- a) **Sumideros**: Los sumideros son elementos diseñados para recoger el agua superficial del área de la cuenca, y conducirlo hasta tuberías de desagüe. La conexión de los sumideros con las tuberías de desagüe o colectores se realiza mediante arquetas o pozos. Cuando los sumideros son elementos continuos se denominan canaletas de desagüe, y pueden tener rejilla en la parte superior, y con las rejillas con los barrotes colocados en el sentido de llegada del flujo de agua, o una rendija.

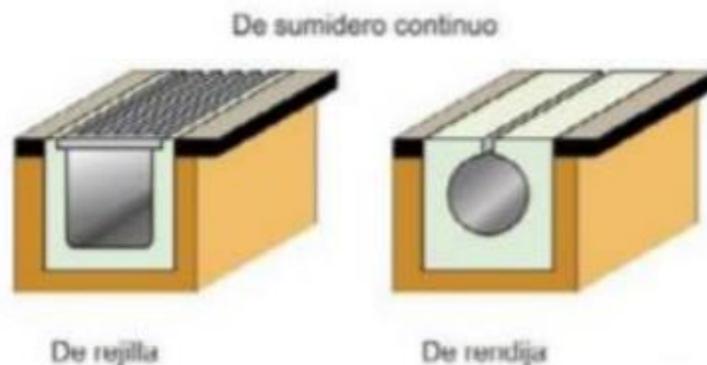


Ilustración 42: Sumideros

Se suelen disponer en los bordes de la pista, ya que la pendiente transversal que presenta tanto la pista como el margen de esta permite su fácil recogida. Además, el caudal circula en la canaleta a modo de canal, y el motor del movimiento es la acción gravitatoria, que es conseguida debido a la pendiente longitudinal que presenta la pista.

- b) **Pozos de registro y arquetas:** Las arquetas y los pozos de drenaje son elementos que tienen la función de servir de conexión con los colectores del sistema de drenaje, y los elementos de drenaje superficiales, como son sumideros. Es el punto en donde el sumidero vierte el caudal de agua de escorrentía que ha recogido procedente de la superficie. Además, tienen la función de servir de conexión entre colectores, no solo entre colectores y sumideros, y además son elementos que permiten el mantenimiento de los elementos del sistema (registro, limpieza, etc.). El vertido de agua desde las canaletas hasta los colectores se puede hacer de muchas formas, siendo una de ellas y la más usual, verter en modo vertedero, que es simplemente que el agua de escorrentía entre al sistema de colectores a la arqueta o pozo de registro por acción de la gravedad, sin ningún tipo de mecanismo. Más específicamente, las arquetas son elementos que están destinadas principalmente para servir de desagües a elementos superficiales como cunetas, canales, sumideros, etc. Hacia los colectores. Suelen tener geometría rectangular, circular, y se tapan con rejillas o con tapas, de las mismas dimensiones que la arqueta, y por supuesto, a la misma altura que la superficie circundante a la arqueta.

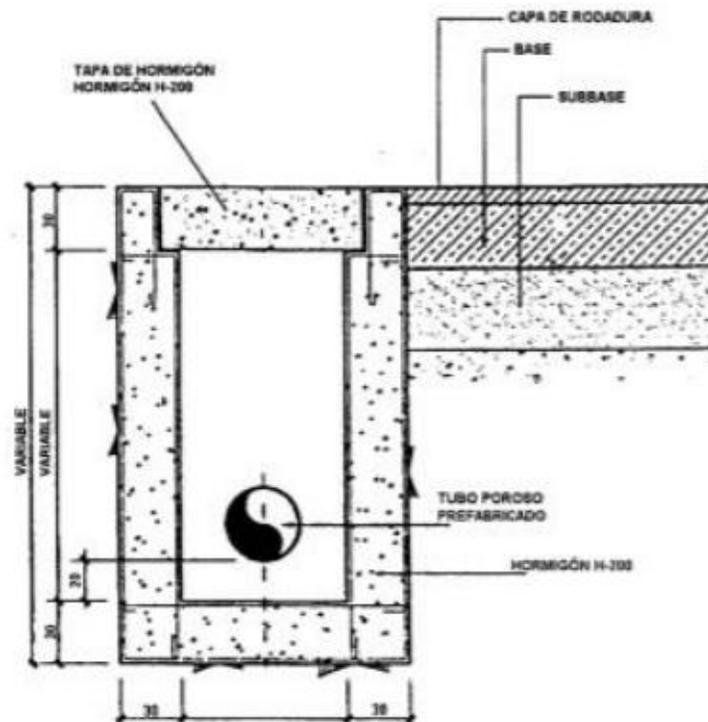


Ilustración 44: Sección típica de una arqueta

En cambio, los pozos de registro están destinados usualmente para conectar colectores y para su registro, aunque también pueden tener la función de las arquetas. Estos son elementos cilíndricos, a diferencia de las arquetas que son rectangulares, y suelen estar más profundo que las arquetas. Requieren de una tapa y de escalones, para permitir su acceso al interior al operario destinado a realizar las labores de limpieza y mantenimiento del sistema. Los pozos de registro o arquetas, además, se deben de colocar cuando:

- Hay cambio de diámetro de los colectores.
- Hay cambio de pendiente entre los elementos del sistema.
- Cambio en el sentido o la dirección del colector.

Además, es importante proyectar la arqueta o pozo de tal forma que en los puntos en donde se enlacen dos o más colectores, los colectores destinados a verter el agua queden por encima de los colectores destinados a recoger el agua, de tal forma que no se produzcan estancamiento o mezclas de caudales. Con esto hay que tener especial cuidado cuando estemos tratando los elementos de drenaje subterráneo.

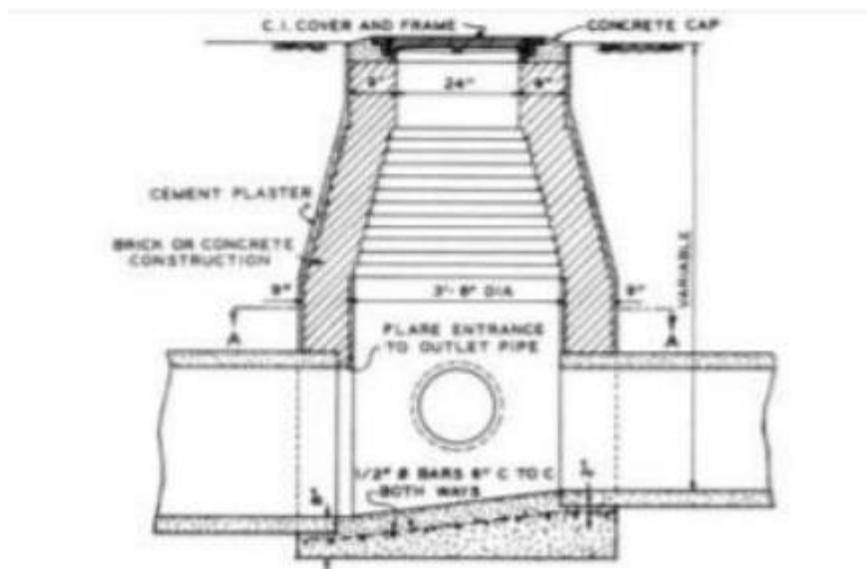


Ilustración 46: Pozo de registro



Ilustración 48: Arqueta

- c) **Colectores.** Un colector es un elemento lineal, que por lo general se va a disponer de manera subterránea, que consiste en una tubería por donde circulan caudales de agua. Su régimen de funcionamiento hidráulico es gravitatorio, es decir, el agua viaja por el colector por acción de la gravedad sin necesidad de bombas. Por tanto, es importante diseñar los colectores con una cierta pendiente, que permita el movimiento por acción gravitatoria. Los colectores así se componen de diversos tramos de tuberías (hormigón, acero, PVC, etc) que están situados entre arquetas o pozos, y pueden desembocar en una embocadura de salida, en una conexión con un sistema de recogida o tratamiento, o en la red urbana de saneamiento. La principal función que tienen los colectores en un sistema de drenaje es recoger y transportar las aguas de escorrentía recogida por los elementos de drenaje superficiales, como las canaletas con rejillas. El caudal que circula por los colectores es recogido a través de las arquetas y pozos, o mediante un denominado colector de conexión (colector secundario) que hace de elemento de conexión entre la arqueta y el colector principal. Podemos definir y diferenciar entre colectores principales y colectores secundarios:

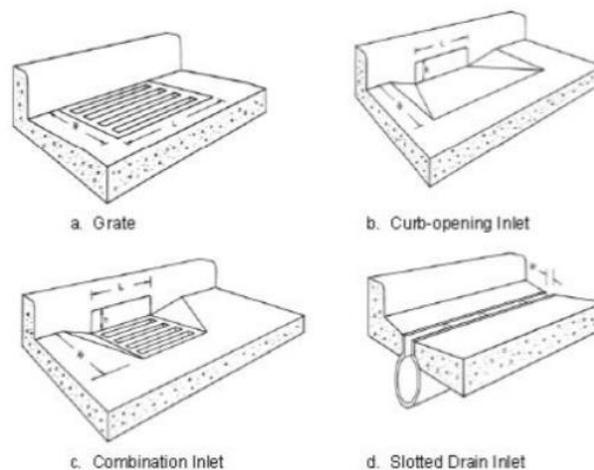
- **Colectores primarios:** Son los colectores principales que tenemos en el sistema de drenaje. En los colectores primarios desembocan los diversos caudales de los colectores secundarios, y en ellos se transporta el caudal del agua de escorrentía hasta su punto de vertido. Haciendo una analogía con los ríos, los colectores principales serían los ríos principales, y los distintos colectores secundarios los distintos afluentes del río principal. Estos colectores son más grandes y tienen una mayor longitud que los colectores secundarios. Además, por estos colectores también puede circular el agua procedente

del drenaje subterráneo del aeropuerto. No es un elemento exclusivo del drenaje superficial.

- **Colectores secundarios:** Son colectores cuya función principal es recoger, mediante una arqueta o pozo, el agua de escorrentía superficial procedente de las canaletas, y posteriormente transportarlas, por lo general, a un colector principal.

### 11.3-DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE

#### 1- CANALETAS



*Ilustración 49: Tipos de sumideros en drenaje superficial*

La FAA en su circular nos muestra ejemplos de sumideros para el drenaje superficial. En nuestro caso, tenemos un tipo de sumidero semejante al tipo d. Emplearemos canaletas prefabricadas, y supondremos que son de acero o de material polimérico (se harán ambos cálculos), con rejilla metálica. Para poder calcular la capacidad de la canaleta, debemos definir cómo va a ser la geometría de la misma. La FAA presenta varios tipos de configuraciones de canaletas. La sección de canaleta que se adopta es con forma de V.

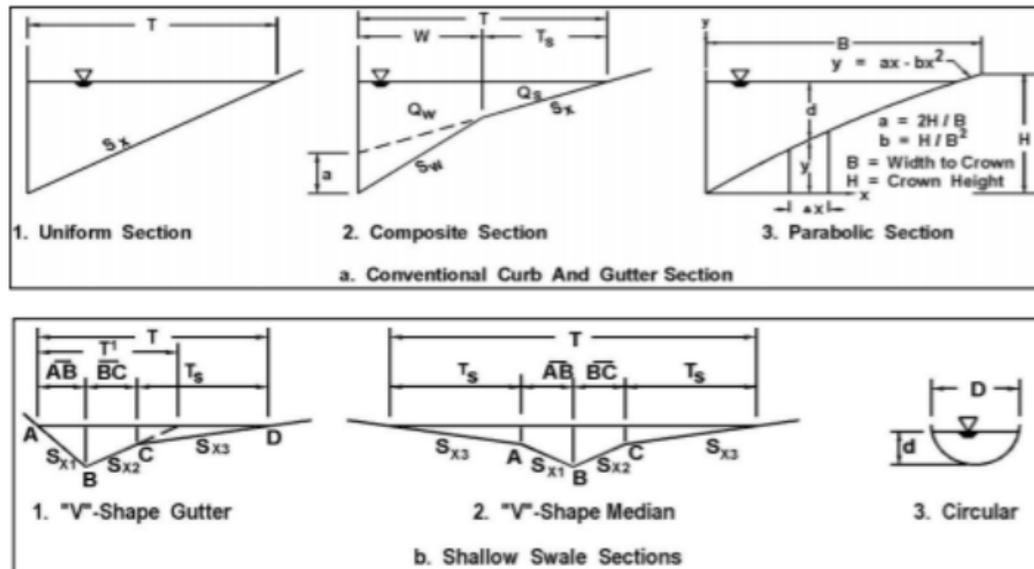


Ilustración 50: Secciones típicas para canaletas y canales

La sección en forma de V tiene dos pendientes principales, que son S1 y S2. Se tomará que ambas pendientes son las mismas, con lo que la geometría de canaleta quedará de la siguiente manera:

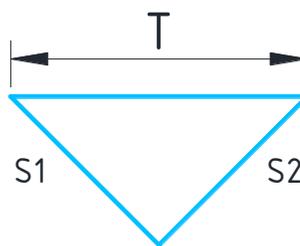


Ilustración 51: Canaleta adoptada

El caudal que circula por este tipo de canales se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{0,56}{n} * S_x^{1,67} * S_L^{0,5} * T^{2,67}$$

Q=Caudal que circula por la canaleta en m<sup>3</sup>/s.

S<sub>x</sub>= Pendiente transversal de la canaleta.

S<sub>L</sub>= Pendiente longitudinal de la canaleta.

T= Sección de la canaleta.

n= Coeficiente de Manning.

La pendiente transversal de la canaleta cuenta con dos pendientes distintas, S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>.

Pero en la ecuación tenemos una sola pendiente, S<sub>x</sub>; que se relaciona con S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> de la siguiente manera:

$$S_x = \frac{S_1 * S_2}{S_1 + S_2}$$

#### ***-HIPÓTESIS DE CÁLCULO.***

Para el cálculo del dimensionamiento de las canaletas, se ha empleado las siguientes hipótesis:

- Las pendientes de la sección en V de la canaleta, S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> van a ser iguales.
- Para simplificar el cálculo, y la diversidad de pendientes encontradas en todas y cada una de las cuencas de estudio, se va a tomar una pendiente longitudinal de canaleta constante y de valor 1%. Al ser un cálculo preliminar, esta hipótesis es aceptable en nuestro alcance de proyecto.
- Se empleará canaletas de acero

- Coeficiente de Manning para canaletas de acero = 0,01.
- Al estar trabajando con pendientes sencillas, y con caudales no elevados, se supone que la rejilla es completamente eficiente, y es capaz de soportar toda el agua que le llegue. Vamos a suponer que no hay efecto como salpicaduras debido a la excesiva velocidad.

### DATOS

- $Q=0.085 \text{ m}^3/\text{s}$
- $SL=0.01$
- $S1=1$
- $S2=1$
- $n \text{ (acero)}=0,01$
- $S_x = \frac{S_1 * S_2}{S_1 + S_2} = \frac{1 * 1}{1 + 1} = 0,5$

Como contamos con todos los datos, la única incógnita es el ancho T.

$$\sqrt[2,67]{\frac{Q * n}{0,56 * S_x^{1,67} * S_L^{0,5}}} = T$$

$$\sqrt[2,67]{\frac{0,085 * 0,01}{0,56 * 0,5^{1,67} * 0,01^{0,5}}} = T \rightarrow 0,32 \text{ m}$$

Se adopta como  $T=0,35\text{m}$ .

## 2- COLECTORES

Se empleará la fórmula de Manning para el dimensionamiento de la tubería, que tiene la siguiente expresión:

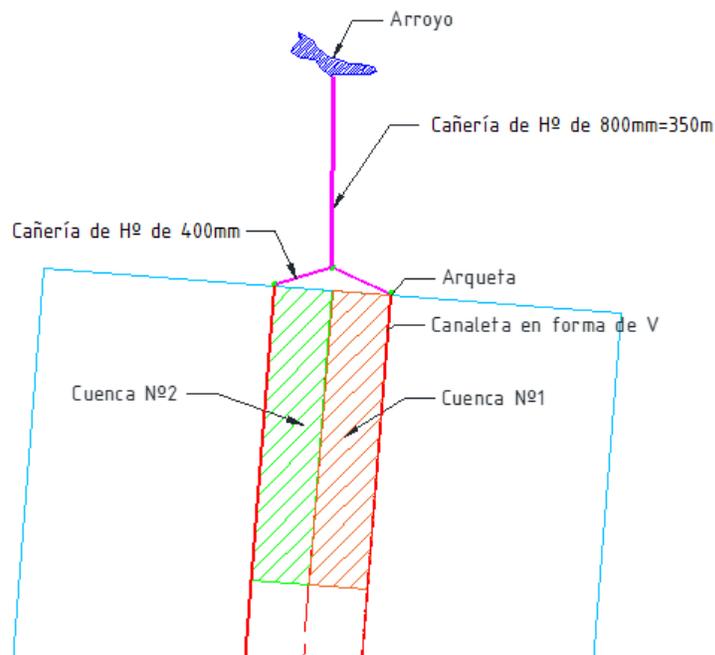
$$d = \left( \frac{3,2 * Q * n}{I^{0,5}} \right)^{3/8}$$

### DATOS

- $Q=0,085 \text{ m}^3/\text{s}$
- $n=0,016 \text{ (H}^{\circ}\text{)}$
- $I= \text{Adopto } 0,5\%$

$$d = \left( \frac{3,2 * 0,085 * 0,016}{0,005^{0,5}} \right)^{3/8} = 0,35\text{m}$$

### ESQUEMA DE DESAGUE DE LA PISTA



*Ilustración 52: Esquema de desagüe*

Solo se diseñó el drenaje de la parte de la pista, ya que éste es el más importante.

Como se tiene la pendiente transversal a dos aguas, se considera que cada mitad de la pista conforma una cuenca.

Luego se diseñaron canaletas para recolectar el agua que proviene de la escorrentía superficial; las mismas se colocan al borde de la pista.

Para poder recoger el agua que viene por las canaletas, se instalarán las denominadas arquetas, que son algo similar a las bocas de registro de una red de alcantarillado.

Las mismas se colocarán una a cada lado del borde de la pista en su parte final y para unir ambas se dispondrá de una tercera; a la cual se conecta una cañería de 80cm que será la encargada de llevar toda el agua hacia un arroyo cercano.

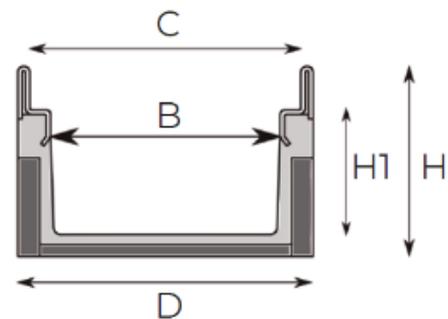
Se optó por verter el agua hacia el arroyo, debido a que en el aeródromo está implantado en una zona rural, la cual carece de redes cloacales y pluviales.

Por cuestiones de simplicidad y económicas se ha decidido reemplazar a las canaletas de chapa por las poliméricas.

Cuyo modelo se muestra a continuación.



*Ilustración 54: Canaletas poliméricas*



*Ilustración 53: Sección transversal de las canaletas*

Para que las canaletas puedan conducir la totalidad del caudal, sus dimensiones deben ser:

*Tabla 33: Dimensiones de las canaletas*

| DIMENSIONES DE CANALETAS |           |
|--------------------------|-----------|
| h                        | 0,2       |
| b                        | 0,35      |
| A                        | 0,07      |
| Rh                       | 0,0933333 |
| l                        | 0,005     |
| n                        | 0,011     |
| Q                        | 0,0925866 |

Como se puede observar, el caudal que circulará por las canaletas es ligeramente mayor  $0.085\text{m}^3/\text{s}$ ; por lo que verifica.

## 12-MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

### 12.1- MARCO TEÓRICO

La matriz de impacto ambiental es el enlace entre la gestión ambiental y la gestión técnica, económica y administrativa que requieren los proyectos. Igualmente, es uno de los instrumentos de gestión de los proyectos que aportan elementos para lograr su viabilidad global.

Los factores a tener en cuenta serán:

#### 1- AMBIENTALES

##### ***Suelos***

- a) Estabilidad geoestructural: Considera el equilibrio dinámico de la geología estructural del área, es decir, de las rocas y la posición en la que aparecen en la superficie (Martínez, 2002).
- b) Procesos de erosión: Arrastre de partículas constituyentes del suelo. La acción antrópica acelera la erosión geológica mediante acciones que el hombre realiza y que determinan un aumento en la degradación y erosión del suelo (FAO, s.f.).

##### ***Recursos hídricos***

- a) Modificación del sistema hídrico original: Hace referencia a la transformación de la red de drenaje hídrica (escurrimiento superficial).
- b) Calidad de agua: Corresponde a las características físico-químicas y biológicas del agua que garantizan los procesos ecológicos y humanos de acuerdo a los diferentes usos del agua.

##### ***Atmósfera***

- a) Calidad de aire: Es el conjunto de concentraciones de componentes presentes en el aire en un momento en estudio, que satisfacen la salud, el bienestar de la población, el equilibrio ecológico, y los materiales con valor económico. (OPS-OMS, s.f.).
- b) Nivel sonoro y vibraciones: Magnitud de presión sonora (intensidad del sonido). Movimiento de oscilación respecto de una posición de equilibrio de referencia. Las vibraciones hay que contemplarlas en el entorno próximo a la fuente de emisión, debido a que puede producir alteraciones en materiales y humanos. (Comunidad de Madrid - UE, 2012).

##### ***Paisaje***

- a) Calidad escénica y del paisaje: Corresponde al valor intrínseco de un paisaje desde el punto de vista visual, considera la fragilidad del paisaje como el riesgo de deterioro del mismo a

consecuencia de la implantación de actividades humanas. Centeno, J citado en (Ferrando & de Luca, 2011).

### *Flora y fauna*

- a) Cobertura vegetal: Proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies consideradas. Adicionalmente, corresponde a la medida de la abundancia de los atributos de las comunidades. (Matteucci & Colma, 1982)
- b) Fauna: Este factor ambiental corresponde a las especies de fauna presentes en el área de estudio a nivel local y regional.

## 2- SOCIOECONÓMICOS

- a) Generación de empleo: Corresponde a requerimiento de personal durante la etapa de construcción. La puesta en marcha de la obra trae aparejado una gran cantidad de puestos de trabajo, no sólo la mano de obra, sino también especialistas en todos los ámbitos (instalaciones sanitarias, de gas, eléctrica, etc.), que además conlleva muchos beneficios para los comerciantes de la zona. Por otra parte aumenta en gran medida el valor de la zona, ya que pasa de ser un descampado con maleza e insectos a un sector urbanizado.

**VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES:** Los impactos serán calificados según su Importancia (I), a tal efecto se sigue la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vitora (Conesa, 1993) que se resume a continuación:  $I = \pm(3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$

- I: Importancia del impacto
- ±: Signo
- i: Intensidad o grado probable de destrucción
- EX: Extensión o área de influencia del impacto
- MO: Momento o tiempo entre la acción y aparición del impacto

- PE: Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
- RV: Reversibilidad
- SI: Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
- AC: Acumulación o efecto de incremento progresivo
- EF: Efecto
- PR: Periodicidad
- MC: Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos.

El signo del impacto alude al carácter beneficioso (expresado como +) o perjudicial (expresado como -) de cada una de las acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. De esta manera, tenemos dos tipos de carácter de potenciales impactos: En función de este modelo los valores extremos de la importancia (I) pueden variar entre 0 y 100. Según esta variación se clasifican los impactos ambientales y sociales de acuerdo al siguiente criterio:

Tabla 34: Grado de impacto ambiental

| IMPACTO BENEFICIOSO | IMPORTANCIA            | IMPACTO PERJUDICIAL |
|---------------------|------------------------|---------------------|
| 13-26               | Leve                   | 13-26               |
| 27-40               | Moderado               | 27-40               |
| 41-60               | Moderado significativo | 41-60               |
| 61-80               | Significativo          | 61-80               |
| 80-100              | Alto                   | 80-100              |

Tabla 35: Valoración de los factores

| Signo                |    | Intensidad (i) *   |    |
|----------------------|----|--|----|
| Beneficioso          | +  | Baja   | 1  |
| Perjudicial          | -  | Total  | 12 |
| Extensión (EX)       |    | Momento (MO)   |    |
| Puntual              | 1  | Largo plazo  | 1  |
| Parcial              | 2  | Medio plazo  | 2  |
| Extenso              | 4  | Inmediato  | 4  |
| Total                | 8  | Critico  | 8  |
| Critica              | 12 |  |    |
| Persistencia (PE)    |    | Reversibilidad (RV)  |    |
| Fugaz                | 1  | Corto plazo  | 1  |
| Temporal             | 2  | Medio plazo  | 2  |
| Permanente           | 4  | Irreversible   | 4  |
| Sinergia (SI)        |    | Acumulación (AC)   |    |
| Sin sinergismo       | 1  | Simple   | 1  |
| Sinérgico            | 2  | Acumulativo  | 4  |
| Muy sinérgico        | 4  |  |    |
| Efecto (EF)          |    | Periodicidad (PR)  |    |
| Indirecto            | 1  | Irregular  | 1  |
| Directo              | 4  | Periódico  | 2  |
|                      |    | Continuo   | 4  |
| Recuperabilidad (MC) |    | $I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$ |    |
| Recup. Inmediato     | 1  |  |    |
| Recuperable          | 2  |  |    |
| Mitigable            | 4  |  |    |
| Irrecuperable        | 8  |  |    |

Tabla 36: Grado de afectación

| Valor I<br>(13 y 100) | Calificación | Significado  |
|-----------------------|--------------|--|
| < 25                  | BAJO         | La afectación del mismo es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión   |
| 25 ≥ < 50             | MODERADO     | La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.  |
| 50 ≥ < 75             | SEVERO       | La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado |
| ≥ 75                  | CRITICO      | La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.     |

A continuación, se expone la explicación de estos conceptos:

**- Signo (+/ -)**

El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

**-Intensidad (i)**

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

**-Extensión (EX)**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.

**-Momento (MO)**

El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t0) y el comienzo del efecto (tj) sobre el factor del medio considerado.

***-Persistencia (PE)***

Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

***-Reversibilidad (RV)***

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

***-Recuperabilidad (MC)***

Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

***-Sinergia (SI)***

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

***-Acumulación (AC)***

Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

***-Efecto (EF)***

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

***-Periodicidad (PR)***

La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).

## 12.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

### 12.2.1 METODOLOGÍA

La metodología incluye las siguientes fases:

- ❖ Identificación de las principales acciones del proyecto a ejecutar.
- ❖ Identificación de los principales factores ambientales y sociales presentes en el área de influencia del proyecto.
- ❖ Elaboración de la matriz de interacción entre las acciones del proyecto y los factores ambientales y sociales identificados.
- ❖ Análisis y valoración de los impactos ambientales y sociales generados por el proyecto.

### 12.2.2 PRINCIPALES ACCIONES

El proyecto "Aeródromo Mocoretá" implica las siguientes acciones:

#### Etapas de construcción

- ❖ Contratación de personal
- ❖ Instalación y operación del obrador
- ❖ Operación de maquinaria
- ❖ Mantenimiento de maquinaria
- ❖ Provisión y almacenamiento de insumos y material de préstamo
- ❖ Eliminación de vegetación
- ❖ Desmontes y rellenos
- ❖ Construcción del hangar
- ❖ Préstamos y vertederos
- ❖ Señalización

Etapa de operación

- ❖ Tráfico aéreo
- ❖ Tráfico de vehículos y mantenimiento
- ❖ Movimiento de aeronaves en tierra
- ❖ Administración del aeródromo

### 12.2.3 PRINCIPALES FACTORES AFECTADOS EN EL PROYECTO

*Tabla 37: Factores afectados en el proyecto*

| MEDIO FÍSICO               | MEDIO BIÓTICO        | MEDIO SOCIOECONÓMICO                   |
|----------------------------|----------------------|--|
| 1-Geomorfología y geología | 1-Flora y vegetación | 1-Población                            |
| 2-Suelo                    | 2-Fauna              | 2-Economía                             |
| 3-Hidrología               | 3-Habitat naturales  | 3-Infraestructura, equipos y servicios |
| 4-Aire                     |                      | 4-Paisaje                              |
| 5-Ruido                    |                      | 5-Patrimonio cultural                  |
|                            |                      | 6-Riesgos naturales y tecnológicos     |

## 12.3 ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

### 12.3.1 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO

#### 12.3.1.1 Geomorfología

-Etapa de construcción: Para la preparación de las áreas donde se ubicarán las instalaciones y vías de acceso para el mencionado proyecto, será necesario realizar movimiento de tierras y nivelación del terreno a fin de obtener una buena estabilidad física de las estructuras a construir. Este impacto ha sido calificado como de efecto negativo, pero de extensión puntual, magnitud baja, duración permanente y significancia baja.

#### 12.3.1.2 Calidad de suelo

-Etapa de construcción: Las actividades de la construcción del aeródromo podrían ocasionar la afectación de la calidad del suelo como consecuencia de derrames accidentales de aceites, grasas y combustibles, de las maquinarias y equipos empleados para el acondicionamiento de los terrenos en los cuales se instalarán los componentes. En caso de que se produzca derrame de aceites y grasas, se estima que su efecto se manifestaría de manera específica en la zona donde se volcara elemento contaminante. Es importante mencionar que todas las acciones se realizarán sobre terrenos impermeabilizados por lo cual el riesgo de afectación es mínimo. En menor proporción, existe la probabilidad que esta afectación se ocasione como consecuencia de desperfectos de los vehículos de traslado de personal y/o de insumos, generados por la falta de mantenimiento adecuado de las unidades empleadas y/o situaciones fortuitas durante su desplazamiento.

Se considera que este impacto es negativo, de intensidad moderada durante las actividades de excavación y movimiento de tierras, de influencia puntual (restringida a las zonas de derrame), de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia moderada.

-Etapa de operación: El riesgo de afectación del suelo durante la etapa de operación del aeropuerto es mínimo y puntual, y se encuentra condicionado por la manipulación de combustibles, aceites y productos químicos que pudiesen causar derrames accidentales.

El incremento de las capacidades del aeródromo conlleva un incremento en el volumen de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que de no ser gestionados adecuadamente podrían ocasionar impactos sobre el suelo. Por este motivo, es importante señalar que la gestión de residuos debe cumplirse durante todo el proceso desde la generación, almacenamiento hasta la disposición final,

En base a los argumentos planteados se considera que el impacto es negativo, de intensidad media, de influencia local, de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia moderada.

#### *12.3.1.3 Calidad de agua*

-Etapa de construcción: Durante la construcción, se generará aguas residuales domésticas provenientes de los trabajadores, para lo cual se usarán baños químicos. Asimismo, en esta etapa puede existir vertimiento de sobrantes, tales como pinturas, solventes, aditivos para concreto, pegantes, resinas y en general, cualquier producto que por su calidad o composición resulten tóxicos y dañinos para el ambiente. De acuerdo con lo anterior, se considera que el impacto es negativo, de intensidad baja, de influencia local, de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia moderada.

-Etapa de operación: Durante la operación de aeródromo, se generarán efluentes que consisten principalmente en escorrentía de aguas pluviales procedente de las superficies no pavimentadas como asimismo en las aguas residuales sanitarias de los servicios para el público y empleados y de los aviones. La escorrentía de aguas pluviales puede contener contaminantes asociados a las fugas y vertidos de aceite, diésel y combustibles para aviación durante el funcionamiento y mantenimiento de los vehículos de servicios en tierra y las actividades de almacenamiento y manejo de combustible. Se considera que este impacto es negativo, de intensidad baja, de influencia local, de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia moderada.

#### *12.3.1.4 Calidad del aire y ruido*

-Etapa constructiva: Las actividades de construcción del aeródromo podrían generar un ligero incremento de las concentraciones de emisiones gaseosas y material particulado, ocasionadas por los movimientos de tierra (transporte, carga y extendido), la habilitación y el acondicionamiento de acceso, así como las emisiones de los vehículos y maquinarias empleados.

Además, el uso de maquinarias podría dar lugar al incremento de los niveles sonoros, como producto de la operación de sus motores y la acción mecánica de sus sistemas. Los trabajadores, usuarios o transeúntes del aeródromo serán los afectados ya que los trabajos se realizarán dentro del mismo aeródromo.

Se considera que el impacto es negativo, de intensidad baja durante las actividades de excavación y movimiento de tierras e insumos, de influencia puntual, de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia baja.

-Etapa de operación:

- ❖ Aire: Durante la etapa de operación del aeródromo, la calidad del aire será afectada como consecuencia de las emisiones originadas por las aeronaves en sus operaciones de aproximación, despegue y ascenso, además de los movimientos de éstas en tierra. También contribuyen a este efecto ambiental, aunque en menor medida, el tráfico de los vehículos de servicio, mantenimiento del aeropuerto y de las aeronaves. Este impacto, generado por la combustión de los motores de las aeronaves, vehículos de apoyo en tierra, vehículos en movimiento en el estacionamiento y en el acceso al aeródromo, se considera negativo, de intensidad media, de influencia puntual, de permanencia temporal, lo que determina un nivel de importancia moderada.
- ❖ Ruido: En cuanto a las actividades generadoras de ruido que afectarán a poblaciones próximas al aeródromo, se destacan las operaciones de aterrizaje sobrevuelos y despegue de aeronaves, los movimientos de las mismas en las plataformas, y las pruebas de motores.

Los receptores del ruido en el entorno del aeródromo serán los trabajadores del mismo y la población que se encuentra en las cercanías. Cabe aclarar, que como el sitio de emplazamiento del aeródromo se encuentra en una zona rural, hay muy poca población a los alrededores.

## 12.3.2 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIÓTICO

### 12.3.2.1 Flora y vegetación

-Etapa de construcción: La zona en la cual se pretende construir el "Aeródromo Mocoetá", está conformada por una vegetación de árboles de espinillos, por lo que constituyen una flora de tipo secundario; por lo tanto, su remoción sería de tipo positivo.

-Etapa de operación: Los impactos potenciales para la flora en esta etapa resultarán de la limpieza para el mantenimiento de los paños verdes del aeropuerto y las calles de control de seguridad. Esta limpieza deberá ser realizada sin utilización de agroquímicos ya que se encuentran prohibidos en el área del proyecto por Ordenanza Municipal. En esta etapa, las acciones de operación y mantenimiento del aeropuerto, y el aumento del tráfico de vehículos en las rutas no producirá impactos negativos a la flora.

### 12.3.2.2 Fauna

-Etapa constructiva: Un impacto negativo está relacionado con la afectación de la vegetación que propicia los hábitats para las poblaciones e individuos de especies de la fauna, debido a las operaciones a ser realizadas. El movimiento de maquinarias, vehículos y personas redundará en ruidos y polvo con lo cual se podrían ahuyentar a ciertas poblaciones de fauna residentes, especialmente en épocas reproductivas. Este impacto es considerado de corta duración, intensidad mínima y muy acotado a nivel espacial. El proyecto en su fase de construcción, no contempla la captura y relocalización de individuos de animales silvestres, ni el daño a estructuras de reproducción y refugio (nidos, madrigueras).

-Etapa de operación: Un impacto negativo se podría dar si hubiese colisiones de aves con avionetas; pero al no haber cuerpos de agua permanentes en el aeródromo y su entorno próximo (lagunas, bañados) tampoco hay poblaciones regulares de aves acuáticas cruzando el espacio aéreo. También, al no haber basural cercano no hay poblaciones regulares de gaviotas o rapaces como ocurre en varios aeródromos de otras ciudades de Argentina. Por lo que en esta etapa no se tiene un impacto negativo.

## 12.3.3 IMPACTOS SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

### 12.3.3.1 Población

-Etapa de construcción:

- ***Molestias a la población por incorrecta gestión de residuos***: En el proyecto del aeródromo, en caso de no implementarse una correcta gestión de residuos (sólidos y líquidos), en relación con sitios de acumulación de escombros y de restos de vegetación extraída, así como la previsión de un servicio de extracción periódica, el área operativa de obra puede transformarse en albergue de roedores e insectos vectores de enfermedades. También la acumulación de residuos biodegradables en el obrador podría generar olores molestos que atraigan a vectores, generándose condiciones de falta de higiene e indirectamente, al ser atraídos animales domésticos, se podrían dispersar los residuos.

- ***Molestias a la población por contaminación del aire***: Como se mencionó anteriormente, la calidad del aire puede verse afectada por los gases de combustión emitidos por las máquinas y vehículos de obra, afectando a la población residente en las cercanías de aeródromo o aquellos usuarios de las áreas y complejos de esparcimiento y recreación ubicados en las inmediaciones. Es esperable que estas emisiones sean difundidas sin alcanzar concentraciones que superen los estándares de calidad de aire.

- ***Molestias a la población por ruidos***: En esta ocasión prácticamente no habría molestias, debido a que el sitio de emplazamiento del aeródromo se encuentra en una zona rural y hay escasa población en cercanía al aeródromo.

**-Empleo:** En esta ocasión se tiene un impacto muy positivo, ya que una obra de esta magnitud siempre necesita de mano de obra local.

**-Etapa de operación:**

**-Molestias a la población por ruidos:** Las molestias a la población por ruido continuarán durante la etapa de operación del aeródromo, ocasionadas por el incremento del uso del mismo.

Como se mencionó anteriormente, no es de gran significancia la afectación debido a la ubicación del aeródromo.

**-Empleo:** Al estar en funcionamiento el aeródromo seguramente se necesite de personal para las distintas áreas.

#### 12.3.3.2 Paisaje

**-Etapa de construcción:** Afectación del paisaje: El desbroce y eliminación de la vegetación podría generar cambio en la percepción de la componente natural del paisaje. El paisaje también se verá alterado por la presencia y circulación de vehículos y maquinaria vinculada a las obras de infraestructura como así también del personal afectado a la misma; la instalación del obrador, y la presencia y acumulación de residuos en la zona de proyecto. Este impacto es puntual y temporal, ya que tendrá lugar sólo en el área operativa del proyecto, y una vez finalizada la etapa de construcción, desaparecerá.

**-Etapa de operación:** No se tendrán edificios en altura ni otro objeto que afecte el paisaje. Por lo que no se tiene impacto de tipo negativo en esta etapa.

#### 12.3.3.3 Riesgos naturales y tecnológicos

**-Etapa de construcción:** En el proyecto del aeródromo, el almacenamiento y la manipulación de sustancias peligrosas tales como combustibles, pueden ser origen de emergencias tecnológicas como incendios y derrames a lo largo del área operativa de la obra y en el obrador. Estas emergencias, podrían afectar la salud y seguridad de las personas.

Las posibles emergencias que podrían generarse son:

- a) Derrame de combustible durante tareas de carga y descarga en tanques de combustible.
- b) Derrames de combustible desde tanques de maquinarias y vehículos.
- c) Derrame por accidentes viales de transporte de sustancias peligrosas.
- d) Caída y/o rotura de tambores/cilindros con sustancias peligrosas (aditivos de hormigón, pinturas, aceites, ácido, entre otros).

- e) Incendio en almacenamiento de sustancias inflamables por chispas.
- f) Incendio de depósito de residuos peligrosos por chispas.
- g) Dispersión de residuos y sustancias peligrosas por vuelcos.
- h) Dispersión de residuos y sustancias peligrosas por precipitaciones pluviales.
- i) Otras.

-Etapa de operación:

- **Riesgo de incendios:** Debido a la presencia de sustancias peligrosas en el aeródromo destinadas al funcionamiento y mantenimiento de las aeronaves (tanques de diésel, lubricantes, combustibles), existe un riesgo de incendio que podría afectar al aeropuerto y sus inmediaciones.

Se ha construido una matriz de impacto que puede ser considerada como una matriz de control bidimensional. Una dimensión contiene las principales acciones del proyecto (Etapas de construcción y operación) y la otra incluye los principales factores ambientales y sociales afectados por el proyecto. En la matriz construida se indica con una "/" cuando se estima que no habrá impacto y con una "X" cuando se considera que se producirá un impacto.

Tabla 38: Matriz de impacto

|                                |                              |   | ETAPA CONSTRUCTIVA       |                                    |                         |                             |   |                              |                     |                         |                        |              | ETAPA DE OPERACIÓN |                                      |                                   |                              |   |
|--------------------------------|------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---|
|                                |                              |   | Contratación de personal | Instalación y operador del obrador | Operación de maquinaria | Mantenimiento de maquinaria | Provisión y almacenamiento de insumos y material de préstamos | Eliminación de la vegetación | Desmonte y rellenos | Construcción del hangar | Préstamos y vertederos | Señalización | Tráfico aéreo      | Tráfico de vehículos y mantenimiento | Movimiento de aeronaves en tierra | Administración del aeródromo |   |
| MEDIO FÍSICO                   | GEOLOGÍA                     | Cambios geomorfológicos                         | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | x                   | /                       | x                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                | GEOMORFOLOGÍA                | Eliminación de suelos                           | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | x                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                | SUELO                        | Procesos erosivos                               | /                        | /                                  | /                       | /                           | x   | /                            | x                   | /                       | x                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Características edáficas                        | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Calidad del agua                                | /                        | /                                  | /                       | x                           | /   | /                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                | HIDROLOGÍA                   | Hidrología superficial                          | /                        | /                                  | /                       | x                           | /   | x                            | x                   | /                       | x                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Hidrología subterránea                          | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | x                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | CLIMA   | Cambios microclimáticos  | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | x                   | /                       | /                      | /            | /                  | x                                    | x                                 | /                            | / |
|                                | CALIDAD DEL AIRE             | Calidad química del aire                        | /                        | /                                  | x                       | x                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | /            | x                  | x                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Ruidos  | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | x                       | /                      | /            | x                  | x                                    | /                                 | /                            |   |
| MEDIO BIÓTICO                  | FLORA Y VEGETACIÓN           | Variación en la flora                           | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | x                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Productividad potencial                         | /                        | /                                  | x                       | /                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            | / |
|                                | FAUNA                        | Modificación de hábitats                        | /                        | /                                  | x                       | /                           | x   | x                            | x                   | x                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            | / |
|                                |                              | Variación en la fauna                           | /                        | /                                  | x                       | /                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | /            | x                  | x                                    | /                                 | /                            | / |
| HÁBITAT NATURAL                | Variación en hábitat natural | /   | /                        | /                                  | /                       | /                           | x   | x                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
| MEDIO SOCIECONÓMICO Y CULTURAL | POBLACIÓN                    | Residentes en el área de proyecto               | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            |   |
|                                |                              | Instituciones                                   | /                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | x                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            | x |
|                                |                              | Empleo  | x                        | /                                  | /                       | /                           | /   | /                            | /                   | /                       | /                      | /            | /                  | /                                    | /                                 | /                            | x |
|                                | PAISAJE                      | Salud y seguridad pública/ del personal de obra | /                        | x                                  | x                       | x                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | x            | x                  | x                                    | x                                 | x                            | / |
|                                |                              | Paisaje   | /                        | x                                  | x                       | x                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | x            | x                  | x                                    | x                                 | x                            | / |
|                                |                              | RIESGOS CULTURALES Y TECNOLÓGICOS               | Incendios                | /                                  | x                       | x                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | x            | x                  | x                                    | x                                 | x                            | x |
| Derrames                       | /                            |   | x                        | x                                  | x                       | x                           | x   | x                            | x                   | x                       | x                      | x            | x                  | x                                    | x                                 | /                            |   |

Tabla 39: Matriz de impacto ambiental

|                                 |                                   |   | ETAPA CONSTRUCTIVA |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     | ETAPA DE OPERACIÓN |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--------------------|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|
|                                 |                                   |   | Signo              | i | EX | MO | PE | RE | SI | AC | EF | PR | MC  | I                  | Signo | i | EX | MO | PE | RE | SI | AC | EF | PR | MC  | I   |
| MEDIO FÍSICO                    | GEOLOGÍA                          | Cambios geomorfológicos                         | -1                 | 1 | 1  | 4  | 4  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 2   | -23                |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | GEOMORFOLOGÍA                     |   |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | SUELO                             | Eliminación de suelos                           |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Procesos erosivos                               | -1                 | 2 | 1  | 4  | 2  | 4  | 1  | 4  | 4  | 1  | 4   | -32                | -1    | 2 | 1  | 4  | 2  | 4  | 1  | 4  | 4  | 1  | 4   | -32 |
|                                 |                                   | Características edáficas                        |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | HIDROLOGÍA                        | Calidad del agua                                |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Hidrología superficial                          | -1                 | 1 | 1  | 4  | 2  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4   | -26                | -1    | 1 | 1  | 4  | 2  | 4  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4   | -26 |
| Hidrología subterránea          |                                   |   |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| CLIMA                           | Cambios microclimáticos           | -1  | 2                  | 2 | 4  | 1  | 2  | 1  | 1  | 4  | 2  | 2  | -27 | -1                 | 2     | 2 | 4  | 1  | 2  | 1  | 1  | 4  | 2  | 2  | -27 |     |
| CALIDAD DEL AIRE                | Calidad química del aire          | -1  | 1                  | 1 | 4  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 2  | 1  | -17 | -1                 | 2     | 1 | 4  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 2  | 1  | -23 |     |
|                                 | Ruidos                            |   |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| MEDIO BIÓTICO                   | FLORA Y VEGETACIÓN                | Variación en la flora                           |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Productividad potencial                         |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | FAUNA                             | Modificación de hábitats                        |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Variación en la fauna                           | -1                 | 1 | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 1   | -19                |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| HÁBITAT NATURAL                 | Variación en hábitat natural      |   |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL | POBLACIÓN                         | Residentes en el área de proyecto               |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Instituciones                                   |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 |                                   | Empleo  | 1                  | 4 | 2  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | 1   | 32                 | 1     | 4 | 2  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 4  | 1   | 32  |
|                                 |                                   | Salud y seguridad pública/ del personal de obra |                    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                    |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | PAISAJE                           | Paisaje   | -1                 | 1 | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 2  | 1   | -20                |       |   |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |
|                                 | RIESGOS CULTURALES Y TECNOLÓGICOS | Incendios                                       | -1                 | 4 | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4   | -31                | -1    | 4 | 1  | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4   | -31 |
| Derrames                        |                                   | -1  | 4                  | 1 | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | -31 | -1                 | 4     | 1 | 4  | 1  | 1  | 1  | 1  | 4  | 1  | 4  | -31 |     |

Analizando la matriz de impacto ambiental, la mayoría de los efectos que se pueden generar por el desarrollo de las actividades constructivas del proyecto fueron valorados con un nivel de importancia de "leve" a "moderado". El medio más afectado es el suelo, cuyo impacto es de valor "moderado".

Si se llevan a cabo las medidas de impacto ambiental adecuadas se pueden mitigar y prevenir los efectos perjudiciales hacia el medio ambiente que generan las diferentes actividades en el desarrollo de la obra.

A medida que avanza la obra se van reduciendo los efectos negativos sobre el área de influencia de la obra.

Como un gran aporte de la obra a la comunidad se encuentra la generación de trabajo, ya que en la mayoría de las tareas se requerirá contratar a mano de obra de la zona.

#### 12.4- PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA): DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El objetivo principal del PMA es prevenir, mitigar y/o corregir los impactos que puedan generarse por las actividades del proyecto, logrando así la menor afectación posible de la calidad ambiental

##### 1- Construcción del obrador

El área afectada a la instalación del obrador deberá ser la mínima indispensable para las tareas que se ejecutarán, y que se desarrolle sobre zonas con la pendiente necesaria para facilitar un buen escurrimiento. Se deberán localizar con proximidad al lugar de las obras, alejados de áreas pobladas y con accesos cortos.

De acuerdo al diseño de obrador que se plantee es necesario prever la forma en la cual se evacuará el agua de lluvia como así también el proveniente del lavado de maquinaria.

El tratamiento de los líquidos cloacales y aguas residuales que contienen aceites, grasas y detergentes (estos últimos efluentes deberán ser tratados previamente en cámaras interceptoras) se realizará en cámaras sépticas que permiten tanto la sedimentación como la digestión del lodo.

Para el pretratamiento de las aguas residuales que contienen aceites, grasas, detergentes y sólidos suspendidos, se deberán utilizar cámaras interceptoras. Dichas cámaras interceptoras retienen las grasas por enfriamiento y flotación y los aceites por flotación. La cámara sirve como un intercambiador de calor, enfriando el líquido, lo cual ayuda a solidificar las grasas. En lo que se refiere a la flotación, para que esta sea efectiva, el sistema debe estar diseñado para retener el fluido durante un tiempo adecuado (entre 30 minutos y una hora). El otro problema que se presenta es la presencia de sólidos, el cual puede ser resuelto utilizando tamices cambiables y lavables en el canal de entrada.

Con respecto al manejo de combustibles y lubricantes que puedan ser derramados se observarán las siguientes disposiciones:

- Los tanques de combustible se ubicarán sobre contenedores antiderrames.
- Se dispondrá de elementos de absorción de derrames (como ser polvos absorbentes, etc.) en el obrador y frente de obra, listos para su inmediata utilización en caso de ocurrir cualquier pérdida de combustibles o lubricantes en los equipos de construcción o en la zona de depósitos.

## **2- Maquinaria y equipos**

El equipo móvil incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de tal manera que se queme el mínimo necesario de combustible reduciendo así las emisiones atmosféricas. Asimismo, el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno, para evitar el exceso de ruidos. Igualmente se deberán tomar medidas para evitar derrames de combustible o lubricantes que puedan afectar los suelos o cursos de agua.

En el aprovisionamiento de combustible y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambios de aceite, se deberá evitar que estas actividades contaminen los suelos y las aguas. Los sectores para estas actividades deberán estar ubicados en forma aislada de cualquier curso de agua.

Los cambios de aceites de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en bidones o tambores y su disposición final deberá ser aprobada por la Supervisión de la obra. Por ningún motivo estos aceites serán vertidos a las corrientes de agua ni en el suelo.

## **3- Aspectos relativos al uso de agua y contaminación**

Previo al inicio de los trabajos, se deberán obtener los permisos de la autoridad provincial competente, con la ubicación de los lugares de donde se extraerá el agua necesaria para la construcción y provisión de los campamentos. La extracción de agua para la construcción de ninguna manera podrá afectar las fuentes de alimentación de consumo de agua de las poblaciones o asentamientos de la zona de influencia de la obra. Se deberán tomar todas las precauciones durante la construcción de la obra para impedir la contaminación de los ríos y arroyos existentes. Los contaminantes como productos químicos, combustibles, lubricantes, bitúmenes, aguas servidas, pinturas y otros desechos nocivos, no serán descargados en los cursos de agua, siendo la empresa constructora el responsable de su eliminación final en condiciones ambientalmente adecuadas.

## **4- Generación de material particulado**

- Ruidos y vibraciones: Las vibraciones de los equipos y maquinarias pesadas y la contaminación sonora por el ruido de los mismos, durante su operación, pueden producir molestias a los operarios

y pobladores locales, como por ejemplo en la excavación y/o durante la etapa de tapada y compactación.

Por lo tanto, se deberá minimizar al máximo la generación de ruidos y vibraciones de estos equipos, controlando los motores y el estado de los silenciadores.

La empresa no deberá superponer las tareas que produzcan un nivel excesivo de ruido.

- Material particulado y/o polvo: Se deberán organizar las excavaciones y movimientos de tierras de modo de minimizar la voladura de polvo.

Una premisa será disminuir a lo estrictamente necesario las tareas de excavación y movimiento de tierra.

La preservación de la vegetación en toda la zona de obra, minimizando los raleos a lo estrictamente necesario, contribuye a reducir la dispersión de material particulado.

- Se deberá regar periódicamente, solo con AGUA, los caminos de acceso y las playas de maniobras de las máquinas pesadas en los obradores, reduciendo de esta manera el polvo en la zona de obra.

## RECOMENDACIONES GENERALES

- Adoptar las medidas necesarias para evitar que el personal efectúe actividades negativas sobre la flora y fauna silvestre.
- El suelo vegetal que se extraiga de la tarea desmonte, desbroce y destape destinarlo para la parquización de otras zonas, ya que éste posee un gran potencial de abono y ello favorece al rápido crecimiento de la vegetación.
- Suspender de inmediato y temporalmente los trabajos, si se descubrieran durante la construcción áreas o ecosistemas sensibles que estén expuestos a sufrir una modificación directa por las actividades de la obra, dando cuenta del hecho a la supervisión, para que informe a las autoridades competentes.

## CONCLUSIONES

- Las tecnologías de movimiento de tierras empleadas en la construcción impactan con fuerza sobre todos los factores componentes del medio ambiente.
- Es responsabilidad principal de los ingenieros civiles construir de manera sustentable, minimizando el impacto ambiental en todas las fases del ciclo de vida de dichos proyectos.
- Minimizando los impactos directos al medio ambiente con las medidas concretas sugeridas en este trabajo, se contribuirá a la construcción sustentable de esta obra.

## 13- PRESUPUESTO

Tabla 40: Presupuesto

| PRESUPUESTO |            |   |                |           |                  |                   |              |
|-------------|------------|---|----------------|-----------|------------------|-------------------|--------------|
| Nº          | ITEMS      | DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS                  | CÓMPUTO        |           | PRECIO UNITARIO  | PRECIO FINAL      | % INCIDENCIA |
|             |            |   | UNIDAD         | CANT.     |                  |                   |              |
| 1           | 1.1        | Movilización y desmovilización de equipos | Global         | 1         | \$ 13,017,913.59 | \$ 13,017,913.59  | 1.96%        |
| 2           | 2.1        | Destape                                   | m <sup>3</sup> | 49335     | \$ 1,518.36      | \$ 74,908,385.34  | 11.25%       |
| 3           | 3.1        | Subrasante                                | m <sup>3</sup> | 190910.62 | \$ 1,667.79      | \$ 318,398,726.88 | 47.82%       |
|             | 3.2        | Retiro de suelo excedente                 | m <sup>3</sup> | 4228.4    | \$ 472.29        | \$ 1,997,025.49   | 0.30%        |
| 4           | 4.1        | Sub-base                                  | m <sup>3</sup> | 25875     | \$ 2,199.50      | \$ 56,912,046.70  | 8.55%        |
| 5           | 5.1        | Base                                      | m <sup>3</sup> | 25875     | \$ 2,237.80      | \$ 57,903,153.71  | 8.70%        |
| 6           | 6.1        | Capa de rodamiento                        | m <sup>2</sup> | 172500    | \$ 113.58        | \$ 19,592,390.47  | 2.94%        |
|             | <b>7.1</b> | <b>Señalización</b>                       |                |           |                  |                   |              |
|             | 7.1.1      | Cono de viento                            | Global         | 1         | \$ 85,712.87     | \$ 85,712.87      | 0.01%        |
|             | 7.1.2      | Señal designadora de pista                | Global         | 1         | \$ 165,933.46    | \$ 165,933.46     | 0.02%        |
|             | 7.1.3      | Losetas                                   | unidad         | 61        | \$ 123,414.54    | \$ 7,528,287.24   | 1.13%        |
|             | 7.1.4      | Iluminación                               | unidad         | 91        | \$ 31,236.48     | \$ 2,842,519.33   | 0.43%        |
| 8           | 8.1        | Drenaje                                   | Global         | 1         | \$ 32,687,728.78 | \$ 32,687,728.78  | 4.91%        |
|             | <b>9.1</b> | <b>Hangar</b>                             |                |           |                  |                   |              |
|             | 9.1.1      | Columnas de 60*30                         | unidad         | 10        | \$ 748,452.36    | \$ 7,484,523.59   | 1.12%        |
|             | 9.1.2      | Columnas de 20*20                         | unidad         | 24        | \$ 19,956.56     | \$ 478,957.34     | 0.07%        |
|             | 9.1.3      | Cabreadas                                 | unidad         | 5         | \$ 842,455.70    | \$ 4,212,278.50   | 0.63%        |
|             | 9.1.4      | Platea                                    | m <sup>2</sup> | 450.2     | \$ 13,615.05     | \$ 6,129,494.13   | 0.92%        |
|             | 9.1.5      | Muros                                     | m <sup>2</sup> | 271       | \$ 26,498.99     | \$ 7,181,225.40   | 1.08%        |
|             | 9.1.6      | Cerramiento                               | m <sup>2</sup> | 810       | \$ 5,967.81      | \$ 4,833,927.53   | 0.73%        |
|             | 9.1.7      | Clavadoras                                | m              | 326.4     | \$ 994.63        | \$ 324,646.34     | 0.05%        |
|             | 9.1.8      | Correas                                   | m              | 506.8     | \$ 4,973.18      | \$ 2,520,409.90   | 0.38%        |
|             | 9.1.9      | Cielorraso de durlock                     | m <sup>2</sup> | 93        | \$ 7,920.66      | \$ 736,621.02     | 0.11%        |
|             | 9.1.10     | Portones                                  | unidad         | 4         | \$ 662,829.08    | \$ 2,651,316.31   | 0.40%        |
|             | 9.1.11     | Aberturas                                 | global         | 1         | \$ 818,365.66    | \$ 818,365.66     | 0.12%        |
| 10          | 10.1       | Cerco perimetral                          | global         | 1         | \$ 40,502,003.70 | \$ 40,502,003.70  | 6.08%        |
| 11          | 11.1       | Playa de estacionamiento                  | m <sup>2</sup> | 101       | \$ 12,817.10     | \$ 1,294,527.60   | 0.19%        |
| 12          | 12.1       | Almacenamiento de combustible             | global         | 1         | \$ 599,854.20    | \$ 599,854.20     | 0.09%        |
|             |            | <b>TOTAL</b>                              |                |           |                  | \$ 665,807,975.09 |              |

## 14- CONCLUSIÓN

Este proyecto llamado "Aeródromo Mocoetá", apuntaba a desarrollar una pista con sus debidas instalaciones, para el despeje y aterrizaje de avionetas de tipo ligeras; con el fin principal de que de operen en el mismo, avionetas sanitarias e hidrantes.

Siguiendo con los lineamientos del ANAC (Administración Nacional de Aviación Civil), se calcularon las dimensiones de la misma, franjas, ayudas visuales para la navegación, calles de rodaje, y debido a que el aeródromo debe ser operable tanto en horas diurnas como nocturnas, se incluyó un sistema de iluminación.

La pista tendrá una longitud de 1050m y un ancho de 30m, las franjas serán de 60m, medidas desde el borde de la pista; debido a una cuestión de tipo económica, se eligió que la capa de rodamiento sea de césped.

Ya que se necesitará que la pista sea operable luego de un período de precipitaciones, se diseñó un sistema de desagüe; el mismo consiste en canaletas con rejillas colocadas al costado de la pista, que serán las encargadas de recoger el agua superficial y enviarla a las tuberías de descarga.

También el aeródromo contará con un hangar de 18.30m de largo por 29.74m de ancho, en cuyo interior contendrá un par de oficinas, sanitarios y un sector destinado al albergue del jefe de aeródromo.

Recordemos que este aeródromo fue pensado en que se necesitaba un espacio destinado al despeje y aterrizaje de avionetas de tipo sanitarias, hidrantes, de la gobernación y de Prefectura Naval Argentina; pero pensando en futuro, a este aeródromo se le podría anexar un helipuerto, una escuela de aviación y realizar eventos de tipo vuelos de bautizo.

Si hablamos del helipuerto, el más beneficiado sería el señor gobernador de la provincia de Corrientes, debido a que cuando visita la ciudad de Mocoetá, lo hace en helicóptero y debe bajar en la cancha del Club Atlético Mocoetá.

## 15-ANEXO

-Anexo I: Cálculo de maquinaria.

-Anexo II: Movimiento de suelo.

-Anexo III: Presupuesto.

-Anexo IV: Planos

- Plano 01: Esquema general de la pista
- Plano 02: Planta de arquitectura del hangar
- Plano 03: Planta de techos del hangar
- Plano 04: Planta de estructura metálica
- Plano 05: Planta de fundaciones del hangar
- Plano 06: Vista lado sur del hangar
- Plano 07: Vista de frente del hangar
- Plano 08: Vista de frente de estructura metálica
- Plano 09: Vista de costado de estructura metálica
- Plano 10: Relevamiento topográfico

## 16-BIBLIOGRAFÍA

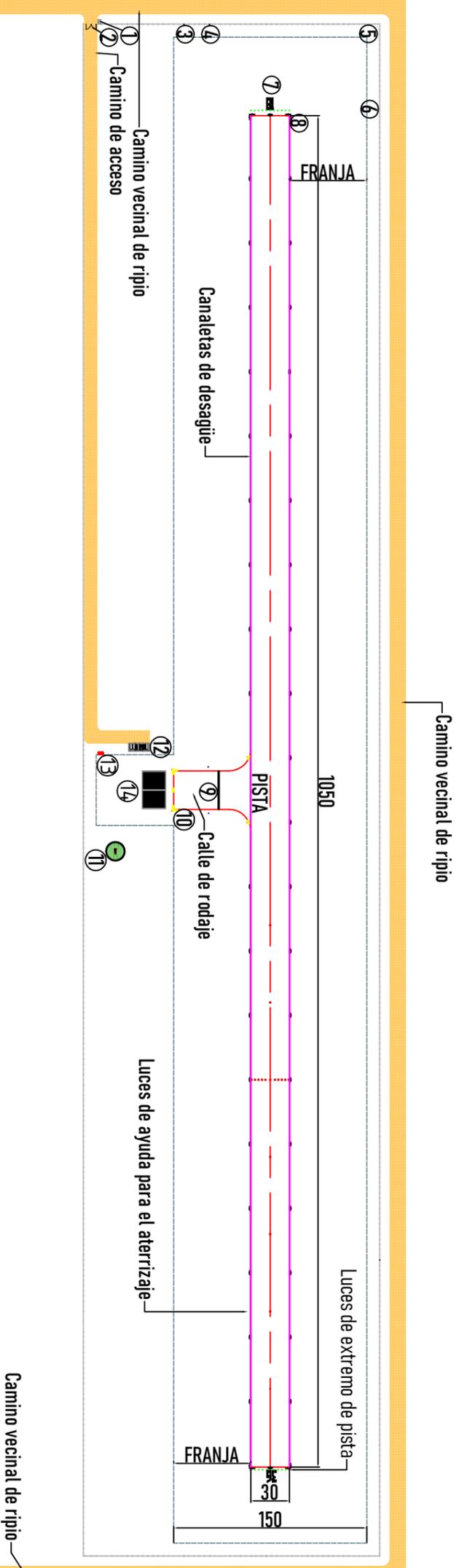
- López-Pedraza Munera, F. (1957). Aeropuertos. (Segunda edición). Madrid: Dossat S.A.
- Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 154, Diseño de aeródromos.
- Regulaciones Argentinas de Aviación Civil (RAAC), parte 153, Operación de aeródromos. Tercera edición 2021.
- Chandías, M. (2006). Cómputo y presupuesto. Manual para la construcción de edificios con computación aplicada (21 edición). Buenos Aires.
- Herrón, Alejandro; Chapela, Matías; Hanna, Walida; Di Bernardi, Alejandro; Pezzotti, Santiago. "Red de campos de vuelos de Argentina y su articulación con indicadores y planes estratégicos de desarrollo".
- Raymond Hul. "Método de la FAA".

## 17- AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, y muy especialmente quiero destacar el gran sacrificio hecho por mi mamá para que pueda estudiar.
- A mis compañeros de estudio, que hicieron que todo se haga más llevadero.
- A mi tutor, Ing. Iván Luna, por ser mi guía en el desarrollo de este hermoso proyecto.
- Al jefe de Bomberos de la ciudad de Mocoetá, Sr. Sergio Zandoná, por comentarme de la necesidad de contar con un aeródromo en nuestra ciudad.
- Al jefe de aeródromo de Monte Caseros, Gastón Bulloni, por haberme recibido y dedicarme parte de su tiempo para compartirme todos sus conocimientos sobre el tema.
- Al agrimensor Julián Berta, por ayudarme a realizar el relevamiento topográfico y brindarme los equipos necesarios para llevarlo a cabo.
- Al Sr. Marcelo Sarli, por brindarme las instalaciones de su campo para el emplazamiento del aeródromo.
- Al personal de Prefectura Naval Argentina, Sr. Germán Núñez, por facilitarme los datos de la dirección del viento.
- A todas esas personas que de alguna u otra manera estuvieron presente durante el tiempo que me llevó la carrera dándome ánimos.

**ANEXO**

### ESQUEMA GENERAL DE LA PISTA

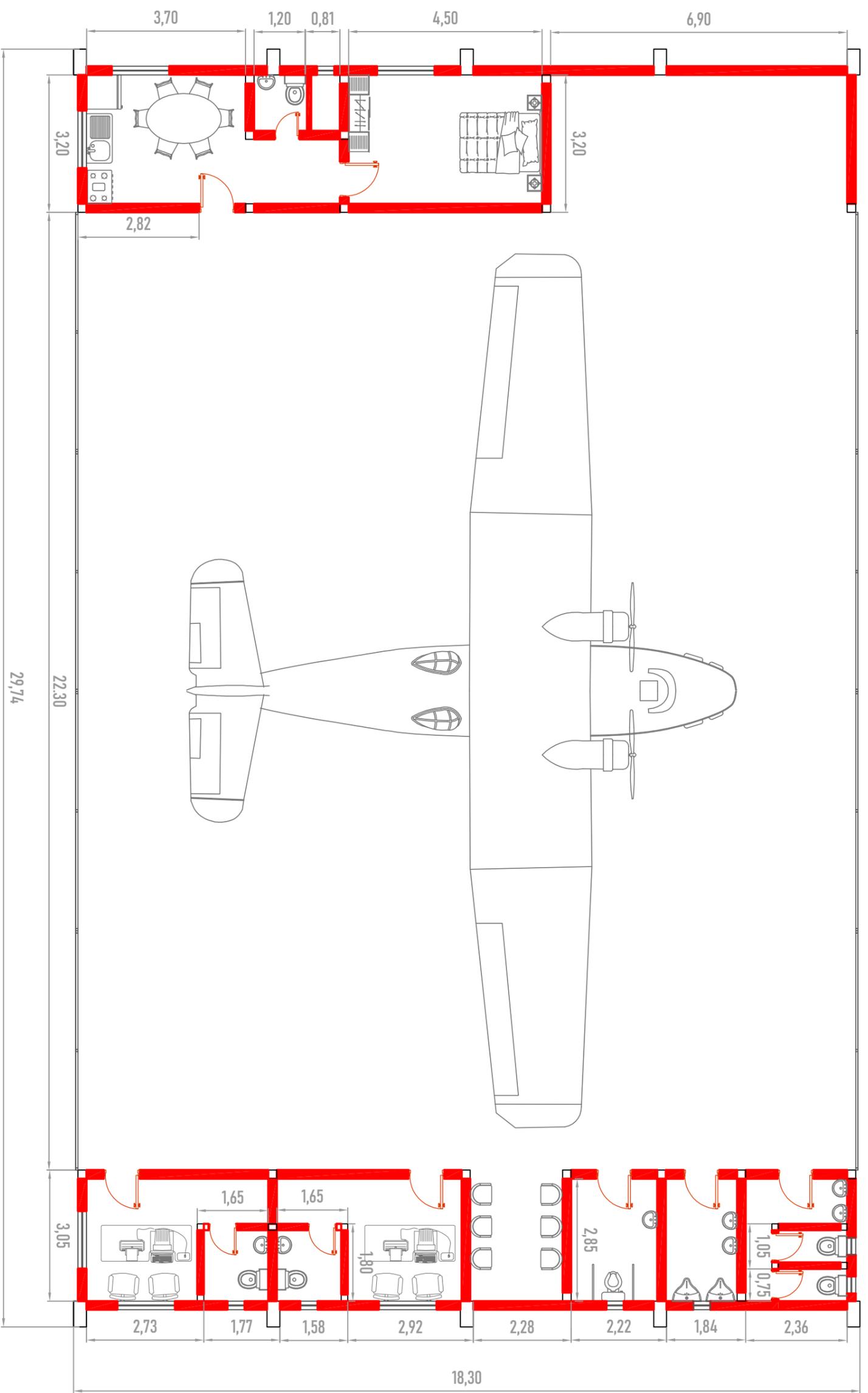


#### REFERENCIAS

- ① Caseta de vigilancia
- ② Portón de acceso
- ③ Poste olímpico universal=0.12\*0.12\*3.10
- ④ Poste de refuerzo=0.15\*0.15\*3.10 c/48m
- ⑤ Poste esquinero=0.15\*0.15\*3.10
- ⑥ Tejido + alambre de púa
- ⑦ Señal designadora de pista
- ⑧ Señal de borde de pista
- ⑨ Señal de punto de espera
- ⑩ Señal de borde de plataforma
- ⑪ Cono de viento
- ⑫ Estacionamiento
- ⑬ Depósito de combustible de 10.000lt.
- ⑭ Hangar=24.60\*18.30

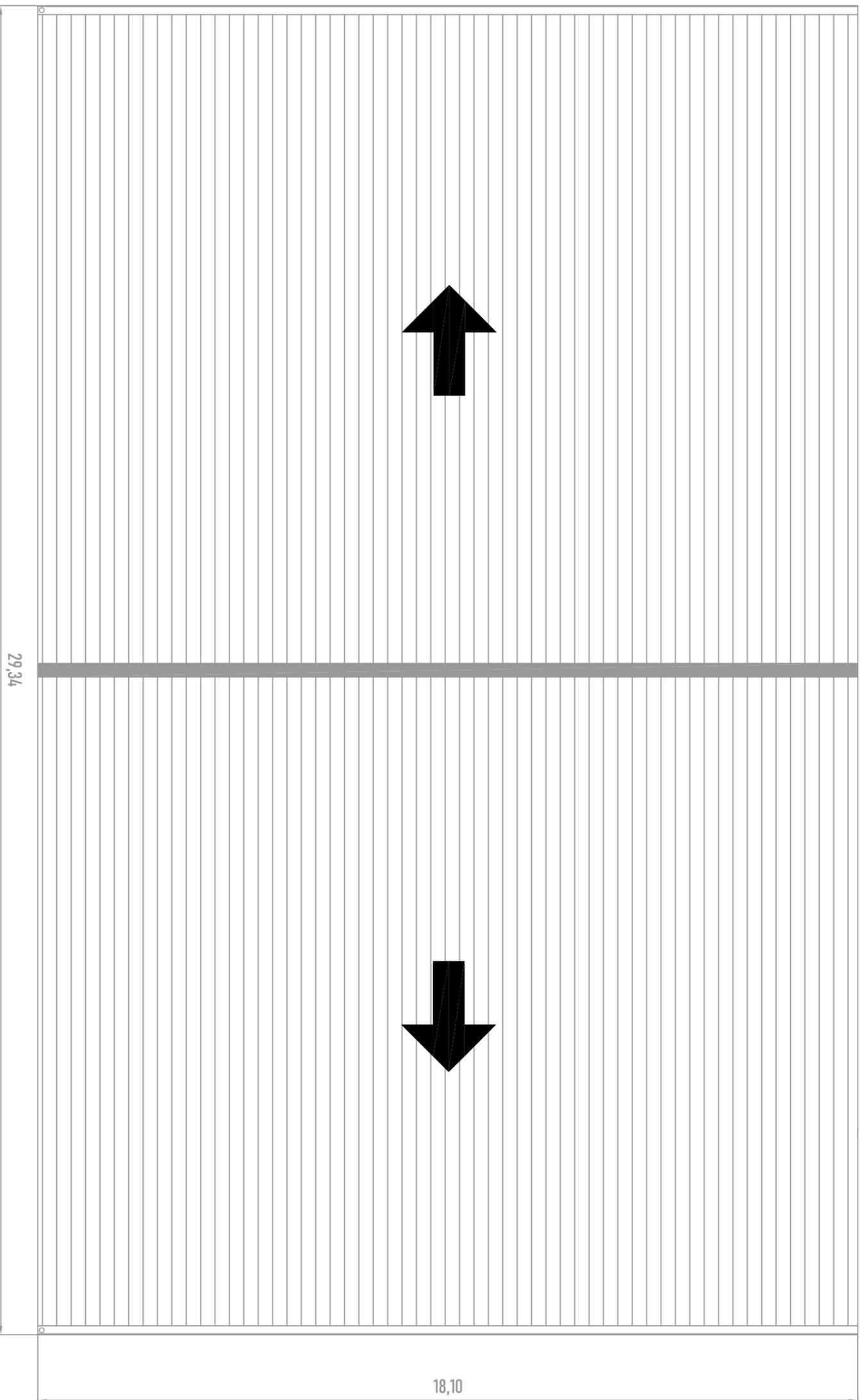
|              |                                 |  |
|--------------|---------------------------------|--|
| <b>01</b>    | UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA | MATERIA: PROYECTO FINAL  |
|              | Esquema general de la pista     | PROFESOR: Ing. Avid, Fabián<br>PROFESOR: Ing. Voscoinoik, Leonardo |
| ESC.: 1:4000 | ALUMNA: Tiso cco, Yésica        | AÑO: 2023  |

PLANTA DE ARQUITECTURA



|             |  |  |                                |
|-------------|--|--|--------------------------------|
| <b>02</b>   | <b>UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA</b> |  | <b>MATERIA: PROYECTO FINAL</b> |
|             | Planta de arquitectura del hangar      |  |                                |
| ESC.: 1:100 | ALUMNA: Tisocco, Yésica                |  | AÑO: 2023                      |

PLANTA DE TECHOS



03

UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA

MATERIA: PROYECTO FINAL

Planta de techos del hangar

PROFESOR: Ing. Avid, Fabián  
PROFESOR: Ing. Voscoiboinik, Leonardo

ESC.: 1:100

ALUMNA: Tisocco, Yésica

AÑO: 2023

# PLANTA DE ESTRUCTURA METÁLICA



# 04

UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA

Planta de estructura metálica

MATERIA: PROYECTO FINAL

PROFESOR: Ing. Avid, Fabián

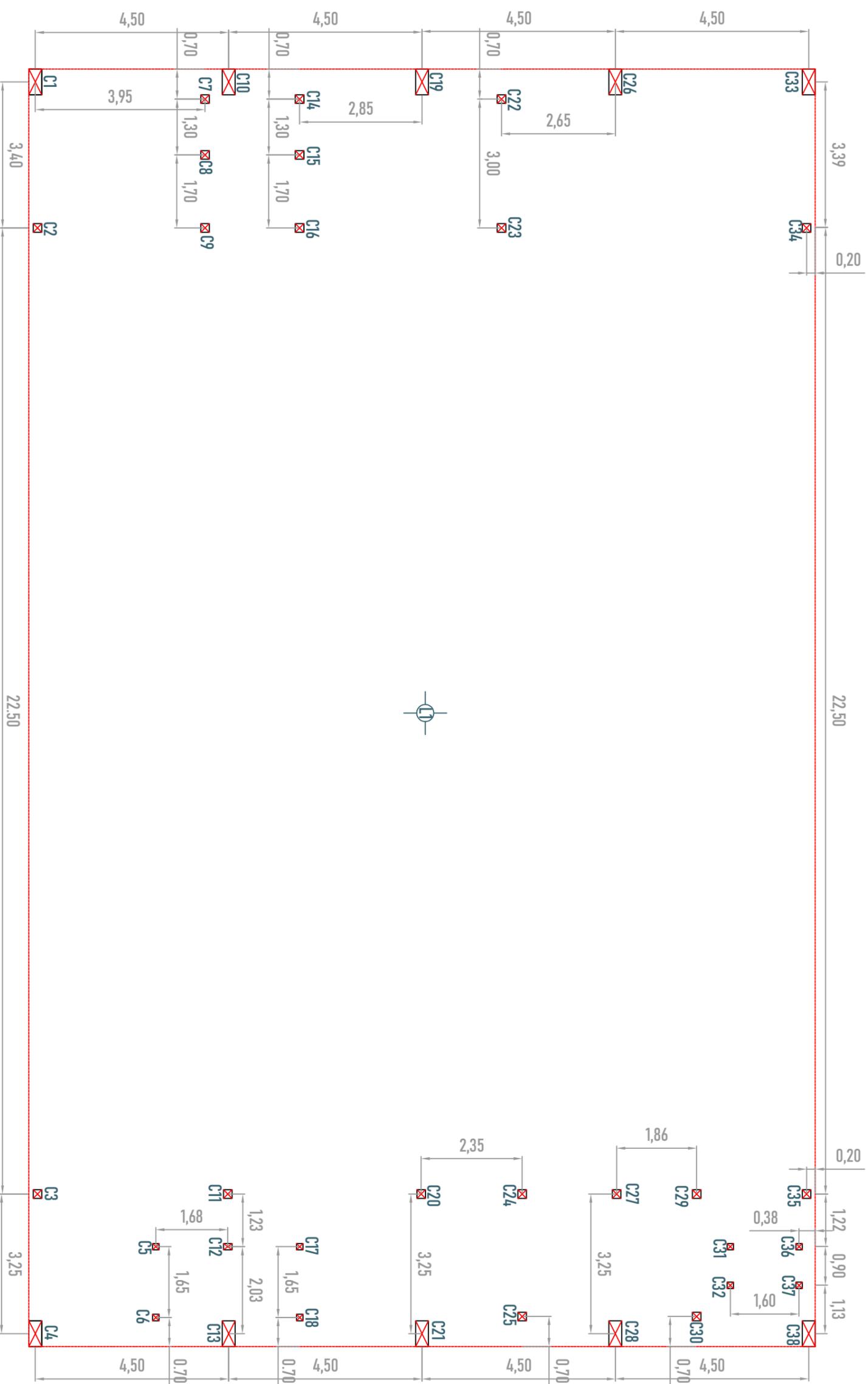
PROFESOR: Ing. Voscoboinik, Leonardo

ESC.: 1:100

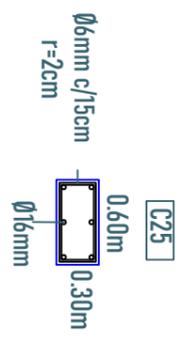
ALUMNA: Tisocco, Yésica

AÑO: 2023

# PLANTA DE FUNDACIÓN

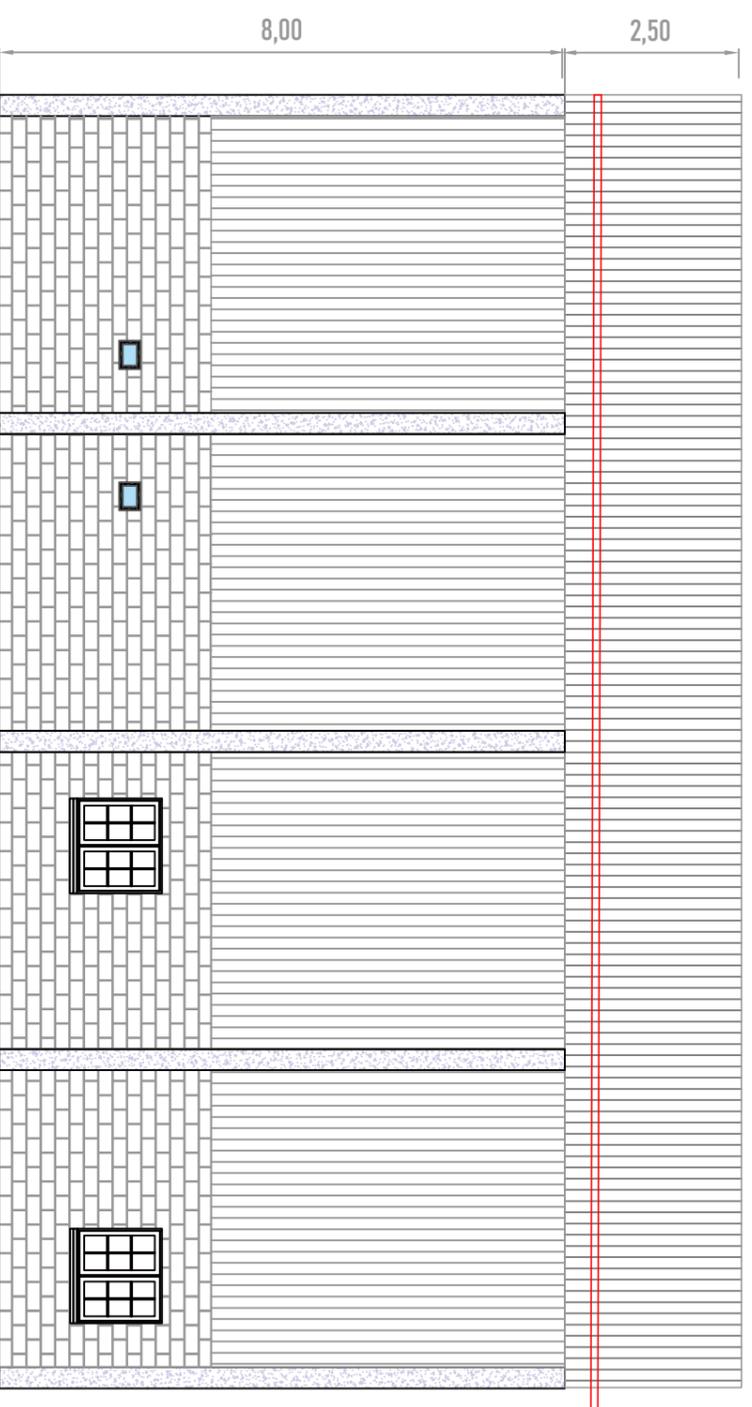


DETALLE DE COLUMNAS.  
Esc. 1:50



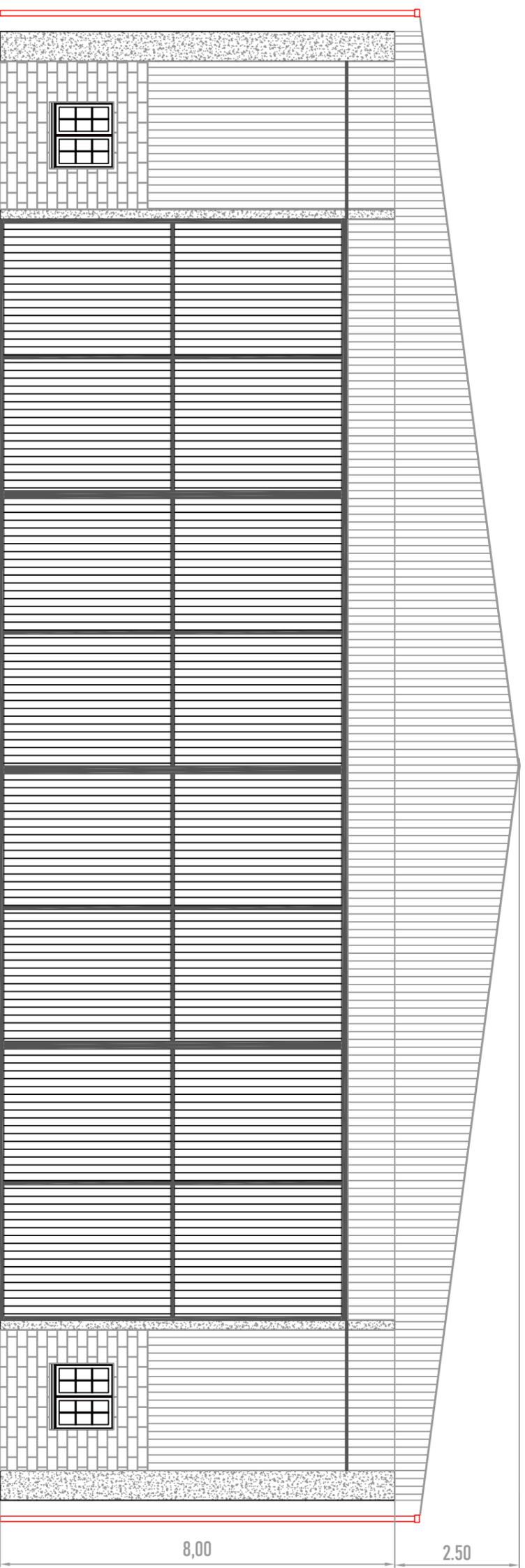
|             |                                  |  |  |
|-------------|----------------------------------|--|--|
| <b>05</b>   | UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA  |  | MATERIA: PROYECTO FINAL<br>PROFESOR: Ing. Avid, Fabián<br>PROFESOR: Ing. Voscoboinik, Leonardo |
|             | Planta de fundaciones del hangar |  |  |
| ESC.: 1:100 | ALUMNA: Tisocco, Yésica          |  | AÑO: 2023  |

VISTA LADO SUR



|             |                                 |  |   |
|-------------|---------------------------------|--|---|
| <b>06</b>   | UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA |  | MATERIA: PROYECTO FINAL<br>PROFESOR: Ing. Avid, Fabián<br>PROFESOR: Ing. Voscoiboinik, Leonardo |
|             | Vista lado sur del hangar       |  |   |
| ESC.: 1:100 | ALUMNA: Tisocco, Yésica         |  | AÑO: 2023   |

VISTA DE FRENTE



**07**

UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA

Vista de frente del hangar

MATERIA: PROYECTO FINAL

PROFESOR:Ing. Avid, Fabián

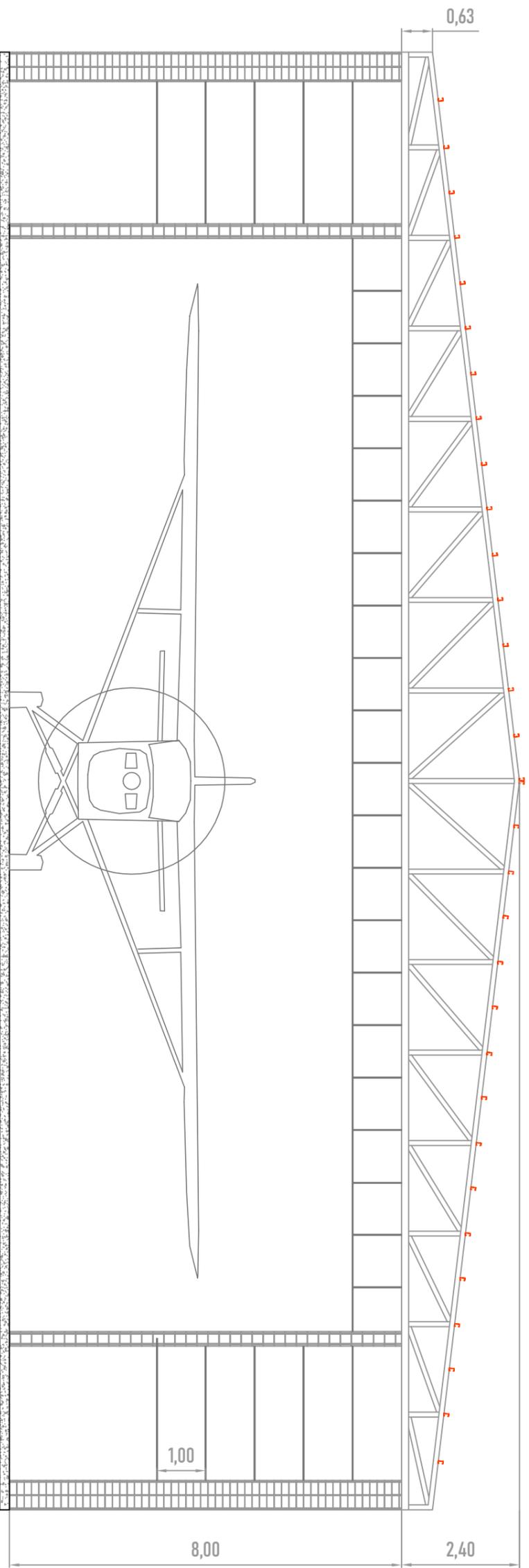
PROFESOR:Ing. Voscoboinik, Leonardo

ESC.:1:100

ALUMNA:Tisocco, Yésica

AÑO:2023

VISTA DE FRENTE DE ESTRUCTURA METÁLICA



08

UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA

MATERIA: PROYECTO FINAL

Vista de frente de estructura metálica

PROFESOR:Ing. Avid, Fabián  
PROFESOR:Ing. Voscoiboinik, Leonardo

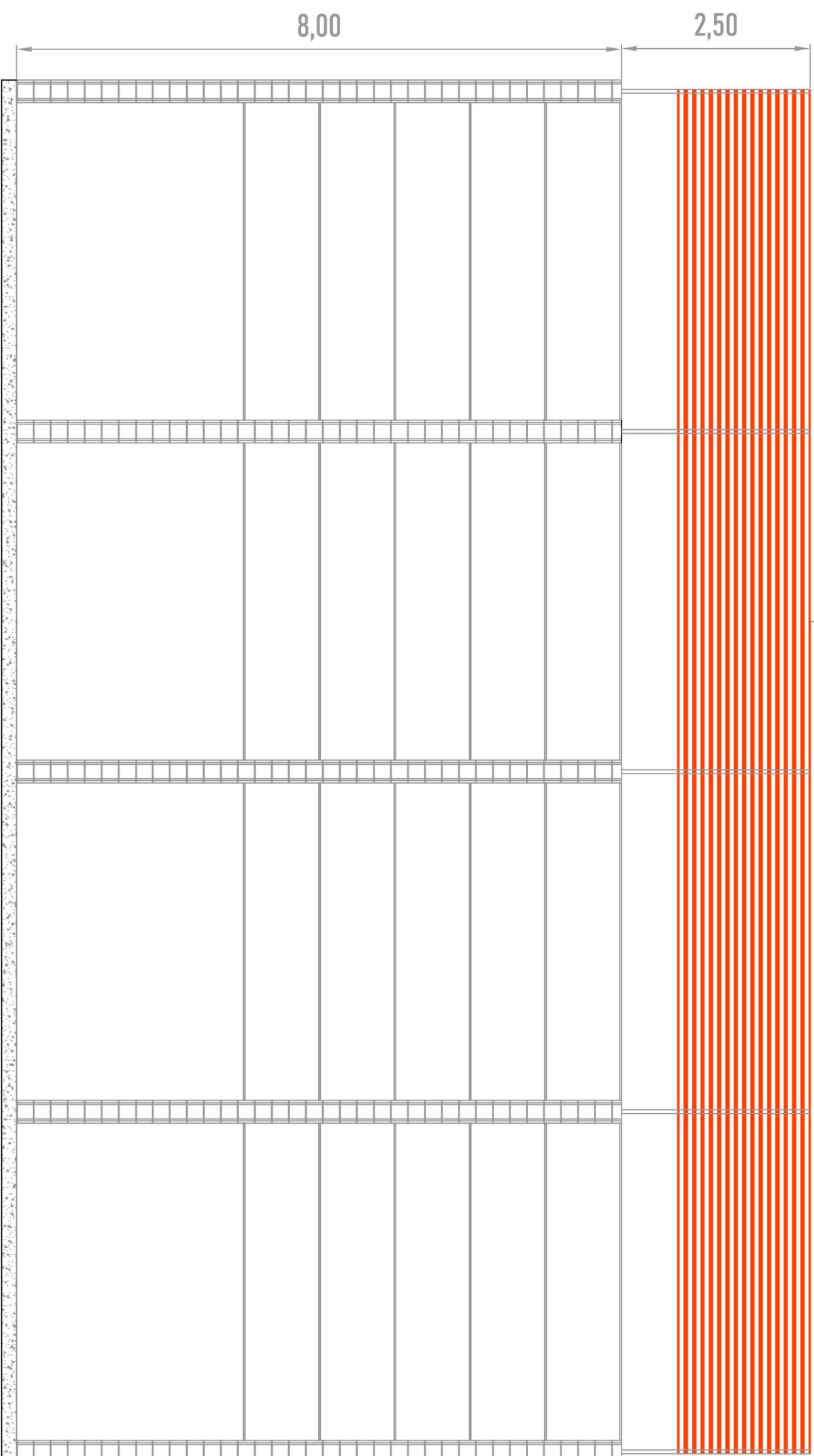
ESC.:1:100

ALUMNA:Tisocco, Yésica

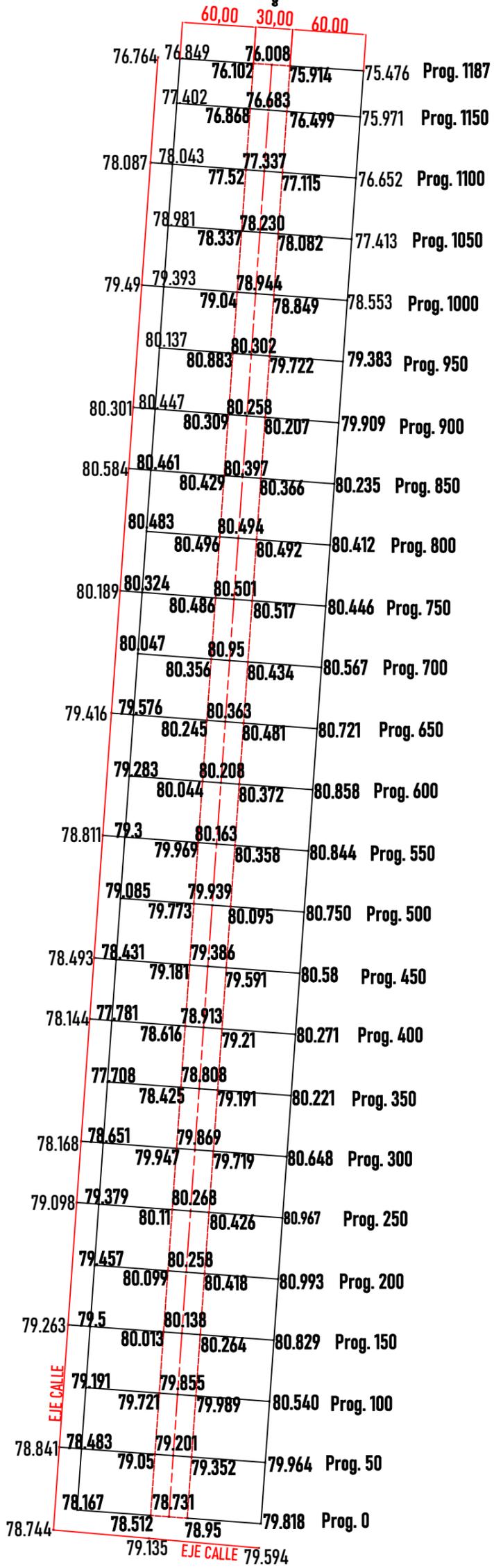
AÑO:2023

# VISTA DE COSTADO DE ESTRUCTURA METÁLICA

Correas de techo



|            |   |          |   |
|------------|---|----------|---|
| <b>09</b>  | UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA         |          | MATERIA: PROYECTO FINAL<br>PROFESOR:Ing. Avid, Fabián<br>PROFESOR:Ing. Voscoiboinik, Leonardo |
|            | Vista de costado de estructura metálica |          |   |
| ESC.:1:100 | ALUMNA:Tisocco, Yésica                  | AÑO:2023 |   |



RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

|  |   |
|--|---|
| 10                                       |   |
| ESC.: 1:4000<br>Relevamiento topográfico | UTN FACULTAD REGIONAL CONCORDIA<br>MATERIA: PROYECTO FINAL<br>PROFESOR: Ing. Avid, Fabián<br>PROFESOR: Ing. Voscoibonik, Leonardo |
| ALUMNA: Tisocco, Yésica                  | AÑO: 2023   |