

# La Luminotecnia en la Aeronáutica

Por JUAN VILCHES

Ingeniero militar

PERIODICAMENTE tienen lugar Conferencias y Congresos para fijar normas luminotécnicas en la Navegación aérea.

A causa de los grandes progresos que constantemente tienen lugar en esta aplicación del alumbrado, no se pueden establecer aún como definitivas las recomendaciones de las últimas Conferencias que sobre el particular se han celebrado. Es preciso todavía efectuar muchas experiencias en diferentes condiciones meteorológicas, sobre todo en lo que concierne al coeficiente de uniformidad y al valor de la intensidad luminosa.

Vamos a dar unas indicaciones sobre la Luminotecnia en la Aeronáutica, de acuerdo con las conclusiones de la Conferencia Internacional de Navegación aérea celebrada en Bruselas en 1935, y del Congreso de Luminotecnia de Berlín en julio del mismo pasado año.

## Colores empleados

Desde la Conferencia de Zurich han cambiado los límites establecidos para la fijación de un color entre rojo y verde, por lo que se ha adoptado para el tráfico aéreo, con arreglo a los resultados de diversas experiencias efectuadas en varios países, el amarillo en lugar del naranja.

Los tonos de color empleados en Aeronáutica (rojo, amarillo y verde), así como su saturación aparecen en la fi-

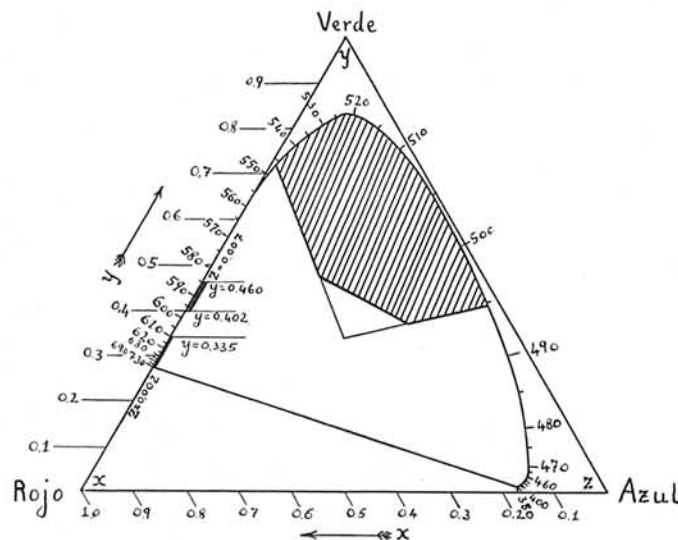


Fig. 1.ª - Colores empleados en Aeronáutica (rojo, amarillo y verde), expresados en coordenadas del triángulo de colores. (Comisión Internacional de Luminotecnia. Cambridge, 1931.)

gura 1.ª expresados en coordenadas del triángulo de colores (Comisión Internacional de Alumbrado, Cambridge, 1931).

Estas coordenadas corresponden, aproximadamente, a

las siguientes longitudes de onda y saturaciones, tomando como punto blanco el centro de gravedad del triángulo:

| Color         | Tono de color |             | Saturación no menor de |
|---------------|---------------|-------------|------------------------|
|               | no menor de   | no mayor de |                        |
| Rojo.....     | 610 m $\mu$   | —           | 99 por 100             |
| Amarillo..... | 584 "         | 594 m $\mu$ | 97 "                   |
| Verde.....    | 495 "         | 545 "       | 42 "                   |

Dividiremos nuestro estudio en dos partes: alumbrado en tierra, alumbrado en aire.

## Alumbrado en tierra

Se considera como mínima exigencia en tierra, para la seguridad de la navegación aérea nocturna, las siguientes instalaciones de alumbrado y luces:

### A) Rutas aéreas:

1. Faros de ruta.
2. Luces de obstáculo de ruta.

### B) Aerodromos:

1. Faros de aerodromo.
2. Luces de obstáculo.
3. Luces de limitación.
4. Alumbrado de la pista de aterrizaje.
5. Indicador de dirección de aterrizaje y, o, luces de aterrizaje.

### A) 1. Faros de ruta.

Para el balizamiento de la ruta aérea se admite el sistema generalmente usado de emplear faros de gran potencia (sin otros intermedios), y faros auxiliares para los campos de socorro. O bien el sistema francés, que utiliza faros de gran potencia sólo en la vecindad de los campos de socorro y otros intermedios menos potentes.

### A) 2. Luces de obstáculo de ruta.

Luz de obstáculo es una luz indicando la presencia de un obstáculo peligroso para la navegación aérea.

#### a) Angulo de radiación.

Una luz de obstáculo debe irradiar desde 5 grados bajo la horizontal hasta el cenit en todas las direcciones en que deba ser visible.

#### b) Color e intensidad luminosa.

El color de las luces de obstáculo será el "rojo de Aviación". La intensidad luminosa no será menor de 20 bujías en el plano horizontal, medidas en rojo, y el flujo luminoso total no inferior a 60 lúmenes, también medidos en rojo.

#### c) Disposición de las luces.

##### 1.º Obstáculos extensos.

Un obstáculo extenso es: o bien uno solo de regular tamaño, o varios más pequeños agrupados. Tal obstáculo debe ser marcado con luces materializando su contorno

aparente. Estas luces no se instalarán a más de 50 metros unas de otras. Si existen luces que señalen su contorno vertical deben disponerse como se indica en el párrafo siguiente.

2.º Obstáculos estrechos.

Un obstáculo vertical, en lugar de ser contorneado completamente, puede señalarse sólo con una fila vertical de luces cuya distancia mutua, y con vistas a realizar una normalización deseable, no pasará de 50 metros, disponiéndolas a partir de la cúspide y nunca más bajas que las luces de eventuales obstáculos vecinos.

3.º Obstáculos especiales.

Si la especial constitución del obstáculo hace imposible la aplicación de las reglas anteriores, debe señalarse con "rojo de Aviación" parpadeante, que no es indispensable colocar en la cúspide del obstáculo. Estas luces deben señalar claramente la naturaleza del obstáculo de manera que no pueda confundirse con un faro de aerodromo o de ruta.

d) Duplicado de las luces.

Si se emplean lámparas eléctricas o mecheros incandescentes, cada luz de obstáculo en una punta o en los extremos de una serie de ellos o en cada ángulo de un conjunto extenso, debe asegurarse por alguno de los siguientes procedimientos:

1.º Se emplearán dos luces, o cada una se proveerá, por lo menos, con dos lámparas.

2.º Con un dispositivo que automáticamente encienda una luz auxiliar si la de servicio se apaga.

B) 1. Faros de aerodromo.

Son faros situados precisamente sobre el emplazamiento de un aerodromo y destinados a indicar la posición exacta del mismo.

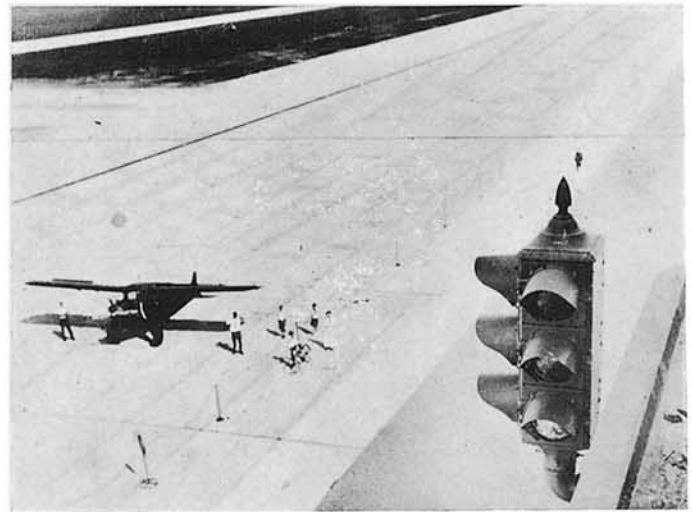
Con visibilidad normal (absorción 20 por 100 por kilómetro) deben ser visibles desde el faro de proximidad de aerodromo, y en defecto de éste, desde el último faro de línea, así como desde la ciudad vecina. El faro no ha de deslumbrar al piloto y debe poseer una característica que impida toda confusión con los de otros aerodromos.

Estos faros tienen por objeto determinar, a pequeña distancia, el emplazamiento exacto del aeropuerto.

Un faro de proximidad de aerodromo es un faro potente situado en la proximidad de un campo de aterrizaje, con objeto de poder descubrirle a gran distancia; es decir, que son necesarios si el del aerodromo no es suficientemente visible desde el último faro de línea (por ejemplo: a causa de la configuración del terreno) o desde la población vecina. El faro de proximidad de aerodromo debe poseer en caso necesario una característica especial (para indicar el lugar).

B) 2. Luces de obstáculo.

Obstáculo de aerodromo es todo aquel situado sobre la pista de aterrizaje, y fuera de ésta todos los que se hallan a menos de 1.000 metros medidos horizontalmente hacia el exterior a partir del borde de la pista tal como queda definida por las luces de limitación. Esta distancia de 1.000 metros se aumentará si lo exigen las condiciones locales.



Vista diurna del aeropuerto de Floyd Bennett, mostrando las señales de tráfico para dar la entrada y salida de los aparatos.

La altura de un obstáculo de aerodromo se mide a partir del punto de vista de la pista de aterrizaje que se encuentra más en su proximidad.

Deben señalarse por luces de obstáculos fijos, con arreglo a las reglas definidas posteriormente:

1.º Todos los obstáculos situados sobre la pista de aterrizaje.

2.º Los obstáculos de aerodromo cuya altura  $h$  es superior a la altura  $h'$  definida como sigue:

$h = 1/20$  grados de la distancia al límite del terreno de aterrizaje cuando esta distancia es inferior a 500 metros.

$h' = 25$  metros cuando esta distancia es superior a 500 metros.

No se señalarán los obstáculos situados fuera del aerodromo y cuya altura no pase de dos metros.

Todo obstáculo de aerodromo, a señalar según las reglas definidas en el párrafo anterior, deberá ser provisto de luces con arreglo a lo que se indica en los párrafos siguientes:

a) Angulo de radiación.

Una luz de obstáculo debe irradiar desde 30 grados bajo la horizontal hasta el cenit en cada plano vertical en que deba ser visible.

b) Color e intensidad luminosa.

El color será el "rojo de Aviación", y obligatoriamente han de ser fijas. La intensidad luminosa en el plano horizontal no será menor de 6 bujías, medidas en rojo, y el flujo luminoso total no inferior a 60 lúmenes, también medidos en rojo.

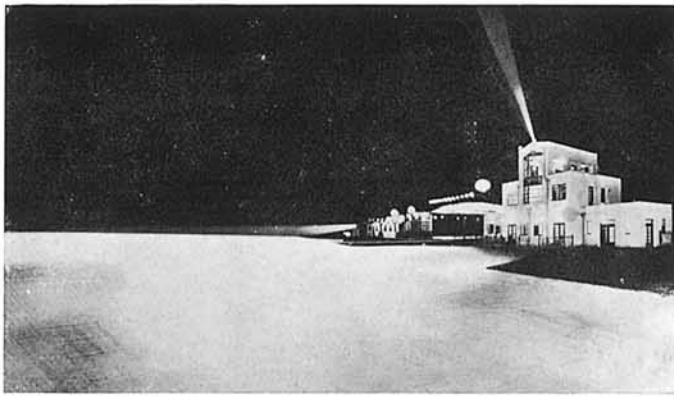
c) Disposición de las luces.

1.º Obstáculos extensos.

(Análogamente al párrafo A) 2, c) 1.º).

2.º Obstáculos estrechos.

Un obstáculo vertical, en lugar de ser contorneado completamente, puede señalarse sólo con una fila vertical de luces cuya distancia mutua, y con vistas a realizar posteriormente una normalización deseable, no pasará de 30 metros, disponiéndolas a partir de la cúspide y nunca más bajas que las luces de eventuales obstáculos vecinos.



El aeropuerto de Chattanooga, iluminado.

### 3.º Obstáculos especiales.

En el caso de que la naturaleza especial del obstáculo impida la aplicación de las reglas precedentes, puede señalarse con luces "rojas de Aviación" parpadeantes. Se sitúan generalmente en medio del obstáculo. Marcarán, si es posible, el contorno en proyección horizontal, así como el centro muy claramente. Las luces colocadas en la cúspide del obstáculo deben presentar toda garantía posible para evitar una extinción total.

#### d) Duplicado de las luces.

(Análogamente al párrafo A) 2, d).

*Nota.*—Si se utilizan proyectores, para facilitar el reconocimiento exacto de la forma de los obstáculos, es preciso evitar absolutamente el deslumbramiento del piloto. En todo caso no se deben alumbrar de esta manera nada más que fachadas (hangares, por ejemplo), pero nunca árboles o postes.

#### B) 3. Luces de limitación.

Tienen por objeto fijar exactamente la zona de aterrizaje. En el caso de luces de obstáculo en el contorno de aquélla, pueden servir al mismo tiempo de luces de limitación.

a) Altura. El centro del manantial luminoso no estará a más de dos metros por encima del suelo.

#### b) Angulo de radiación.

Las luces de limitación deben ser visibles a partir de una dirección inclinada 5 grados por debajo de la horizontal hasta el cenit y en todos los azimutes.

#### c) Intensidad luminosa.

La intensidad luminosa en el plano horizontal no será menor de 6 bujías, medidas en el color correspondiente, y el flujo luminoso total no inferior a 60 lúmenes, también medidos en luz coloreada.

#### d) Caracteres de las luces de limitación.

Serán constantes y de color amarillo o blanco de Aviación (en Europa, amarillas). El "blanco de Aviación" no está aún fijado, por lo que se acepta como tal la luz sin filtrar de las lámparas incandescentes usuales. El empleo del rojo es admisible en el caso de que sea imposible confundirlas con luces de obstáculos o de otra clase en la proximidad o en el interior del aerodromo.

*Nota.*—Cuando sea inevitable el empleo de gas (por ejemplo, acetileno) pueden utilizarse luces de limitación

parpadeantes. En este caso, la duración de los destellos no será menor de 0,2 segundos y la frecuencia ascenderá a 90 por minuto.

e) Disposición. Las luces de limitación se instalarán de manera que desde el aire se distinga exactamente la forma del campo de aterrizaje.

f) Distancia. Exactamente 100 metros será, a ser posible, la distancia entre dos luces vecinas.

*Nota.*—La distancia de 100 metros se acepta en Europa usualmente como tipo, pues algunas naciones opinan que fijando esta magnitud se facilita al piloto la apreciación del alejamiento. En Norteamérica se admite actualmente una distancia menor.

Si la economía lo exige y la configuración del aerodromo lo permite se admitirá una separación lo más próxima posible a 200 metros.

#### Luces de acceso.

Tienen por objeto indicar un lugar favorable para abordar un aerodromo con la intención de aterrizar. Cuando se consideren necesarias se instalarán de color "verde de Aviación".

#### B) 4. Alumbrado de la pista de aterrizaje.

Definición de la zona iluminada: se considera como tal aquella parte del campo de aterrizaje donde la intensidad de iluminación sobre un plano perpendicular a la pista y a la dirección de los rayos luminosos no es inferior a dos Lux (0,19 Foot-candle). Dicha intensidad luminosa no excederá de 25 Lux en ningún punto del área de aterrizaje.

El alumbrado se puede hacer de dos maneras:

a) Proyectores de aterrizaje que alumbran la superficie de la pista.

b) Luces de aterrizaje que indican el mejor lugar o la mejor dirección para aterrizar.

Los proyectores de aterrizaje iluminan con luz difusa la parte apropiada según la dirección del viento reinante. Permiten, pues, tomar tierra sin peligro a un avión no provisto de faros o de luces pirotécnicas de aterrizaje.

Según las condiciones locales y el tipo de los proyectores, se hace uso de uno o varios de estos aparatos, o de grupos fijos o móviles.

El área de aterrizaje así alumbrada debe ser de dimensión y forma tales, que para toda dirección autorizada de aterrizaje de noche se puede inscribir un rectángulo de por lo menos 600 por 300 metros, cuyo lado mayor sea paralelo a dicha dirección.

Con objeto de evitar en todo caso el deslumbramiento del piloto, el límite superior del haz luminoso no debe dirigirse por encima de la horizontal. En todos los casos en que el deslumbramiento no pueda ser evitado de otra manera, el proyector de aterrizaje debe regularse y maniobrase de manera a evitar que el piloto sea deslumbrado durante la toma de tierra. Esta maniobra puede hacerse girándolo de manera que el haz se desplace a medida que el avión se aproxima (el piloto queda siempre en la sombra y ve delante de él la pista alumbrada).

Las luces de aterrizaje limitan la parte apropiada de la pista según la dirección del viento reinante. Exigen, pues, la existencia de proyectores o luces pirotécnicas a bordo



del avión, o el entrenamiento del piloto en esta práctica de aterrizaje nocturno, lo que supone que conozca el aspecto que presenta a las diferentes alturas la cadena de luces colocadas a intervalos invariables y que haya aprendido a aterrizar de este modo.

En el caso de que se utilice una cadena de luces verde-blanco-rojas, ésta consistirá en una línea luminosa colocada paralelamente a la dirección del viento, y comprendiendo una sección central de seis luces blancas, así como dos o más de color verde en una extremidad y dos o más de color rojo en la otra. Junto a la primera luz blanca y a la primera roja, y a un metro de distancia, se colocan dos luces laterales del mismo color.

Las luces se colocan de tal manera que el aterrizaje se haga en la dirección de las verdes hacia las rojas.

La separación de dos luces vecinas será de 50 metros.

La ventaja de las luces de aterrizaje es su precio moderado, y por consiguiente la posibilidad de emplearlas en campos de socorro.

Es necesario proveer de proyectores de aterrizaje todos los aeropuertos que posean un tráfico internacional considerable; sobre todo donde se puedan prever aterrizajes de aviones no provistos de proyectores o luces pirotécnicas, o conducidos por pilotos no habituados al modo de aterrizaje antes indicado.

Se ha comprobado que para ciertos tiempos de bruma las luces de aterrizaje son preferibles a los proyectores; deben, pues, si es posible, estar siempre dispuestas a funcionar sobre demanda especial, aun si hay proyectores de aterrizaje.

No obstante todas las anteriores recomendaciones, se ha invitado a los diferentes países hagan investigaciones sobre las condiciones del alumbrado de la pista de aterrizaje para todas las condiciones meteorológicas, así como sobre las cuestiones de la uniformidad necesaria y la intensidad luminosa admisible.

#### Disposición y colocación de los proyectores de aterrizaje

Hay que distinguir primero entre aparatos fijos y unidades móviles. Cuál de los dos sistemas sea preferible no se puede establecer de antemano de una vez para todas, pues la frecuencia de utilización, la extensión del aeropuerto y el estado de su suelo, las condiciones meteorológicas y también los medios de que se dispone, juegan un papel decisivo en la elección de uno u otro.

Si el aeropuerto se utiliza regularmente, y quizás varias veces, durante la noche, y si además el viento cambia frecuente y rápidamente de dirección, se prefieren, en general, las instalaciones fijas. En éstas hay que distinguir entre las que reúnen toda la energía luminosa disponible en un solo lugar ("Centralizadas") y las que constan de varias unidades separadas ("Descentralizadas"). Casi todas

las disposiciones imaginables en ambos sistemas se encuentran en funcionamiento.

En la disposición Centralizada puede hacerse uso de todas las fuentes luminosas corrientes, y según las condiciones del campo de aterrizaje y la variabilidad del viento se utilizan tres o cuatro unidades luminosas. Las luces se colocan en el borde o en las esquinas de aerodromo, y exteriormente a las luces de limitación para que no constituyan obstáculo. La altura a que se instalen depende de la dispersión vertical de los haces luminosos. Como la superficie de aterrizaje no es siempre absolutamente

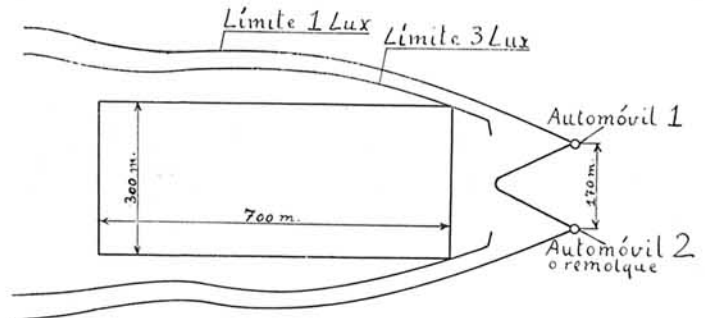


Fig. 3. — Esquema de la repartición luminosa en una disposición Descentralizada, con dos grupos, cada uno de tres proyectores. Distancia entre los grupos, 170 metros.

plana, es conveniente en las instalaciones fijas proceder a la colocación definitiva de las luces cuando están en funcionamiento, para elegir la mejor posición.

La disposición Descentralizada se compone, por lo general, de cierta cantidad de pequeñas unidades que a relativamente gran distancia unas de otras se colocan a todo lo largo de la pista de aterrizaje, o en una parte de ésta, distribuidas simétricamente; según la dirección del viento se hace funcionar el sector conveniente de la instalación. La colocación de las unidades luminosas se hace con arreglo a las condiciones meteorológicas dominantes en el aeropuerto. Direcciones de viento que rara vez acontecen no hay por lo general que tomarlas en consideración.

Para las instalaciones Descentralizadas son muy convenientes pequeños proyectores de espejo parabólico, cada uno con una lámpara incandescente de 55 voltios y 2.000 vatios.

Los proyectores se reúnen en grupos de tres, con sus ejes paralelos (fig. 2). Los diferentes grupos se disponen

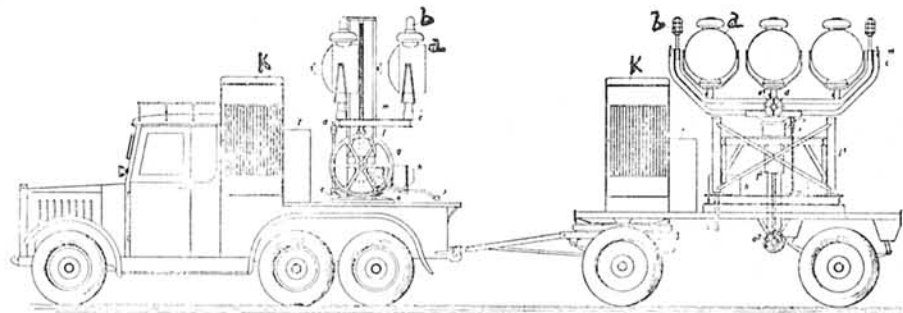


Fig. 2. — Unidad luminosa trasladable, formada por dos grupos de tres proyectores de espejo parabólico, para disposición Descentralizada.

a) Proyector de 500 mm. diámetro de espejo. — b) Luz roja de obstáculo. — k) Fábrica de electricidad.

a 100..., 200 metros de distancia y de tal manera que los ejes de los proyectores medios de cada grupo se corten en el centro de la pista de aterrizaje (fig. 3).

El funcionamiento de la instalación está proyectado de tal manera que según la dirección del viento se encienden dos grupos vecinos, es decir, seis proyectores con un total de doce kilowatios. El piloto tiene de esta manera al mismo tiempo una indicación de la dirección del viento, y no hay peligro de que sea deslumbrado. La repartición luminosa (figura 3) está dispuesta de manera que en medio del campo exista una fuerte iluminación, y en la mayor parte del mismo, especialmente hacia su contorno, la intensidad luminosa sea más débil, con objeto de que pueda servir de adaptación para la pupila del piloto que seguramente viene de zonas más oscuras.

Los dispositivos descritos se construyen tanto para instalaciones fijas como para móviles. En estas últimas se emplean generalmente grandes unidades o grupos de pequeñas unidades, de manera que uno solo de éstos o de aquéllas sea suficiente para un aterrizaje. También la instalación Descentralizada antes descrita se ha hecho trasladable; la disposición es ciertamente algo más compli-

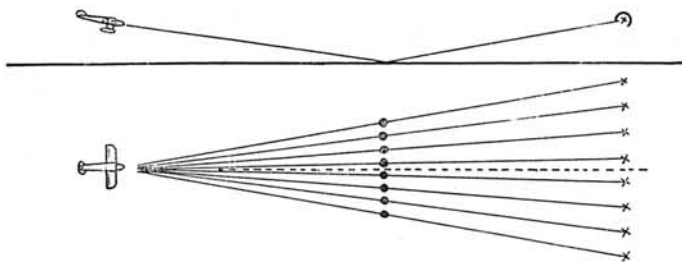


Fig. 4. — Disposición de las luces para amaraje de hidroaviones. Agua tranquila. Alumbrado con luz directa.

cada, pues hay que vigilar simultáneamente dos unidades.

Las instalaciones trasladables adolecen del inconveniente de que cada vez que se utilicen exigen el enfoque exacto de los haces luminosos.

**Alimentación eléctrica**

Puesto que el establecimiento de un cable de suficiente diámetro y gran número de tomas eventuales, alrededor del aerodromo, resulta bastante costoso, se eligen por lo general instalaciones móviles, que naturalmente se alimentan con manantiales eléctricos también móviles. Estos últimos, o bien forman con el aparato luminoso una sola unidad o se disponen inmediatamente junto a él.

Para la alimentación eléctrica de las instalaciones fijas es necesario, por lo general, disponer los conductores subterráneos, ya que los postes colocados junto al límite de la pista de aterrizaje constituirían un peligroso obstáculo. Para evitar excesivas pérdidas de tensión debidas a la relativamente gran longitud de los conductores y a la fuerte intensidad de corriente, se hace la distribución a tensión elevada (alrededor de 1.000 voltios). Cada unidad luminosa dispone de un transformador que disminuye la tensión al voltaje exigido por las lámparas. Las luces se encienden y apagan generalmente desde un determinado punto. An-

tiguamente se hacía pasar la corriente por el interruptor, mientras que hoy se utiliza con preferencia la interrupción a distancia con relais.

**Alumbrado para amaraje**

Fundamentalmente diferente del alumbrado de la pista de aterrizaje es el alumbrado para el amaraje de los hidroaviones. Como la superficie del agua refleja especularmente, no se puede conseguir gran cosa alumbrándola, sobre todo si no se halla tranquila. Como en el alumbrado de la pista de aterrizaje, puede disponerse una fila de lámparas de pequeño brillo, en dirección del viento reinante, montadas sobre boyas; de este modo puede conocer el piloto la dirección de aterrizaje, y al mismo tiempo, por medio de la perspectiva con que aparece la fila de lámparas, puede tener una referencia para calcular su altura de vuelo.

En el caso de que sea preciso para el amaraje la visibilidad de una gran extensión de agua, ha de hacerse aquel en dirección contraria a la radiación luminosa. Reflejándose en el agua se hace visible al piloto el brillo de una lámpara o una superficie luminosa; para que este brillo no deslumbrase es preciso que sea muy pequeño. En la figura 4 se da idea de un sistema de colocar las luces. Con la superficie del agua tranquila, esta disposición no es de gran utilidad: el piloto recibe de cada lámpara sólo un rayo reflejado, lo que apenas es suficiente para darle una idea de la altura a que vuela.

En lugar de disponer las lámparas en una línea perpendicular a la dirección de aterrizaje, es mejor disponer una superficie iluminada como se ve en la figura 5. Esta superficie se refleja en la del agua, lo que facilita al piloto la apreciación de su altura de vuelo, pues según sea ésta mayor o menor, la imagen reflejada resulta más o menos larga.

Mucho más favorable para la visibilidad de la superficie del agua es que está movida con ligero oleaje. Para pequeñas olas, teóricamente aparece sobre cada una de ellas un reflejo de la lámpara (figura 6). En la perspectiva de la alargada imagen reflejada sobre la superficie del agua puede apreciarse la altura de vuelo. La repartición luminosa estará dispuesta de manera que sobre la horizontal no aparezca ninguna radiación de brillo elevado que pueda deslumbrar al piloto, ya que éste vuela siempre en dirección a la fuente luminosa.

Las anteriores soluciones para hacer visible la superficie del agua durante el amaraje de hidroaviones, aunque todavía no han sido ensayadas en la práctica, las expone Höpcke, de Berlín, a título de sugestión para hacer experiencias e investigaciones sobre la materia.

B) 5. *Indicador de dirección de aterrizaje (Viento luminoso).*

a) T luminosa.

La T luminosa está destinada a indicar la dirección prescrita para el aterrizaje durante la noche.

El alumbrado puede hacerse interior o exteriormente, pero no ha de deslumbrar.

Si sobre un aerodromo existen simultáneamente la T luminosa y una o dos mangas de aire luminosas, el aterrizaje deberá hacerse según las indicaciones de la T.

La longitud del brazo largo y la total del transversal no serán inferiores a cuatro metros cada una de ellas.

El alumbrado debe ser constante, pero donde sea necesario el empleo de acetileno u otro gas, puede hacerse parpadeante. En este caso, la duración del destello no será inferior a un segundo.

El color de la luz puede ser blanco o azul, y según recientes prescripciones también verde ("de Aviación"). No será rojo, con objeto de evitar su confusión con otras luces del aerodromo; se recomienda utilizar el color blanco, para el que, como ya hemos dicho, se acepta el de las lámparas usuales de incandescencia, sin filtro.

b) Mangas de aire luminosas.

La manga de aire es un indicador de viento que tiene la forma de un tronco de cono fijado de manera que se alargó bajo la acción del viento y cuya posición, por consiguiente, indica la dirección de éste y su intensidad aproximada.

Existen otros aparatos que permiten también indicar la fuerza del viento; su utilización, sin embargo, no está todavía lo bastante desarrollada para permitir su unificación internacional.

¿Tubos luminosos? ¿Lámparas incandescentes?

Numerosas pruebas se han hecho con lámparas incandescentes y tubos luminosos, con objeto de determinar cuál de los dos sistemas de alumbrado es más conveniente en Aeronáutica. Los resultados obtenidos son muy diversos y a veces contradictorios; esto se debe a falsas interpretaciones y a datos insuficientes sobre las condiciones en que se han realizado las pruebas.

Las características de la lámpara empleada para el objeto en cuestión, son: la visibilidad, la intensidad luminosa y la potencia absorbida. Estos tres factores deben, por consiguiente, servir como términos de comparación en las tres clases de pruebas que se han hecho: Prueba comparativa de la visibilidad para la misma intensidad luminosa, de potencia absorbida y de intensidad luminosa para la misma visibilidad, y de visibilidad para igual potencia absorbida. Para la misma intensidad luminosa, la potencia absorbida es sensiblemente igual para los dos sistemas de alumbrado, con tiempo brumoso, la visibilidad de la lámpara de neón es muy superior a la de incandescencia; la proporción varía entre 1,25 : 1 y 3 : 1, a medida que la distancia aumenta. Para la misma visibilidad, la intensidad luminosa de la lámpara incandescente es mucho más grande que la de neón, aun recurriendo a filtros coloreados. A igualdad de potencia, la lámpara de neón y la incandescente tienen sin reflector la misma intensidad luminosa, pero la primera presenta una visibilidad mayor. Por el contrario, usando reflectores, el mejor efecto se obtiene con la incandescente, también si está provista con filtro rojo. En general, la lámpara de neón conviene para obtener una buena visibilidad sin necesidad de recurrir a reflectores; pero cuando se trata de obtener el mejor efecto a distancia con una potencia determinada es preferible recurrir a la lámpara de incandescencia alojada en un reflector.

Los nuevos tubos luminosos de hoy día, especialmente los de sodio y los de mercurio de alta presión, pueden tener

excelente aplicación en la Aeronáutica, ya que su eficacia luminosa es muy elevada, y en ciertas condiciones puede hacerse uso de ellos sin necesidad de recurrir a filtros, ya que sus colores entran en los límites dados para los que se emplean en Aviación.

Al emplear faros que hayan de ser observados desde gran distancia (90, 100 kilómetros), hay que tener en cuenta que la mayoría de los colores cambian con la absor-

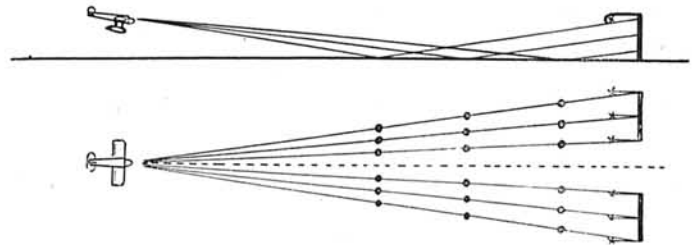


Fig. 5. — Disposición de las luces para amaraje de hidroaviones. Agua tranquila. Alumbrado indirecto; luz reflejada sobre un plano.

ción atmosférica, lo que puede originar confusiones si no se emplea en ellos luz blanca.

A causa de las particulares condiciones en que la luz se produce, el empleo del neón en los faros debe responder a principios técnicos totalmente diferentes de los que regulan la construcción de los faros de luz blanca; contrariamente a cuanto en éstos sucede, la luz del neón no puede ser concentrada en un solo punto y proyectada por medio de reflectores. Pero ésta tiene la propiedad de ser perceptible a gran distancia, a condición de que la superficie ocupada por los elementos del faro sea suficientemente extensa.

Deben, por consiguiente, los faros de neón destinados

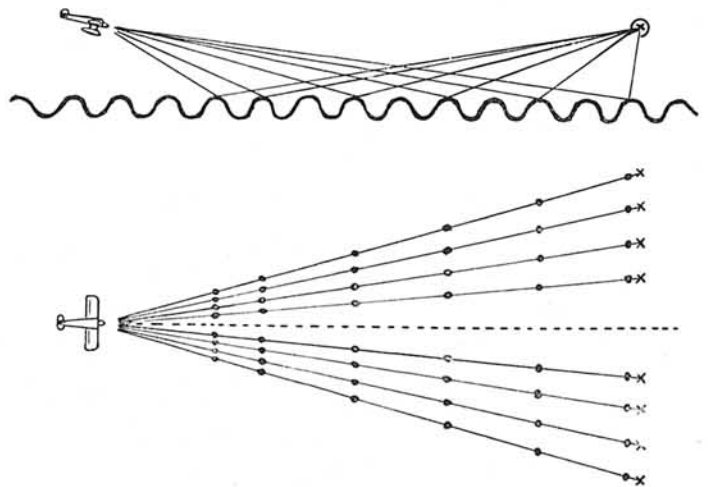


Fig. 6. — Disposición de las luces para amaraje de hidroaviones. Ligero oleaje.

al señalamiento de los aerodromos y de las aerorrutas, ofrecer la más grande superficie posible en las tres direcciones (horizontal, vertical, oblicua), manteniendo la mayor visibilidad en la dirección oblicua. Una disposición bastante eficaz consiste en componer planos luminosos formados por un cierto número de tubos de neón paralelos; estos elementos rectangulares se agrupan alrededor de un soporte,



al que están unidos por uno de los lados mayores, formando un cierto ángulo con la vertical. Un faro de este tipo, con cien metros de tubo ligeramente sobrecargado a 40 wátios por metro, tiene alcance en tiempo claro de unos 50 kilómetros. El conjunto consume cuatro kilowatios.

Con objeto de establecer una normalización de tipos, convendría que los faros de Aviación, en general, fueran de características análogas a los marinos, aunque naturalmente dirigiendo también luz hacia arriba.

Sería muy conveniente, por otra parte, que para distinguir los faros se empleara un sistema que no fuera el del número y duración de los destellos, que exige cierto tiempo y atención.

#### Alumbrado en el aire

Completamente nuevas son las prescripciones que sobre Luminotecnia en el avión se establecieron en el Congreso Luminotécnico que tuvo lugar en Berlín en julio de 1935,

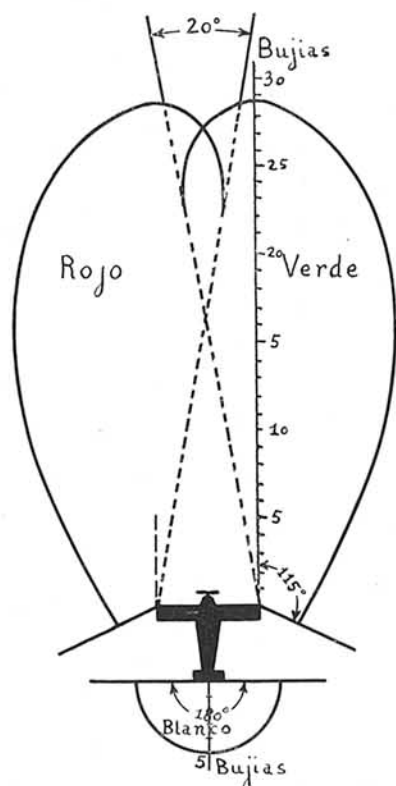


Fig. 7. — Repartición luminosa y valores mínimos de la intensidad de las luces de posición.

cuestiones que tratadas en Cambridge, en 1931, no lo fueron en Zurich, en 1932.

Sin embargo, han de continuar los estudios y experiencias, pues en general puede decirse que el estado actual de la Técnica del Alumbrado en su aplicación a la navegación aérea no es satisfactorio.

Se discute, por otra parte, si muchas cuestiones, como, por ejemplo, la referente a la curva de repartición luminosa de las luces de posición, son más bien propiamente aeronáuticas o luminotécnicas, por lo que es de desear un más estrecho acercamiento de los técnicos de ambas especialidades para llevar a un feliz término la resolución de este problema.

Las prescripciones establecidas en el Congreso citado fueron las siguientes:

Para un avión con motor que vuela entre la puesta y la salida del sol, se considera como equipo mínimo necesario las siguientes luces:

- 1) *Luces de posición: roja de babor, verde de estribor, blanca trasera.*
- 2) *Uno o varios proyectores eléctricos de aterrizaje.*
- 3) *Alumbrado instrumental apropiado.*

1) *Luces de posición.*

Las luces de posición usuales no satisfacen, como ha demostrado la práctica, las exigencias del tráfico aéreo. Un cálculo teórico muestra que aun con tiempo claro el alcance de las luces empleadas es sólo cerca de la mitad del establecido como mínimo necesario. Para una emisión luminosa correcta y uniforme en todo el sector de visibilidad exigido, se necesitan muy elevados flujos luminosos; no se dispone en el avión de potencia suficiente para ello.

Estudiando las condiciones del encuentro de dos aviones, se ha comprobado que la intensidad luminosa de las luces de posición en dirección transversal puede ser mucho más pequeña que en dirección axial. Fundándose en estas consideraciones, se han trazado nuevas curvas de repartición luminosa, y se ha calculado la forma de reflector necesaria para obtenerlas. Se ha demostrado que con la potencia disponible en el aeroplano y disminuyendo la intensidad de iluminación en dirección transversal a un valor suficiente para las exigencias aéreas, puede conseguirse un alcance de las luces de posición en dirección del eje del avión, que satisface cumplidamente la curva de repartición luminosa calculada.

a) Las luces de posición se definirán por la curva de repartición de la intensidad luminosa en lugar de por el alcance, ya que éste es difícil de fijar y depende de circunstancias exteriores. En cuanto a sus colores (rojo, verde y blanco) serán los ya definidos "de Aviación" y expresados en la figura 1.

b) La repartición luminosa y los valores mínimos de la intensidad de las luces laterales de posición serán los que se indican en la figura 7.

c) La luz trasera de posición debe tener una intensidad de cinco bujías en todas las direcciones en que deba ser visible; que será un sector de 180 grados incluyendo toda tolerancia (figura 7).

d) El sector luminoso de las luces laterales de posición será aumentado hasta conseguir un solape de no más de 10 grados contra el eje del avión.

*Nota.*—Las delegaciones francesa y alemana hicieron notar que aceptarían estas prescripciones si sus propias investigaciones demuestran que puede obtenerse la curva de repartición luminosa exigida, en el color correspondiente, con una lámpara de 20 wátios.

- 2) *Proyectores de aterrizaje.*

La ponencia del Secretariado correspondiente del Congreso estimó, como mínima intensidad luminosa para estos proyectores, 400.000 bujías para aviones de pasajeros, y 150.000 bujías para los demás aviones de vuelo nocturno. La mitad de la dispersión sería 1 grado. Francia propuso para la intensidad 50.000 bujías y para la mitad de la dis-

persión 5 grados. Puesto que no existe un valor definido sobre intensidad y repartición luminosa, Alemania propuso fijar la mínima potencia de las lámparas en 250 watios para grandes aviones y 100 watios para pequeños. No se aceptó esta propuesta, sino que se estableció acuerdo sobre el mínimo flujo para el haz luminoso del proyector.

a) El haz luminoso de un proyector de aterrizaje tendrá un flujo mínimo de 2.000 lúmenes para aviones de pasajeros y 1.000 lúmenes para los demás aviones de vuelo nocturno. La intensidad luminosa mínima en el eje del haz luminoso no será para ambos tipos de avión inferior a 50.000 bujías.

b) Todos los aviones de tráfico deben tener por lo menos un proyector de aterrizaje, que esté alejado del piloto más de tres metros (diez pies) y situado fuera del radio de la hélice. Este proyector debe estar en un circuito eléctrico que no tenga ninguna luz que esté a menos de tres metros del piloto. Todos los proyectores de aterrizaje se colocarán en las alas, lo más lejos del centro del avión.

3) *Alumbrado instrumental*

a) La utilización de materias radioactivas para distinguir las principales cifras, letras, indicadores, divisiones de los instrumentos se considera necesario para toda clase de aviones. Su empleo no se estima, sin embargo, como suficiente para ciertas condiciones de vuelo, y todos los aviones de tráfico deben estar provistos con una instalación auxiliar de alumbrado para todos los instrumentos de navegación y principales mecánicos.

b) El alumbrado de instrumentos vecinos será aproximadamente igual para todos ellos, y sobre la parte instrumental provista de indicadores y divisiones la uniformidad de iluminación será lo más perfecta posible. El piloto ha de poder ajustar la intensidad al valor que desee.

c) La instalación del alumbrado instrumental se hará, tanto como prácticamente sea posible, de tal manera que el piloto, en posición normal, no pueda recibir luz directa o reflejada por los cristales de los instrumentos o las ventanas de la cabina, que pueda ocasionarle deslumbramiento. Es de desear que todos los instrumentos, el soporte don-

de van colocados y las partes iluminadas de la cabina del piloto, estén pintados con el color más negro posible.

En el ya citado Congreso de Luminotecnia, se recomendó a los diferentes Comités Nacionales hicieran investigaciones y experiencias sobre las cuestiones siguientes, con objeto de en una próxima Conferencia poder establecer normas definitivas sobre el particular:

1.º Ventajas e inconvenientes de un aumento del sector de radiación de las luces laterales de posición, especialmente hacia atrás.

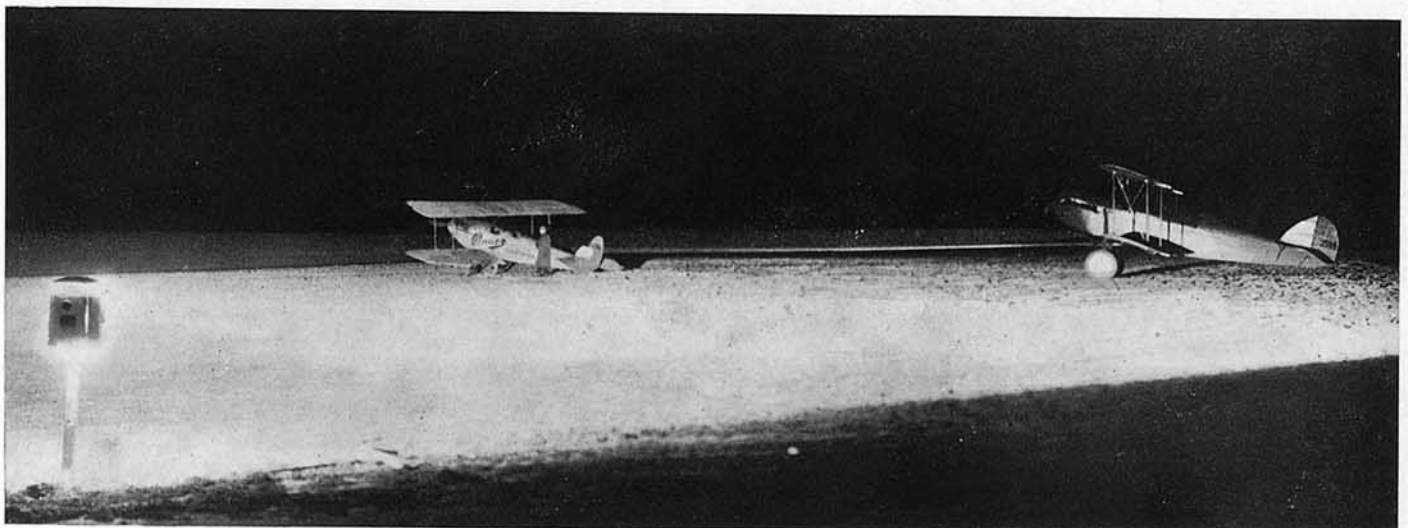
2.º Estudio del alumbrado, principalmente el sistema de antorchas con paracaídas, más apropiado para su utilización en los aterrizajes forzosos.

3.º Empleo en las cifras y divisiones de los instrumentos de materia fluorescente, activada y hecha luminosa con rayos ultravioleta, en lugar de, o en combinación con, alumbrado directo.

4.º Para el balizamiento de las rutas aéreas sobre el mar, con arreglo a las prescripciones establecidas, se presentan tal cúmulo de dificultades que hoy por hoy hacen el problema casi insoluble. Tanto la producción de la energía junto al faro correspondiente como el establecimiento de conductores que la suministren son soluciones que por su complicidad habrá que excluir. Por otra parte, son muchas las diferentes disposiciones prescritas, lo que constituye una gran complicación, pues han de poderse distinguir rápidamente y con facilidad las luces destinadas a los barcos de las dispuestas para los aviones. Por todo esto es de desear que las naciones investiguen y hagan estudios sobre la manera de resolver este problema.

Por ahora, la solución más práctica y segura, aunque independiente de la Luminotécnica, es el empleo de radiofaros.

Es de desear que en próximas Conferencias se discuta sobre luces de control, de anclaje, auxiliares de posición, etc., así como sobre las prescripciones actuales y los diferentes problemas que se presenten, para completar en lo posible las normas que la Luminotecnia debe establecer en la Aeronáutica.



Vuelos nocturnos en el aeropuerto de Madison (Wisconsin).