

# Aeropuertos<sup>1</sup>

## Tamaño y forma de los aeropuertos.

El tamaño mínimo de un aeropuerto depende del uso a que se destine, pues claro está no precisa las mismas dimensiones un aeropuerto internacional para el servicio de grandes líneas de pasajeros, que un aeropuerto de socorro o destinado simplemente al deporte; en todos los países, y por convenios internacionales, se fijan las dimensiones mínimas para los diferentes usos; hay que tener en cuenta que más importante que las dimensiones es el acondicionamiento general del aeropuerto para las operaciones que en él han de realizarse; simplemente el tamaño no es todo; un aeropuerto de gran tamaño que tenga sobradamente las dimensiones mínimas, puede ser peor que un aeropuerto menor y bien dispuesto.

Las operaciones que los aeroplanos han de realizar en el aeropuerto son las de despegue y aterrizaje, y como complementarias el traslado del aparato rodando por el campo hasta los hangares, talleres o punto de carga y descarga.

Estas operaciones comprenden:

### Despegue.

1.º El aeroplano rueda desde el punto de carga hasta el punto de partida.

2.º Partida del aeroplano rodando en tierra hasta alcanzar la velocidad de vuelo y lograr el despegue.

3.º Toma de altura del aparato, desde el momento de despegue hasta alcanzar la normal de vuelo.

### Aterrizaje.

4.º Planeo del aparato sobre el campo de aterrizaje hasta el momento de la toma de tierra.

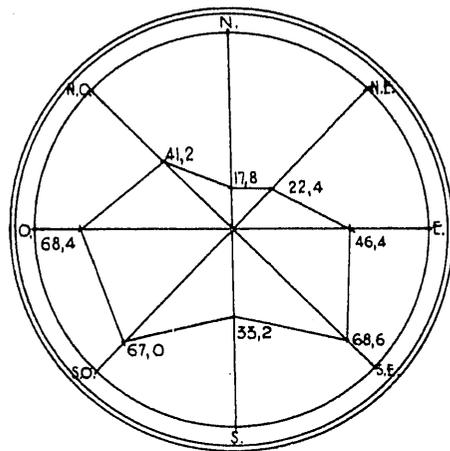
5.º El aparato rueda en el campo hasta perder la velocidad de descenso.

6.º Conducción del aparato hasta su punto de descarga.

7.º Conducción del aparato hasta el hangar o sitio de estacionamiento.

Todas las operaciones indicadas se efectúan o bien sobre el aeropuerto (números 3 y 4), o bien en el campo mismo; las primeras necesitan unas ciertas condiciones de los accesos al campo para que estén libres de obstáculos los ángulos de despegue y aterrizaje.

Las operaciones 2 y 5 precisan unas dimensiones mínimas del campo para que, en direcciones determinadas, en el despegue y aterrizaje, puedan los aparatos rodar las longitudes necesarias, en condiciones de seguridad y confort; hay que tener en cuenta, aunque luego volvamos a insistir sobre este punto, que la



ESTRELLA DE LOS VIENTOS BASADA EN LA ESTADÍSTICA DE 5 AÑOS DE UNA CIUDAD DEL N.-O. DE INGLATERRA.

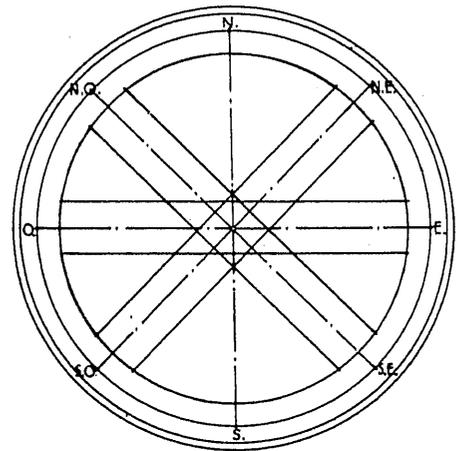


DIAGRAMA DE LAS PISTAS A CONSTRUIR PARA EL DIAGRAMA ANTERIOR.

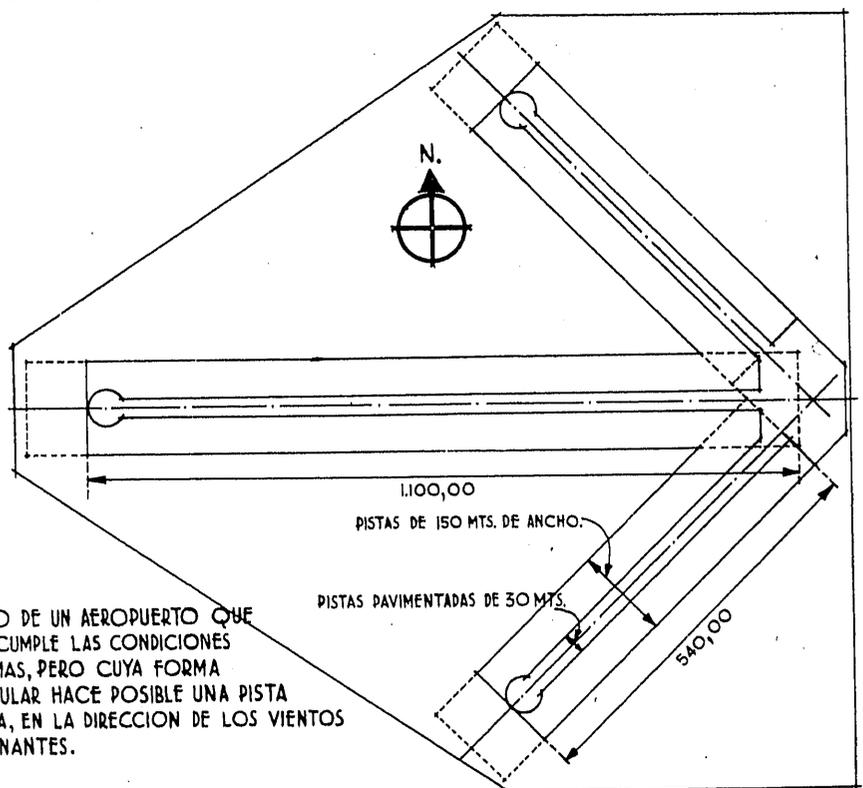


Figura 7.<sup>a</sup>

<sup>1</sup> Véase el número anterior, página 127.

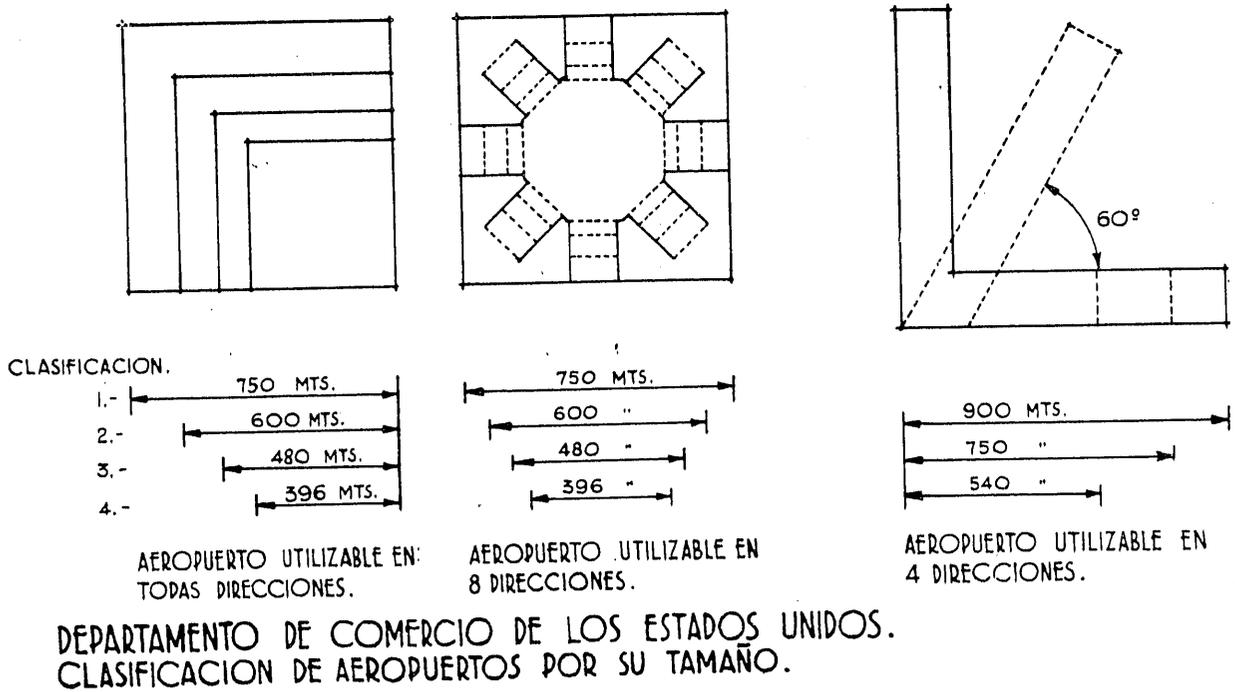


Figura 8.<sup>a</sup>

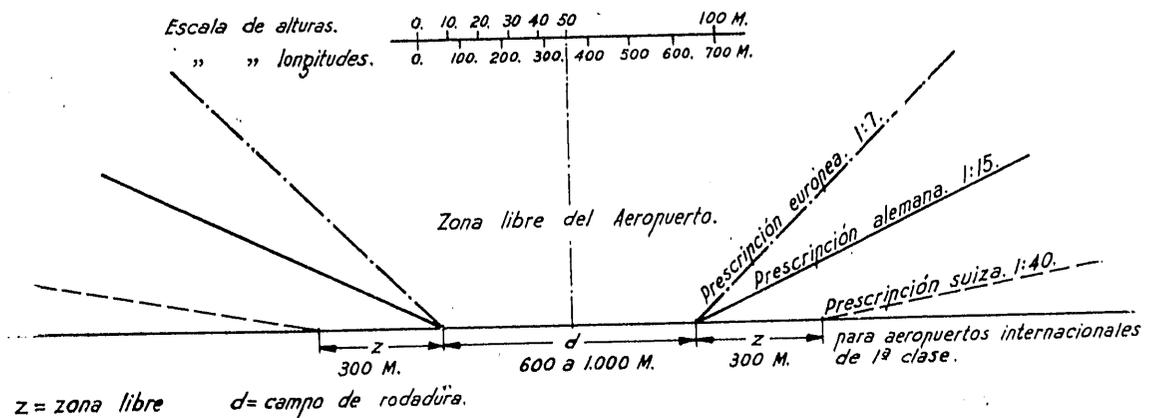
longitud necesaria para alcanzar la velocidad de vuelo (operación 2) depende en gran parte de la naturaleza del terreno; las direcciones en las cuales se verifican las operaciones 2 y 5 coinciden, en sentido contrario, con las del viento; el ideal es, sin duda, un aeropuerto utilizable en todas direcciones, es decir, que exactamente se pueda despegar y aterrizar en contra del viento, cualquiera que sea la dirección de éste, pero si esto no se puede lograr, es evidente debe buscarse el máximo desarrollo del campo, coincidente con la dirección de los vientos dominantes en la localidad; para estudiar en cada caso particular la forma conveniente, debemos, por tanto, empezar por disponer de la estadística de los vientos dominantes en la localidad, formando con ella un gráfico como se indica en la figura 7.<sup>a</sup>, que nos dará la forma racional para el aeropuerto, en el caso de que no podamos disponer

de un terreno circular, de las dimensiones mínimas precisas.

Los convenios internacionales señalan, como dimensión mínima, 600 metros en todas direcciones y una zona suplementaria de 100 metros, concéntrica con la anterior, para prever cualquier maniobra falsa, dentro de lo que llamaremos, zona de aterrizaje; la zona suplementaria deberá estar libre de toda obstrucción mayor de 0,90 metros, altura corriente de una cerca de cierre.

Los americanos clasifican los aeropuertos en categorías, de acuerdo con las siguientes dimensiones (figura 8.<sup>a</sup>):

- 1.<sup>a</sup> categoría, 2.500 pies (750 metros) en todas direcciones.
- 2.<sup>a</sup> categoría, 2.000 pies (600 metros) en todas direcciones.



Esquema de la sección transversal de un aeropuerto tipo.

Figura 9.<sup>a</sup>

3.<sup>a</sup> categoría, 1.600 pies (480 metros) en todas direcciones.

4.<sup>a</sup> categoría, 1.320 pies (396 metros), en todas direcciones.

5.<sup>a</sup> categoría, aeropuertos que no cumplen las mínimas de la 4.<sup>a</sup> categoría, pero que se consideran aceptables para el uso a que se destinan.

6.<sup>a</sup> categoría, aeropuertos que cumplen los mínimos de alguna de las categorías anteriores, pero que por otras causas no se consideran seguros.

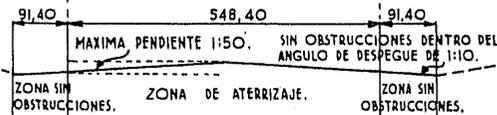
*Aeropuertos internacionales y generales de líneas interiores.—2.<sup>a</sup> clase.*

a) Despegue. — Zona de despegue, 450 metros en todas direcciones.

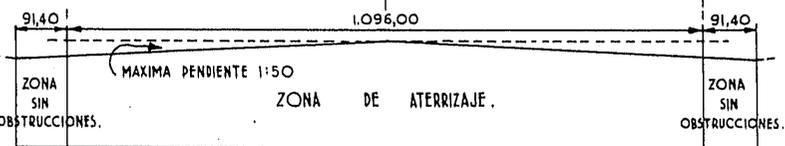
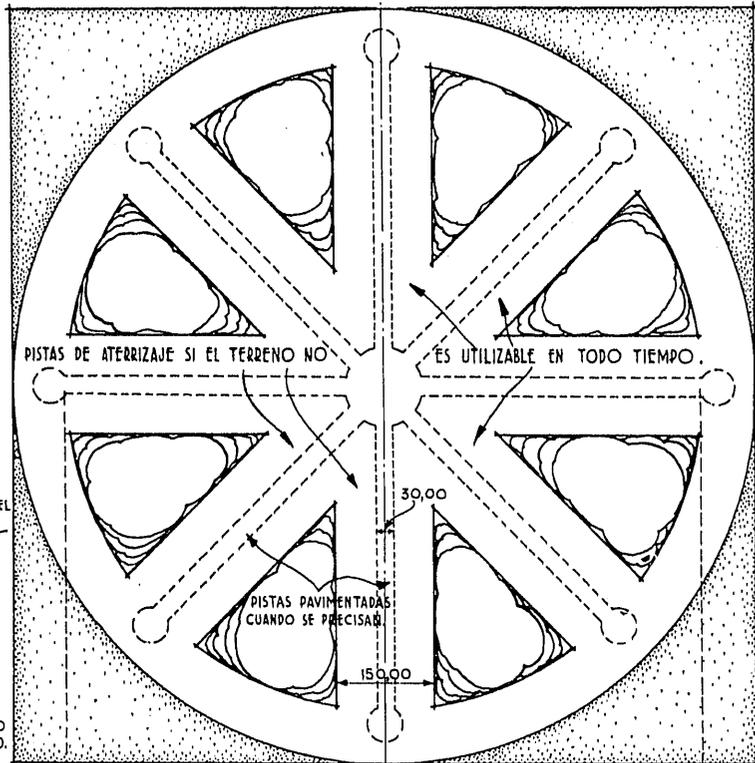
Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros en todas direcciones.

Pendiente del terreno, 1 : 40.

b) Aterrizaje. — Zona de aterrizaje, 300 metros en todas direcciones.



PLANO Y SECCION DE DIMENSIONES MINIMAS EXIGIDAS POR EL MINISTERIO INGLES DEL AIRE. LAS ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR AUMENTAN LAS LONGITUDES Y LOS ANGULOS DE DESPEGUE SEGUN LA RELACION ESTABLECIDA EN EL GRAFICO.



SITIO NECESARIO PARA UN AEROPUERTO COMERCIAL DE GRAN TRAFICO.—LAS DIMENSIONES SEÑALADAS SON LAS DEL AEROPUERTO TERMINAL DE LONDRES.

**NECESIDADES FUNDAMENTALES.—TAMAÑO.—PLANOS COMPARATIVOS EN DOS ESCALAS.**

Figura 10.

Cuando los aeropuertos no son utilizables en todas direcciones, la clasificación es la señalada en la figura 8.<sup>a</sup>

Los suizos, según prescripción de 24 de abril de 1928, establecen la siguiente clasificación:

*Aeropuertos internacionales.—1.<sup>a</sup> clase.*

a) Despegue. — Zona de despegue, 600 metros en todas direcciones.

Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros en todas direcciones.

Pendiente del terreno, 1 : 40.

b) Aterrizaje. — Zona de aterrizaje, 400 metros en todas direcciones.

Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros en todas direcciones.

El ancho libre, normalmente a la dirección de los vientos dominantes, debe ser 400 metros.

Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros en todas direcciones.

Ancho libre normalmente a la dirección de los vientos dominantes, 200 metros.

*Escuelas de aviación y campos de deporte.*

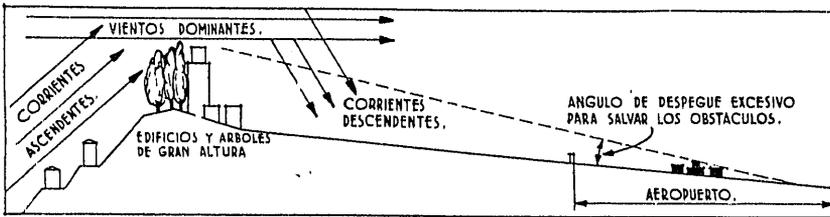
a) Despegue. — Zona de despegue, 300 metros. Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros.

b) Aterrizaje. — Zona de aterrizaje, 200 metros. Zona suplementaria libre de obstáculos, 300 metros.

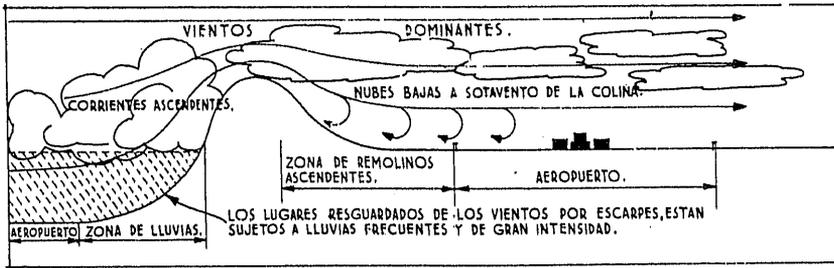
El Ministerio inglés del Aire fija las dimensiones mínimas que se señalan en la figura 10.

**Condiciones climatológicas. Alrededores.**

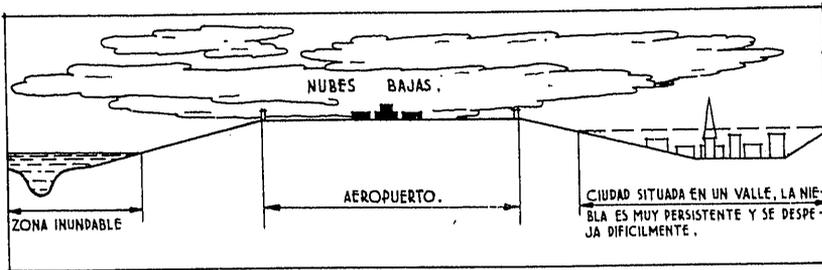
Tienen una gran importancia para la seguridad del aeropuerto; en primer lugar, es necesario estu-



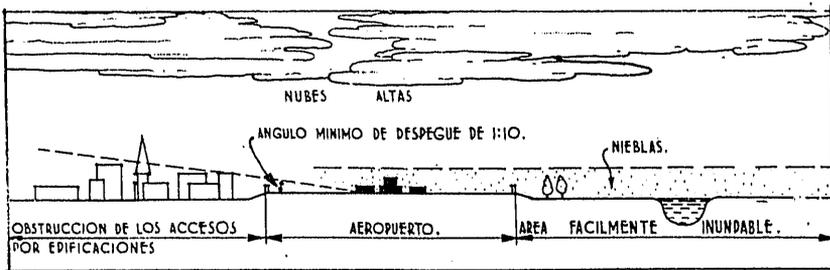
1.-EMPLAZAMIENTO EN RAMPA Y CON OBSTACULOS IMPORTANTES EN LA DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES.



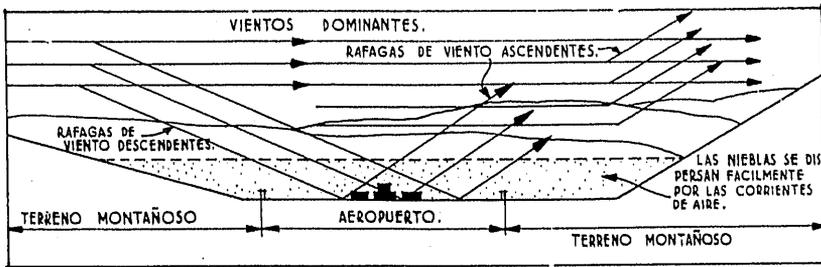
2.-EMPLAZAMIENTO A SOTAVENTO DE UNA COLINA.- UNO DE LOS PEORES POR LAS CORRIENTES A QUE ESTAN SOMETIDOS ESPECIALMENTE PARA EL DESPEGUE.



3.-EMPLAZAMIENTO EN UNA MESETA.- BUENO SI NO ES MUY ELEVADA Y CORRE EL PELIGRO DE QUEDAR OCULTO POR LAS NUBES BAJAS.



4.-EMPLAZAMIENTO EN LLANURAS.- EDIFICIOS BAJOS OBSTRUYEN LOS ACCESOS.- PELIGRO DE INUNDACIONES Y NIEBLAS.



5.-EMPLAZAMIENTO EN VALLES ESTRECHOS; SUJETOS A PERTURBACIONES POR LAS CORRIENTES DE AIRE LOS DIAS DE VIENTO; NIEBLAS FRECUENTES POR LA MAÑANA.

Figura 11.

diar muy cuidadosamente las perturbaciones que puedan originarse en las corrientes de aire; cualquier alteración en el régimen de sustentación del aeroplano puede ser muy peligrosa cuando el aparato está sobre el aeropuerto, pues hay que tener en cuenta que en el vuelo el peligro es mucho mayor a poca altura, como forzosamente sucede en nuestro caso; lo que los aviadores llaman "baches", diferencias de densidad, o alteración brusca del régimen de corrientes que hacen cambiar de un modo instantáneo las condiciones de sustentación de un aparato, originando un rápido descenso, no tienen importancia en el vuelo de altura, pero a poca distancia del suelo, en un aterrizaje, pueden ser fatales; la figura 11 claramente da idea de emplazamientos de los cuales debe huirse por estas causas.

Otro factor, de importancia transcendental en la elección del emplazamiento, son las nieblas: la falta de visualidad es uno de los peligros más graves que puede correr un piloto; no son convenientes por esta causa los emplazamientos junto a ríos, en valles que fácilmente pueden verse invadidos por las nieblas, especialmente por la mañana y la noche; este mismo inconveniente lo encontramos en emplazamientos altos, que pueden ser invadidos por nubes bajas.

Los alrededores del aeropuerto deben tenerse cuidadosamente en cuenta; no sólo es necesario exista la zona libre que hemos indicado al hablar de las dimensiones, sino que es preciso también que en los alrededores del aeropuerto no haya obstáculos naturales o artificiales, que puedan caer dentro del ángulo de despegue; las figuras evitan toda explicación sobre este extremo, poniendo de manifiesto la pérdida de capacidad efectiva del campo de rodadura que producen obstáculos colocados fuera de él (figura 12).

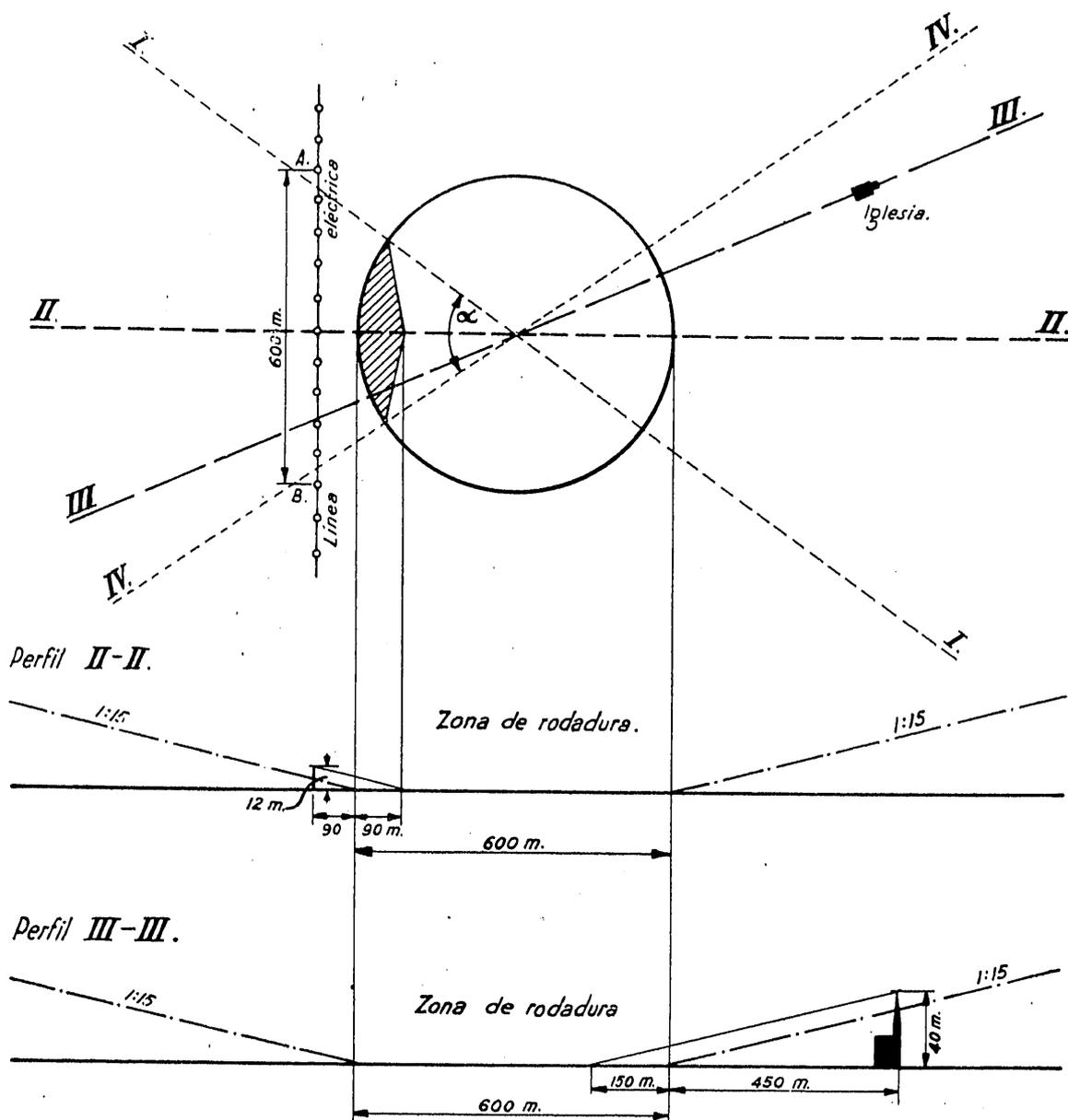
La intensidad de los vientos reinantes en el emplazamiento elegido es importante: deben evitarse sitios de gran calma, e igualmente aquellos que estén expuestos a vientos de gran intensidad; hay que tener en cuenta que los vientos fuertes no son peligrosos para los aparatos en vuelo, pero sí lo son, en cambio, para los aparatos en tierra; un viento fuerte puede llegar a volcarlos, y desde luego hace difícil y peligroso el manejo de los grandes aparatos; cuando en el emplazamiento elegido existe el peligro de vientos muy fuertes — en Croydon (Londres) se han llegado a registrar velocidades de más de 90 km. por hora —, hay que pensar en disponer las pistas de estacionamiento a cubierto de ellos, utilizando los espacios

resultantes a sotavento de los hangares. Las lluvias, en sí, no tienen importancia; pero el suelo puede resultar inutilizable al encharcarse y reblandecerse si no se dispone un drenaje adecuado; volveremos después a insistir sobre este punto, al tratar de la naturaleza del suelo. Por esta misma razón hay que procurar elegir el emplazamiento en sitio que no esté expuesto a inundaciones, no solamente por la acción mecánica, digámoslo así, del agua, sino también por el peligro de que el terreno se convierta en pantanoso y pierda las condiciones precisas, en ciertas épocas, para las operaciones de despegue y aterrizaje.

**Naturaleza del suelo.**

Hay que tener siempre presente que el aeropuerto tiene que ser utilizable *en todo tiempo*; el suelo

debe reunir las condiciones precisas de resistencia y uniformidad para permitir que, las operaciones que en él se han de realizar, se verifiquen con las debidas garantías de seguridad y comodidad. Un suelo blando y desigual hace más largo y molesto el despegue, según ya hemos visto; por otra parte, el aterrizaje en un campo blando y encharcado es expuesto al capotaje, pues las ruedas del tren de aterrizaje se encuentran frenadas violentamente al tocar el suelo, y es muy fácil que el aparato capote, o sea dé la vuelta de campana; el terreno debe tener la debida consistencia y evacuar fácilmente, y de un modo eficaz, el agua que a él llegue, por medio de un sistema convenientemente estudiado de drenaje superficial o profundo, como luego veremos. El aeropuerto de Madrid-Barajas, por ejemplo, no cumple estos requisitos, y en épocas de lluvias importantes



*Influencia de los obstáculos situados fuera del aeropuerto, en la zona interior utilizable.- La línea eléctrica en el perfil II y la iglesia en el III, hacen perder 90 y 150 mts. respectivamente, de superficie de rodadura.*

Figura 12.

no es adecuado para el aterrizaje de aparatos grandes, grave inconveniente que, mientras no se haga desaparecer, lo hace inapropiado para un tráfico regular importante. Los suelos más recomendables son los de arena y grava; las margas, con un drenaje bien dispuesto, son aceptables; deben evitarse los suelos de arcilla de difícil drenaje. La superficie debe ser lisa; para recubrimiento superficial es muy recomendable el césped en aquellos lugares donde el clima no lo haga excesivamente costoso de conservación; las condiciones del suelo, cuando no existen naturalmente, es preciso lograrlas por medio de obras de drenaje y pavimentación, pero como unas u otras resultan de costo elevado, es preciso agotar las posibilidades de encontrarlas, por lo menos en su mayor parte, de un modo natural.

**Condiciones económicas.**

La adquisición de terrenos para aeropuertos públicos puede hacerse considerándolos incluidos dentro del plan regional o de urbanización, como se hace con otros espacios libres. Incluidos dentro del plan de urbanización, es posible disponer de una ordenanza de zonas que evite en sus alrededores una edificación que pueda ser perjudicial para los usos del aeropuerto; esto es fundamental, porque nada conseguiríamos con el cumplimiento de todos los requisitos de emplazamiento en relación a la ciudad, si las condiciones pudieran alterarse por una edificación posterior.

**José Luis ESCARIO**  
Ingeniero de Caminos.

Septiembre 1929

# Nuevas ideas sobre presas<sup>1</sup>

## III

### MÉTODO DE "TRIAL LOAD". — CÁLCULO ELÁSTICO DE LOS ARCOS.

En este artículo y en el siguiente vamos a entrar de lleno en el cálculo de los elementos hipotéticos de una presa, es decir, de los arcos y ménsulas sometidos a las cargas unitarias. Partiremos de los conocimientos elementales de Mecánica elástica, siguiendo la línea de razonamiento del libro de D. Alfonso Peña. En parte utilizaremos también su notación, para mejor comprensión por parte de los lectores.

#### PRIMERA PARTE. — OBTENCIÓN DE LAS ECUACIONES FUNDAMENTALES.

##### a) Planteamiento de la ecuación de Castigliano.

Vamos a plantear las ecuaciones de deformación de modo que se puedan resolver por medio de cua-

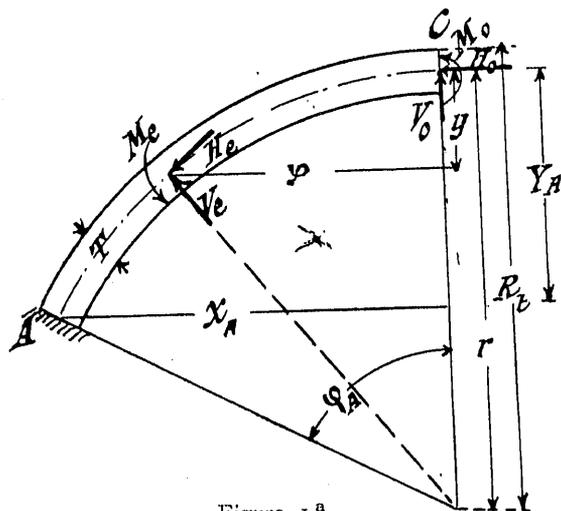


Figura 1.<sup>a</sup>

dro ya preparados. Este objetivo se puede conseguir por muchos procedimientos, de los cuales exponemos uno: el actualmente en vigor en el Reclamation Service.

Sean (fig. 1.<sup>a</sup>):

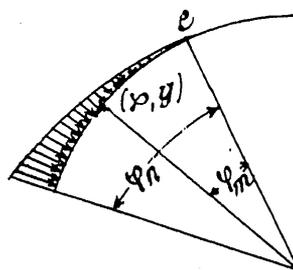


Figura 2.<sup>a</sup>

- $r$  = radio de la línea media.
- $R_t$  = radio del trasdós.
- $R_i$  = radio del intradós.
- $V_e H_e M_e$  = esfuerzo cortante, esfuerzo normal y momento en un punto por carga exterior.
- $x = r \text{ sen } \varphi$ .
- $y = r \text{ cos } \varphi$ .
- $ds = r d\varphi$ .
- $T = R_t - R_i$ .

En cada punto y para cada una de las cargas unitarias tendremos los esfuerzos siguientes:

Llamando  $\varphi_n$  al ángulo que abarca desde el arranque al extremo de la carga, y  $\varphi_m$  al que abarca desde el extremo de la carga hasta el punto  $(x, y)$  (fig. 2.<sup>a</sup>) (suponiendo nulo este último para puntos a la derecha de  $c$ ), tendremos:

Cargas radiales:

$$\text{Carga núm. 1: } \begin{cases} M_e = PR_t r \text{ vers } \varphi_m \\ H_e = PR_t \text{ vers } \varphi_m \\ V_e = PR_t \text{ sen } \varphi_m \end{cases}$$

<sup>1</sup> Véase el número de 1.º de marzo, pág. 85.