



DISEÑO DEL ÁREA DE MOVIMIENTO DEL AEROPUERTO DE SAGRES

Para el Boeing 737-900

Parte II: Señales y luces

Ignacio Bernal Medina

Este documento presenta el diseño de las ayudas visuales en el área de movimiento para el Aeropuerto de Sagres, enfocándose sobre todo en señales, luces y letreros. Particularmente, cobrará mucha importancia la pista del aeropuerto, que será de uso tanto diurno como nocturno. El presente documento es una segunda parte que complementa la parte I, donde se describían las características físicas del área de movimiento del mismo aeropuerto, para una aeronave característica como el Boeing 737-900 NG. Cabe destacar que el aeropuerto cuenta con una única pista de clave de referencia 3C con dos sentidos de maniobra: 05 para aproximaciones de precisión de categoría I, y 23 para aproximaciones de no precisión.

A continuación se describen distintos puntos con relación al diseño de las ayudas visuales, siempre siguiendo la normativa y recomendaciones del documento Anexo 14 de OACI, además del Doc 9157: Manual de Diseño de Aeródromos (parte IV).

ÍNDICE GENERAL

1. SEÑALES

1.1. GENERALIDADES

1.2. SEÑAL DESIGNADORA DE PISTA

1.3. SEÑAL DE EJE DE PISTA

1.4. SEÑAL DE UMBRAL

1.5. SEÑAL DE PUNTO DE VISADA

1.6. SEÑAL DE ZONA DE TOMA DE CONTACTO

1.7. SEÑAL DE EJE DE CALLE DE RODAJE

1.8. SEÑAL DE PUNTO DE ESPERA DE LA PISTA

1.9. SEÑALES CON INSTRUCCIONES OBLIGATORIAS

1.10. SEÑALES DE INFORMACIÓN

2. LUCES

2.1. SISTEMA DE LUCES DE APROXIMACIÓN

2.2. SISTEMAS VISUALES INDICADORES DE PENDIENTE DE APROXIMACIÓN

2.3. LUCES DE IDENTIFICACIÓN DEL UMBRAL DE PISTA

2.4. LUCES DE BORDE DE PISTA

2.5. LUCES DE UMBRAL DE PISTA

2.6. LUCES DE EJE DE PISTA

2.7. LUCES SIMPLES DE ZONA DE TOMA DE CONTACTO EN LA PISTA

2.8. LUCES DE CALLES DE RODAJE

2.9. BARRAS DE PARADA

2.10. BARRAS DE PROHIBICIÓN DE ACCESO

3. BIBLIOGRAFÍA

1. SEÑALES

Las señales y balizas proporcionan información esencial para el piloto, además de contribuir a la seguridad y eficiencia de las operaciones. Debido a esto, su ubicación, tamaño y color adquieren una gran importancia. Es por ello por lo que están normalizadas, y su diseño se encuentra dentro de unos requisitos que siempre se deben cumplir:

1.1. GENERALIDADES

El primer aspecto por destacar es el color de las señales de pista, las cuales serán blancas. Dado el caso de que la pista tuviese un color más claro, para aumentar su perceptibilidad se podrían bordear estas señales de color negro; no obstante, al tratarse de un aeropuerto de nueva creación en principio no sería necesario, pues la pista apenas estaría desgastada. Por otra parte, las señales en calles de rodaje, plataforma y puestos de estacionamiento serán de color amarillo.

El Aeropuerto de Sagres tendrá también actividad nocturna, por lo que seguirá la recomendación del Anexo 14: *“en los aeródromos donde se efectúen operaciones nocturnas, las señales de la superficie de los pavimentos deberían ser de material reflectante diseñado para mejorar la visibilidad de las señales.”* Las señales reflectantes pueden ser útiles en operaciones nocturnas, las cuales se realizan en mejores condiciones de visibilidad cuando las luces de eje y las luces de zona de toma de contacto están apagadas. Principalmente se utilizará óxido de aluminio calcinado para la fabricación del material reflectante.

1.2. SEÑAL DESIGNADORA DE PISTA

Una señal designadora de pista consiste en un número de dos cifras (y una letra si existen pistas paralelas) que se sitúa en los umbrales de la pista. El número es el entero más próximo a la décima parte del azimuth 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. Como sabemos nuestra pista está orientada en la dirección 54° , por lo que los números de las señales designadoras de pista son 05 y 23, dependiendo de la dirección de la operación. El diseño de estas señales debe seguir las indicaciones de la figura 1.

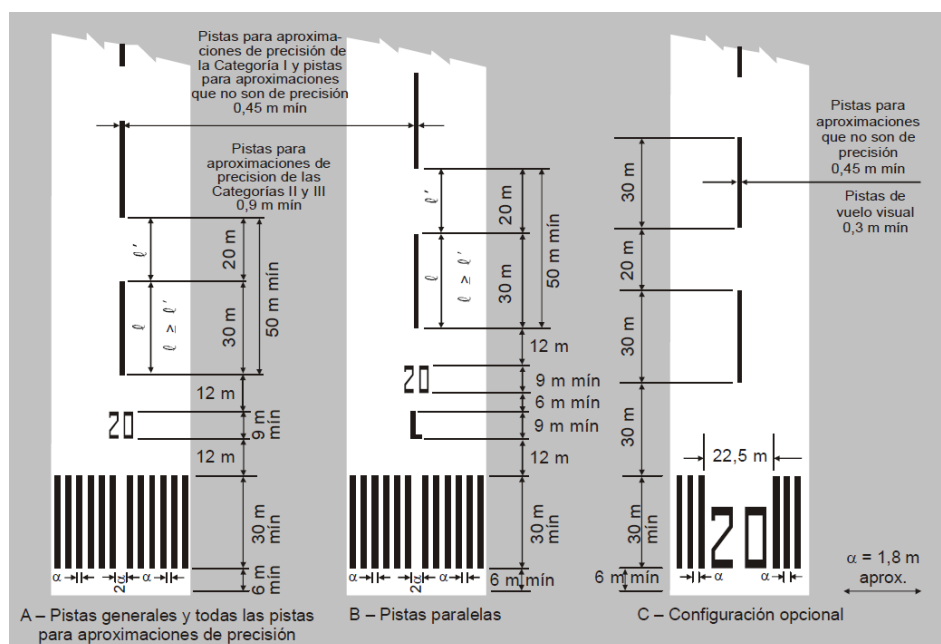


Figura 1. Medidas de señales de designación de pista, eje y umbral.

Technical drawing of a Z-shaped profile with dimensions in cm. The profile is divided into three vertical sections. The left section has a total height of 9.0 cm, a top flange width of 3.0 cm, a web width of 2.2 cm, and a bottom flange width of 3.0 cm. The middle section has a total height of 4.8 cm, a top flange width of 3.0 cm, a web width of 2.2 cm, and a bottom flange width of 3.0 cm. The right section has a total height of 4.8 cm, a top flange width of 3.0 cm, a web width of 2.2 cm, and a bottom flange width of 3.0 cm. The profile is shaded gray, and dimensions are indicated with arrows and numerical values.

1.3. SEÑAL DE EJE DE PISTA

1.4. SEÑAL DE UMBRAL

<i>Anchura de la pista</i>	<i>Número de fajas</i>
18 m	4
23 m	6
30 m	8
45 m	12
60 m	16

1.5. SEÑAL DE PUNTO DE VISADA

Esta señal consiste en dos fajas bien visibles, cuyas dimensiones se ajustan a las proporciones de la tabla 2 (teniendo en cuenta que la longitud de nuestra pista es de 3117m.

Emplazamiento y dimensiones (1)	Distancia disponible para aterrizaje			
	Menos de 800 m (2)	800 m hasta 1 200 m (exclusive) (3)	1 200 m hasta 2 400 m (exclusive) (4)	2 400 m y más (5)
Distancia entre el umbral y el comienzo de la señal	150 m	250 m	300 m	400 m
Longitud de la faja ^a	30-45 m	30-45 m	45-60 m	45-60 m
Anchura de la faja	4 m	6 m	6-10 m ^b	6-10 m ^b
Espacio lateral entre los lados internos de las fajas	6 m ^c	9 m ^c	18-22,5 m	18-22,5 m

a. Está previsto utilizar las dimensiones mayores, dentro de la gama especificada, cuando se necesite una mayor visibilidad.
b. El espacio lateral puede variar dentro de los límites indicados, a efectos de minimizar la contaminación de la señal por los depósitos de caucho.
c. Se han calculado estas cifras mediante referencia a la anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal, que constituye el elemento 2 de la clave de referencia de aeródromo en el Capítulo 1, Tabla 1-1.

Tabla 2. Emplazamiento y dimensiones de la señal de punto de visada.

En resumen, existe una distancia de 400m entre el umbral y el comienzo de la señal, la cual tiene una longitud de 45m y una anchura de 6m. Ambas fajas están separadas a su vez por 18 metros.

1.6. SEÑAL DE ZONA DE TOMA DE CONTACTO

Según el Anexo 14: “se dispondrá una señal de zona de toma de contacto en la zona de toma de contacto de una pista pavimentada para aproximaciones de precisión cuyo número de clave sea 2, 3 ó 4”. Esta señal consiste en pares de señales rectangulares dispuestas simétricamente con respecto al eje de pista. El número de pares depende de la distancia entre umbrales, que en este caso es de 3117 metros. Al ser una distancia mayor que 2400, el número de pares será de 6, como indica la normativa.

En cuanto a la geometría de la señal, está tendrá una forma rectangular, con 22.5m de largo y 3 de ancho. El espaciado entre los lados internos coincide con los de la señal de visada, es decir, 18m. Por otra parte, los pares de señales se espaciarán longitudinalmente 150 m a partir del umbral, salvo que los pares de señales de zona de toma de contacto que coincidan con una señal de punto de visada o estén situados a 50 m o menos de ésta, en cuyo caso se eliminarán de la configuración.

1.7. SEÑAL DE EJE DE CALLE DE RODAJE

Dado que la clave de referencia del aeropuerto es 3C, debe incluir también señales de ejes de calles de rodaje. Estas tendrán 15cm de ancho y serán de trazo continuo. Según el Anexo 14, en los tramos rectos la señal debe estar situada sobre el eje, mientras que en los tramos curvos la señal de eje debe conservar la misma distancia desde la parte rectilínea de la calle de rodaje hasta el borde exterior de la curva.

En cuanto a las intersecciones de la pista con una calle de rodaje (que sirva como salida de la pista), el Anexo 14 indica: “la señal de eje de calle de rodaje debería formar una curva para unirse con la señal de eje de pista. La señal de eje de calle de rodaje debería prolongarse paralelamente a la señal del eje de pista, en una distancia de 60 m por lo menos, más allá del punto de tangencia cuando el número de clave sea 3”. En la siguiente figura se detallan las medidas y normativa respecto a las señales de eje de calle de rodaje.

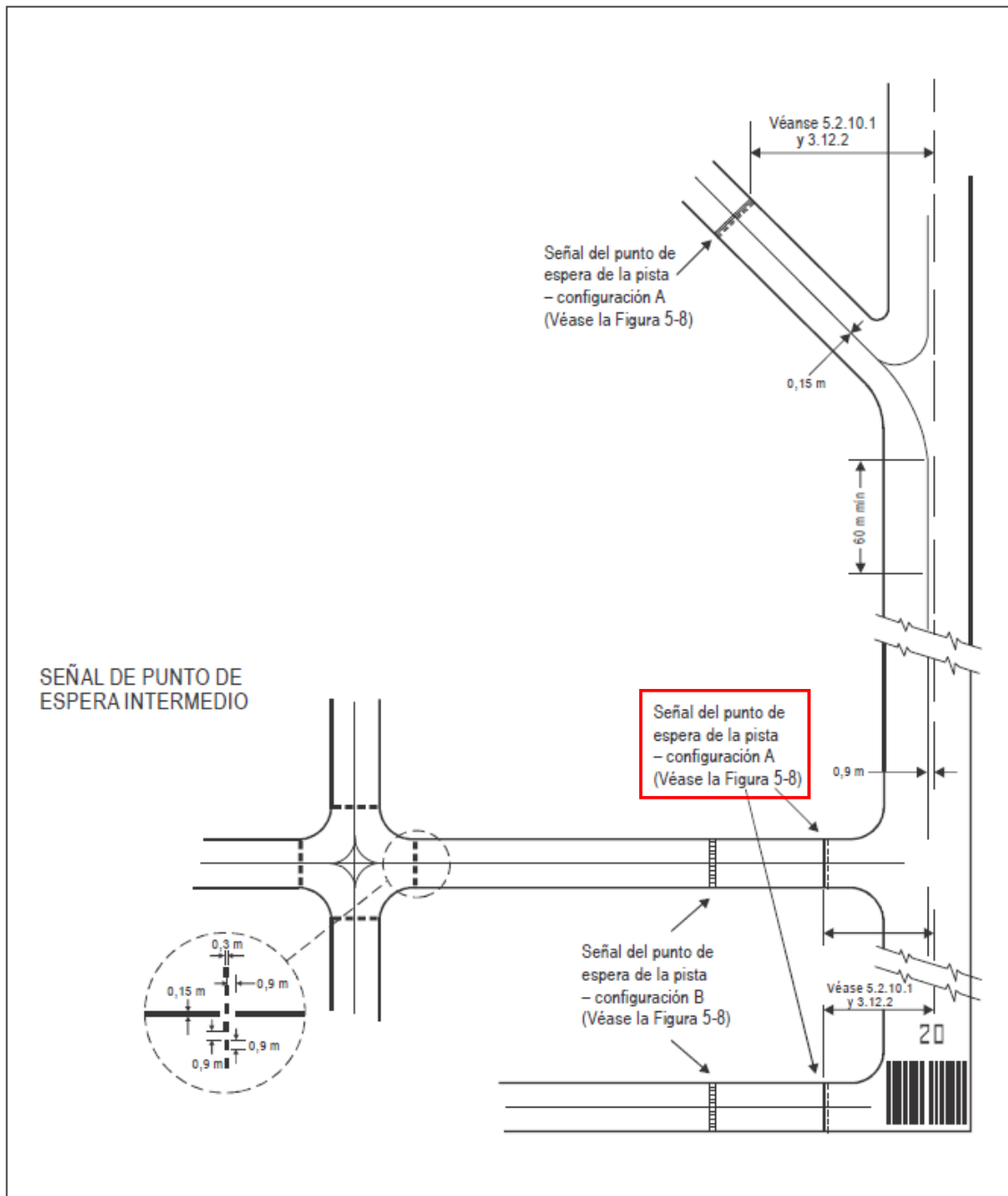


Figura 3. Señales de calle de rodaje.

1.8. SEÑAL DE PUNTO DE ESPERA DE LA PISTA

Esta señal deberá estar presente en todo punto de espera de la pista. Cuando existen intersecciones entre calles de rodaje, la señal de punto de espera de la pista será como se indica en la figura superior, parte izquierda. Por otra parte, en intersecciones de calles de rodaje con la pista utilizaremos la configuración A de la figura 3, tal y como indica el Anexo 14: “Cuando se proporcione un solo punto de espera de la pista en la intersección de una calle de rodaje con una pista de aproximación de precisión de Categorías I, II o III, la señal de punto de espera de la pista será de la forma indicada en la Figura 3, configuración A”. La configuración B no será necesaria pues sólo se utiliza cuando existen más de un punto de espera de la pista en la intersección, caso que no se da en nuestro aeropuerto ([ver ADC](#)).

Es importante destacar el siguiente fragmento del Anexo 14: “A partir del 26 de noviembre de 2026, las dimensiones de las señales de punto de espera de la pista serán las que se indican en la Figura 4, configuración A2 o B2, según corresponda. Las configuraciones A1 y B1 no serán válidas a partir del 2026”. Por este motivo, al ser nuestro aeropuerto de nueva creación, se utilizarán las configuraciones A2 para las señales de punto de espera de la pista.

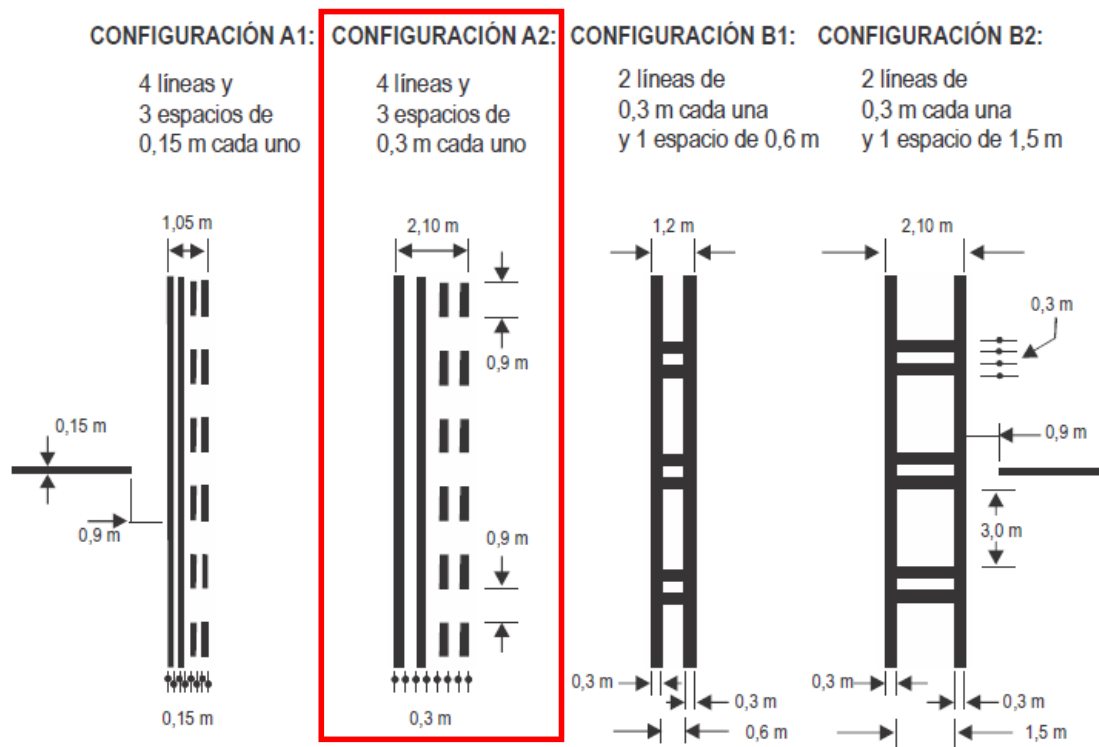


Figura 4. Configuraciones de las señales de punto de espera de la pista.

1.9. SEÑALES CON INSTRUCCIONES OBLIGATORIAS

Como indica el Manual de Diseño de aeródromos, un letrero con instrucciones obligatorias indica un lugar en el área de movimiento que el piloto o el conductor de vehículos no debería sobrepasar sin recibir una autorización concreta del ATC. Por consiguiente, los letreros con instrucciones obligatorias constituyen un elemento importante de las disposiciones de seguridad en las áreas de movimiento. Estos están siempre ubicados a ambos lados de la calle de rodaje o de la pista. Esto permite que los letreros estén en todo momento ininterrumpidamente a la vista de los pilotos. Se asegura también la pronta adquisición de los letreros cuando están ubicados cerca de una intersección a la que pueda llegarse desde más de una dirección.

No obstante, en ocasiones no es posible instalar un letrero con instrucciones obligatorias en conformidad con la normativa. En tal caso se dispondrá una señal con instrucciones obligatorias sobre la superficie del pavimento. Incluso cuando sí existen letreros, si la calle de rodaje tiene una anchura mayor que 60m, debe disponer también de una señal con instrucciones.

En cuanto a su emplazamiento, la señal con instrucciones obligatorias en calles de rodaje cuya clave sea C, se colocará transversalmente en la calle de rodaje centrada en el eje y en el lado de espera de la señal de punto de espera de la pista, como se muestra en la Figura 5. La distancia entre el borde más próximo de esta señal y esta señal de punto de espera de la pista o la señal de eje de calle de rodaje no será inferior a 1 m.

Es importante resaltar que no se colocarán señales con instrucciones obligatorias en la pista, tal y como indica el Anexo 14, el cual insiste en que este caso sólo se debe dar cuando sea completamente necesario. Como se observa en la figura 5, las señales contarán con una inscripción en blanco sobre fondo rojo. La altura de los caracteres será de 4m. El fondo por su parte deberá ser rectangular y extenderse 0.5m más allá de los límites de las letras, lateral y verticalmente.

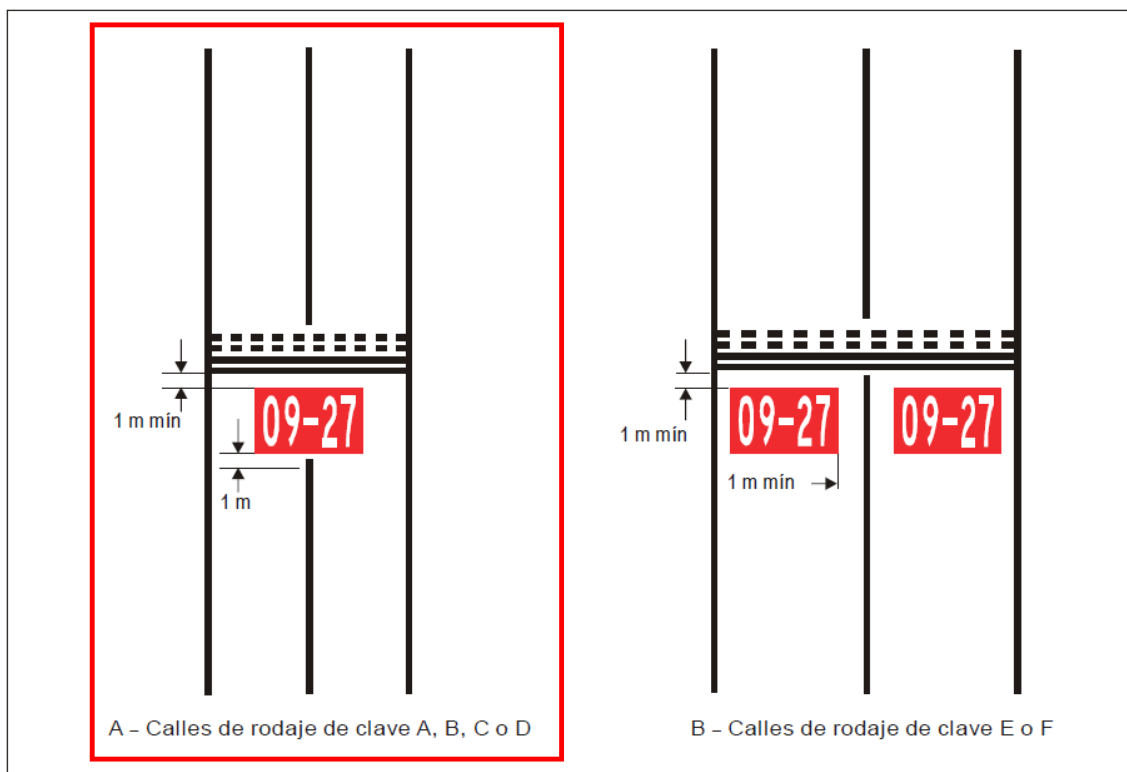


Figura 5. Señales con instrucciones obligatorias.

1.10. SEÑAL DE INFORMACIÓN

Al igual que en el caso anterior, se proporcionan señales de información sobre la superficie del pavimento cuando no es viable instalar un letrero de información, por ejemplo en intersecciones complejas de las calles de rodaje. No obstante también pueden tener la función de complementar a los letreros. El Anexo 14 recomienda instalar señales de información en calles de rodaje de gran longitud.

En cuanto a sus características físicas, las señales de información contarán con los siguientes colores:

- Inscripción en amarillo, fondo negro, si se reemplaza/complementa un letrero de emplazamiento.
- Inscripción en negro, fondo amarillo, si reemplaza/complementa un letrero de dirección o destino.

Los caracteres deberán tener una altura de 4 metros, al igual que las señales con instrucciones obligatorias. En la siguiente imagen se observan letreros de información, cuya geometría y colores serían extrapolables a las señales en el pavimento.



A continuación, se presentan los diseños de las señales desde los puntos 1.3.-1.10. para el caso concreto del Aeropuerto de Sagres.

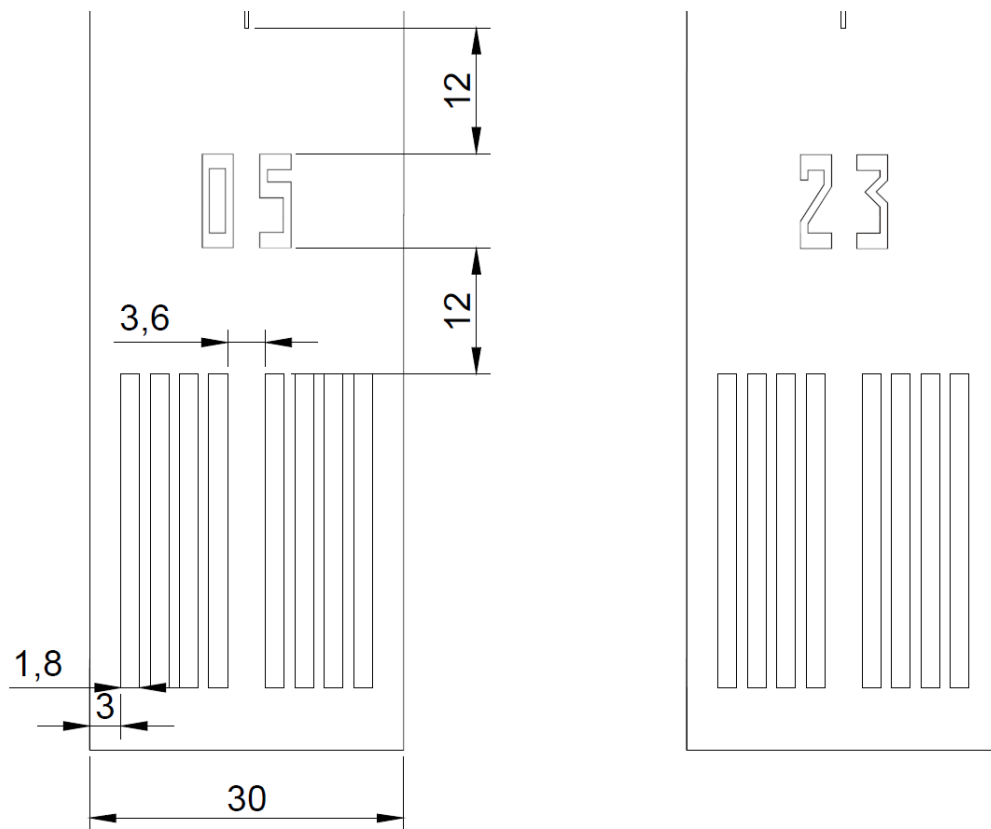


Figura 6. Señalización en los extremos de pista.

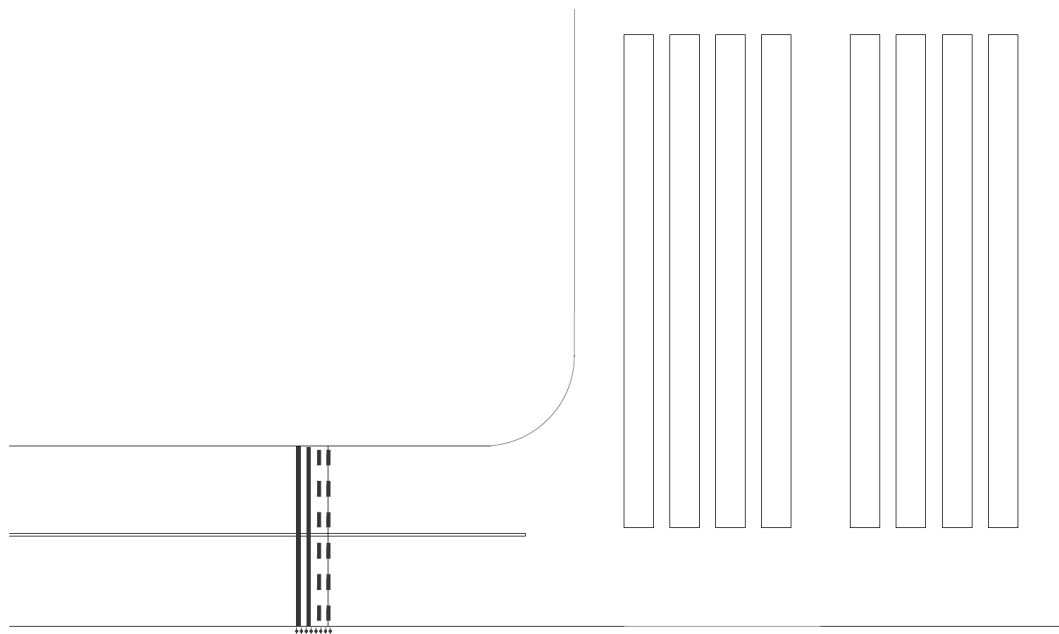


Figura 7. Señal de punto de espera de la pista.

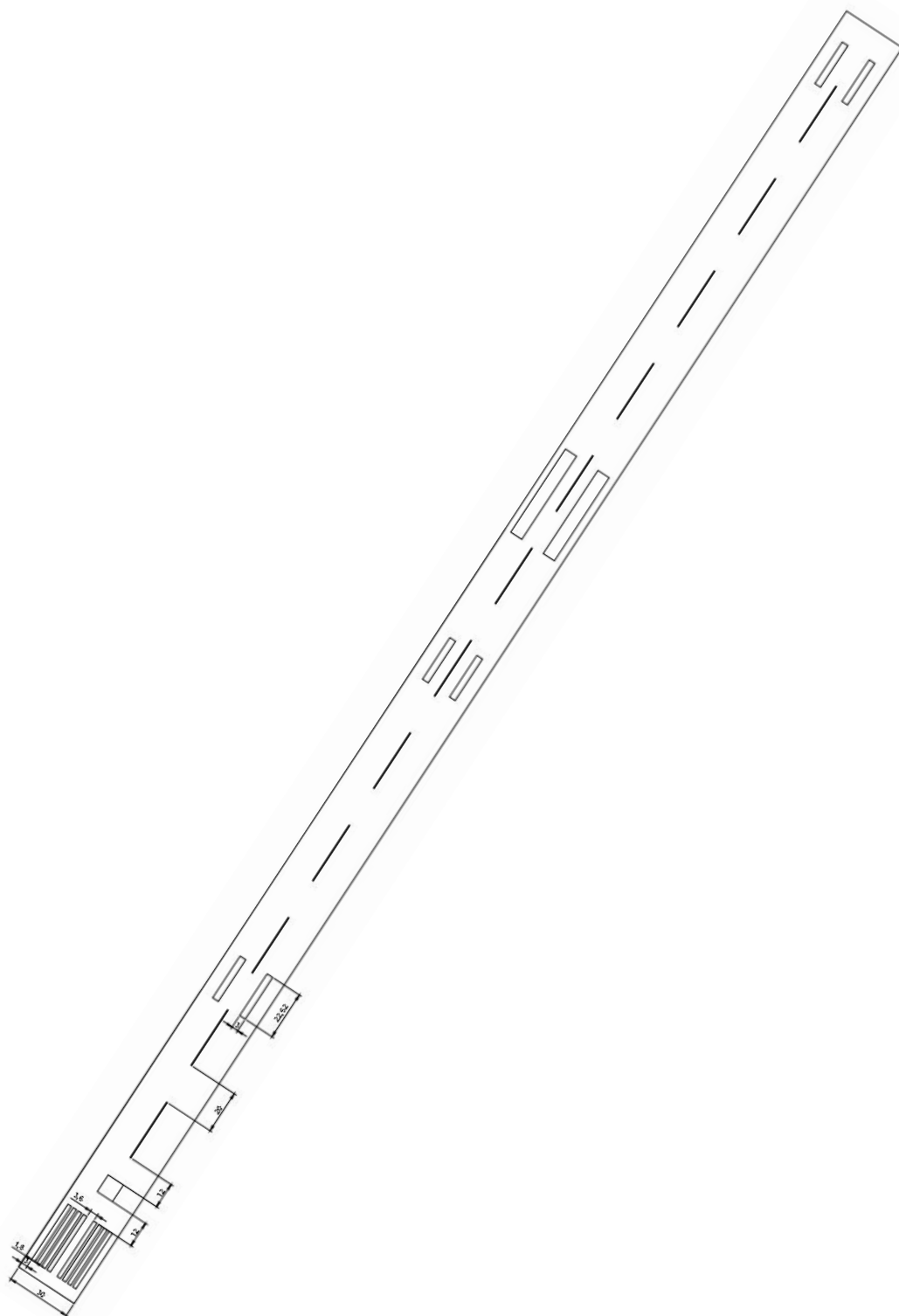


Figura 6. Señalización de parte de la longitud total de la pista.

2. LUCES

2.1 SISTEMA DE LUCES DE APROXIMACIÓN

Según el Anexo 14, y dado que una de las pistas es de aproximación de precisión de Categoría I: *cuando sea materialmente posible, en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I se instalará un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I.* En el caso de nuestro aeropuerto, el sistema de iluminación de aproximación consistirá en una fila de luces situadas en la prolongación del eje de pista, extendiéndose hasta una distancia de 900 m a partir del umbral, con una fila de luces que formen una barra transversal de 30 m de longitud, a una distancia de 300 m del umbral de la pista. Las luces que formen la barra transversal estarán dispuestas en forma de línea recta horizontal, perpendicular a la fila de luces de eje y bisecada por ella. Estas luces estarán espaciadas de forma que produzcan un efecto lineal, dejando espacios vacíos a cada lado del eje. Estos espacios vacíos se mantendrán reducidos al mínimo necesario para satisfacer las necesidades locales y cada uno de ellos será de 3m (lo cual no excede el máximo de 6m permitido).

En cuanto a las características físicas, el Anexo 14 especifica lo siguiente:

5.3.4.14 Las luces de eje y de barra transversal de un sistema de iluminación de aproximación de precisión de Categoría I serán luces fijas de color blanco y variable. Cada una de las posiciones de luces de eje consistirá en:

- a) una sola luz en los 300 m internos del eje, dos luces en los 300 m intermedios del eje y tres luces en los 300 m externos del eje, para proporcionar información a distancia; o bien
- b) una barreta.

Para nuestro aeropuerto elegiremos el caso a).

2.2. SISTEMAS VISUALES INDICADORES DE PENDIENTES DE APROXIMACIÓN

Las especificaciones del Anexo 14 dictan lo siguiente acerca de estos sistemas visuales:

5.3.5.1 Se instalará un sistema visual indicador de pendiente de aproximación para facilitar la aproximación a una pista, que cuente o no con otras ayudas para la aproximación, visuales o no visuales, cuando exista una o más de las condiciones siguientes:

- a) la pista sea utilizada por turboreactores u otros aviones con exigencias semejantes en cuanto a guía para la aproximación;
- b) el piloto de cualquier tipo de avión pueda tener dificultades para evaluar la aproximación por una de las razones siguientes:
 - 1) orientación visual insuficiente, por ejemplo, en una aproximación de día sobre agua o terreno desprovisto de puntos de referencia visuales o durante la noche, por falta de luces no aeronáuticas en el área de aproximación; o
 - 2) información visual equívoca, debida por ejemplo, a la configuración del terreno adyacente o a la pendiente de la pista;
- c) la presencia de objetos en el área de aproximación pueda constituir un peligro grave si un avión desciende por debajo de la trayectoria normal de aproximación, especialmente si no se cuenta con una ayuda no visual u otras ayudas visuales que adviertan la existencia de tales objetos;
- d) las características físicas del terreno en cada extremo de la pista constituyan un peligro grave en el caso en que un avión efectúe un aterrizaje demasiado corto o demasiado largo; y
- e) las condiciones del terreno o las condiciones meteorológicas predominantes sean tales que el avión pueda estar sujeto a turbulencia anormal durante la aproximación.

Observando las características del entorno físico del aeropuerto, es claro que los puntos c), d) y e) se cumplen en el caso del Aeropuerto de Sagres, por lo que será necesario instalar sistemas visuales indicadores de pendientes de aproximación.



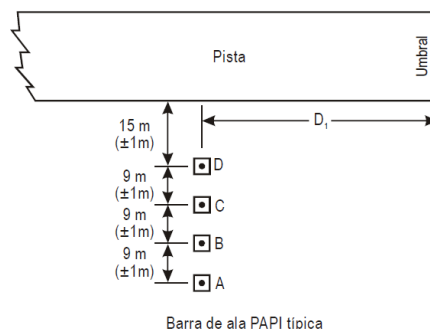
Figura 7. Entorno del Aeropuerto de Sagres.

El sistema elegido será PAPI, ya que es la recomendación del Anexo 14 para aeropuertos con número de clave de referencia 3. El sistema PAPI consiste en una barra de ala con cuatro elementos de lámparas múltiples de transición definida situados a intervalos iguales, y que estará colocado en el lado izquierdo de la pista. Esta es la normativa de OACI acerca del sistema PAPI:

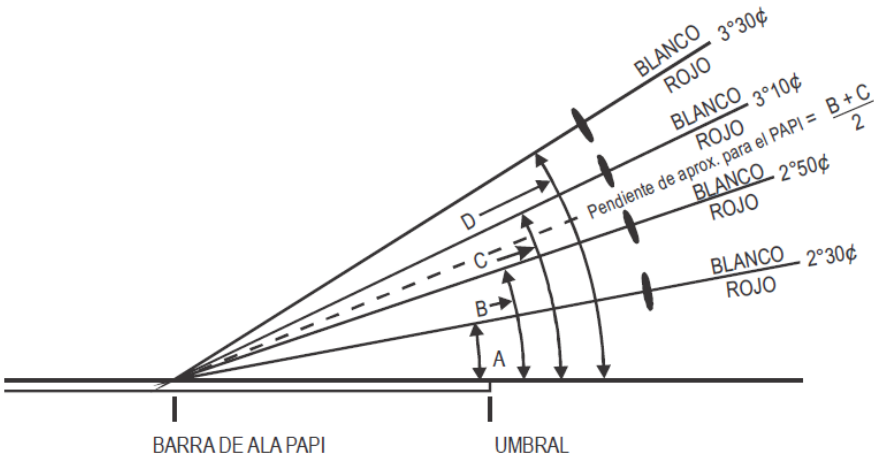
5.3.5.26 La barra de ala de un PAPI estará construida y dispuesta de manera que el piloto que realiza la aproximación:

- a) vea rojas las dos luces más cercanas a la pista y blancas las dos más alejadas, cuando se encuentre en la pendiente de aproximación o cerca de ella;
- b) vea roja la luz más cercana a la pista y blancas las tres más alejadas, cuando se encuentre por encima de la pendiente de aproximación, y blancas todas las luces en posición todavía más elevada; y
- c) vea rojas las tres luces más cercanas a la pista y blanca la más alejada, cuando se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación, y rojas todas las luces en posición todavía más baja.

Los elementos luminosos deberán estar emplazados como se indica en la siguiente figura. Deberán estar montados lo más abajo posible, y por supuesto ser frangibles.



Por otra parte, las pendientes de los elementos de iluminación seguirán la norma de la siguiente figura, con el fin de ser adecuada para los aviones que realicen la aproximación:



La altura de los ojos del piloto por encima de la antena de trayectoria de planeo ILS/antena MLS de la aeronave varía según el tipo de avión y la actitud de aproximación. La armonización de la señal del PAPI y de la trayectoria de planeo ILS o de la trayectoria de planeo mínima MLS en un punto más próximo al umbral, puede lograrse aumentando el sector “en curso” de 20º a 30º. Los ángulos de reglaje de una trayectoria de planeo de 3º serían de 2º25¢, 2º45¢, 3º15¢ y 3º35¢.

A — PAPI DE 3º

Figura 8. Pendiente de los elementos de iluminación PAPI.

El reglaje del ángulo de elevación de los elementos luminosos de una barra de ala PAPI será tal que un piloto que se encuentre en la aproximación y observe una señal de una luz blanca y tres rojas, franqueará con un margen seguro todos los objetos que se hallen en el área de aproximación. Esto se indica en la tabla 3:

Altura de los ojos del piloto respecto a las ruedas en configuración de aproximación ^a	Margen vertical deseado de las ruedas (metros) ^{b,c}	Margen vertical mínimo de las ruedas (metros) ^d
(1)	(2)	(3)
Hasta 3 m (exclusive)	6	3 ^e
Desde 3 m hasta 5 m (exclusive)	9	4
Desde 5 m hasta 8 m (exclusive)	9	5
Desde 8 m hasta 14 m (exclusive)	9	6

- a. Al seleccionar el grupo de alturas entre los ojos del piloto y las ruedas se considerarán únicamente los aviones que utilicen el sistema con regularidad. El tipo más crítico de dichos aviones determinará el grupo de alturas entre los ojos del piloto y las ruedas.
- b. Normalmente se proporcionarán los márgenes verticales deseados de las ruedas que figuran en la columna (2).
- c. Los márgenes verticales de las ruedas de la columna (2) pueden reducirse a valores no inferiores a los indicados en la columna (3), siempre que un estudio aeronáutico indique que dicha reducción es aceptable.
- d. Cuando se proporcione un margen vertical reducido de las ruedas sobre un umbral desplazado, se asegurará de que se dispone del correspondiente margen vertical deseado de las ruedas de la columna (2), si un avión con los valores máximos del grupo de alturas escogido entre los ojos del piloto y las ruedas sobrevuela el extremo de la pista.
- e. Este margen vertical de las ruedas puede reducirse a 1,5 m en pistas utilizadas principalmente por aviones ligeros que no sean turborreactores.

Tabla 3. Margen vertical entre ruedas y umbral para el PAPI.

La instalación de un sistema visual de pendiente de aproximación tiene como consecuencia que es necesario instalar también un sistema de protección contra obstáculos. Las características de este sistema corresponderán con las que se plasman en la tabla 4 y figura 9.

Dimensiones de la superficie	Tipo de pista/número de clave							
	Visual Núm. de clave				Por instrumentos Núm. de clave			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Longitud del borde interior	60 m	80 m ^a	150 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el sistema visual indicador de pendiente de aproximación ^e	D ₁ +30 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m	D ₁ +60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%
Longitud total	7 500 m	7 500 m ^b	15 000 m	15 000 m	7 500 m	7 500 m ^b	15 000 m	15 000 m
<i>Pendiente</i>								
a) T-VASIS y AT-VASIS	— ^c	1,9°	1,9°	1,9°	—	1,9°	1,9°	1,9°
b) PAPI ^d	—	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°	A-0,57°
c) APAPI ^d	A-0,9°	A-0,9°	—	—	A-0,9°	A-0,9°	—	—

a. En el caso del T-VASIS o del AT-VASIS, esta longitud se incrementará a 150 m.
b. En el caso del T-VASIS o del AT-VASIS, esta longitud se incrementará a 15 000 m.
c. No se ha especificado la pendiente para el caso de un sistema cuya utilización, en las pistas del tipo/número de clave indicado, sea poco probable.
d. Los ángulos serán los indicados en la Figura 5-20.
e. D₁ es la distancia entre el sistema visual indicador de pendiente de aproximación y el umbral, antes de efectuar cualquier desplazamiento para remediar la penetración del objeto en la OPS (véase la Fig. 5-19). El inicio de la OPS se fija al emplazamiento del sistema visual indicador de pendiente de aproximación, de modo que el desplazamiento del PAPI traiga aparejado un desplazamiento igual del inicio de la OPS. Véase 5.3.5.46 e).

Tabla 4. Dimensiones de la superficie de protección contra obstáculos.

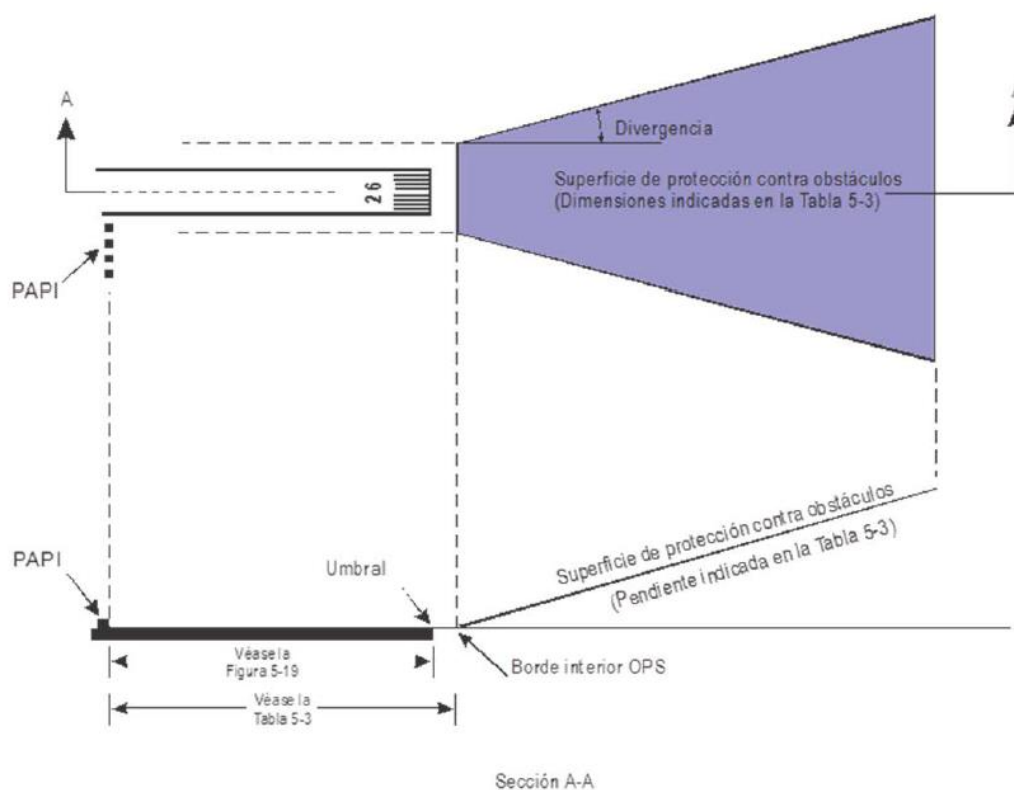


Figura 9. Superficie de protección contra obstáculos.

2.3. LUCES DE IDENTIFICACIÓN DEL UMBRAL DE PISTA

Deben instalarse luces de identificación del umbral de pista en el umbral de una pista para aproximaciones que no son de precisión, como es el caso del umbral 23 en el Aeropuerto de Sagres. De este modo este tipo de luces serán colocadas en dicho umbral simétricamente respecto al eje de la pista, alineadas con el umbral y a 10 m, aproximadamente, al exterior de cada línea de luces de borde pista, tal y como especifica el Anexo 14. Estas luces solamente serán visibles en la dirección de aproximación a la pista.

2.4. LUCES DE BORDE DE PISTA

Según la normativa, se instalarán luces de borde de pista en pistas de precisión destinadas a uso nocturno o diurno, como es nuestro caso. Se seguirán las recomendaciones de emplazamiento del Anexo 14 para estas luces, que son:

5.3.9.3 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.

5.3.9.4 Las luces de borde de pista se emplazarán a lo largo de los bordes del área destinada a servir de pista, o al exterior de dicha área a una distancia que no exceda de 3 m.

Además, las luces estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos de 60 tal y como se indica que debe ser para pistas de vuelo por instrumentos. Las luces a uno y otro lado del eje de la pista estarán dispuestas en líneas perpendiculares al mismo. Deben ajustarse a las especificaciones de la siguiente figura, que si bien son para pistas de 45m de ancho, también las utilizaremos en nuestro caso para la pista de 30m.

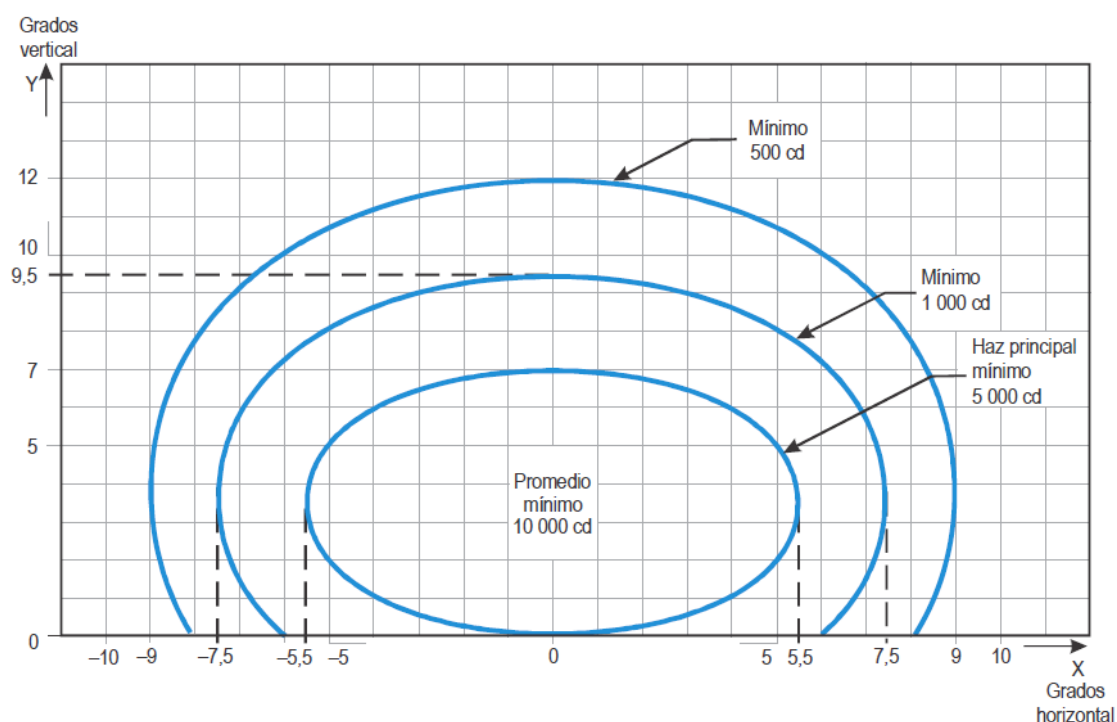


Figura 10. Diagrama de isocandelas para luces de borde de pista cuando la anchura es de 45m.

2.5. LUCES DE UMBRAL DE PISTA

Dado que en nuestra pista no hay umbrales desplazados, las luces del umbral estarán dispuestas en una fila perpendicular al eje de pista tan cerca del extremo como sea posible. En ningún caso esta última distancia excederá los 3 metros.

El número de luces según el Anexo 14 será de 6 para el umbral 23 (no precisión), y de 10 para el umbral 05 (precisión, Categoría I), tal y como se especifica:

5.3.10.4 Las luces de umbral comprenderán:

- a) en una pista de vuelo visual o en una pista para aproximaciones que no son de precisión, seis luces por lo menos;
- b) en una pista para aproximaciones de precisión de Categoría I, por lo menos el número de luces que se necesitarían si las luces estuviesen uniformemente espaciadas, a intervalos de 3 m, colocadas entre las filas de luces de borde de pista; y

La disposición de las luces del umbral será tal y como indica la figura 11:

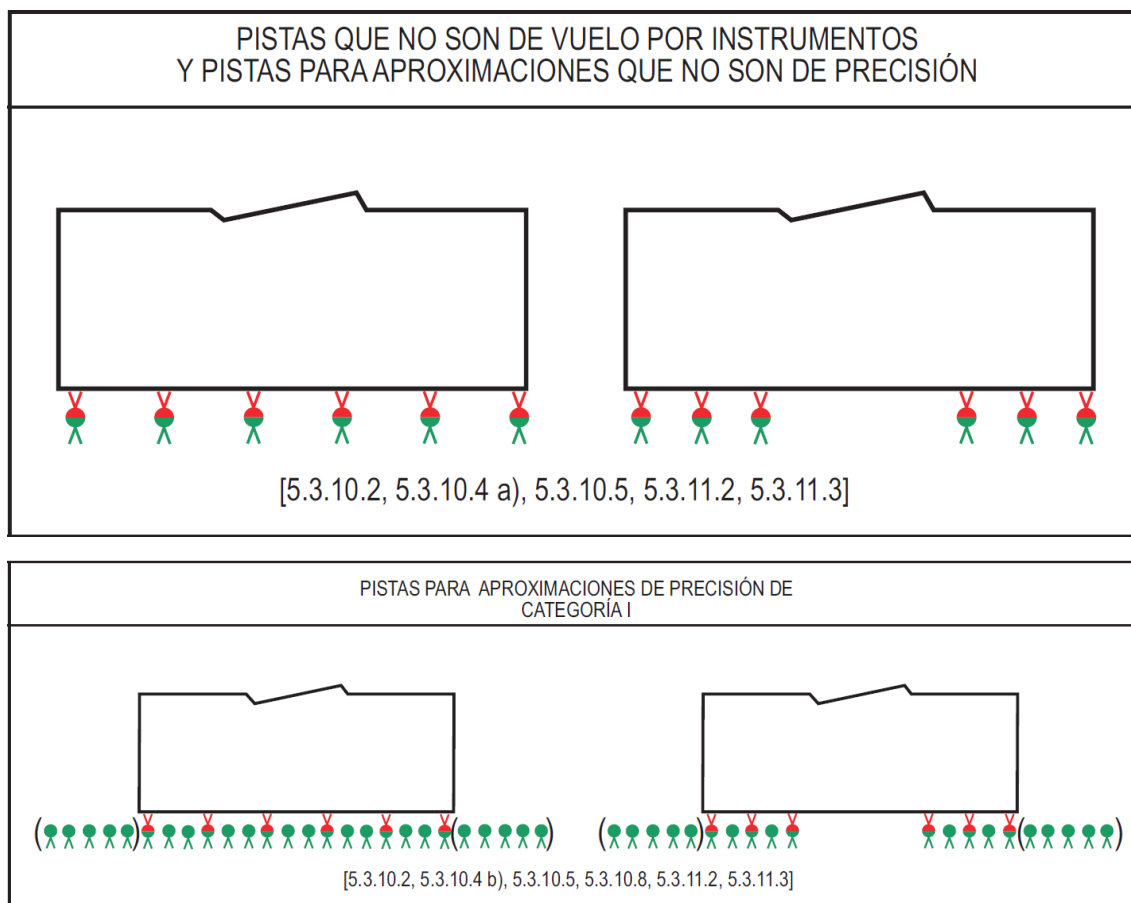


Figura 11. Disposición de luces del umbral para los umbrales 23 (arriba) y 05 (abajo).

2.6. LUCES DE EJE DE PISTA

Aunque no son obligatorias para pistas de aproximación de precisión de Categoría I, sí son muy recomendables, por lo que se instalarán en el aeropuerto. Las luces de eje de pista se emplazarán a lo largo del eje de la pista, desde el umbral hasta el extremo, con un espaciado longitudinal aproximado de 15 m. Deberán seguir las especificaciones de la siguiente figura:

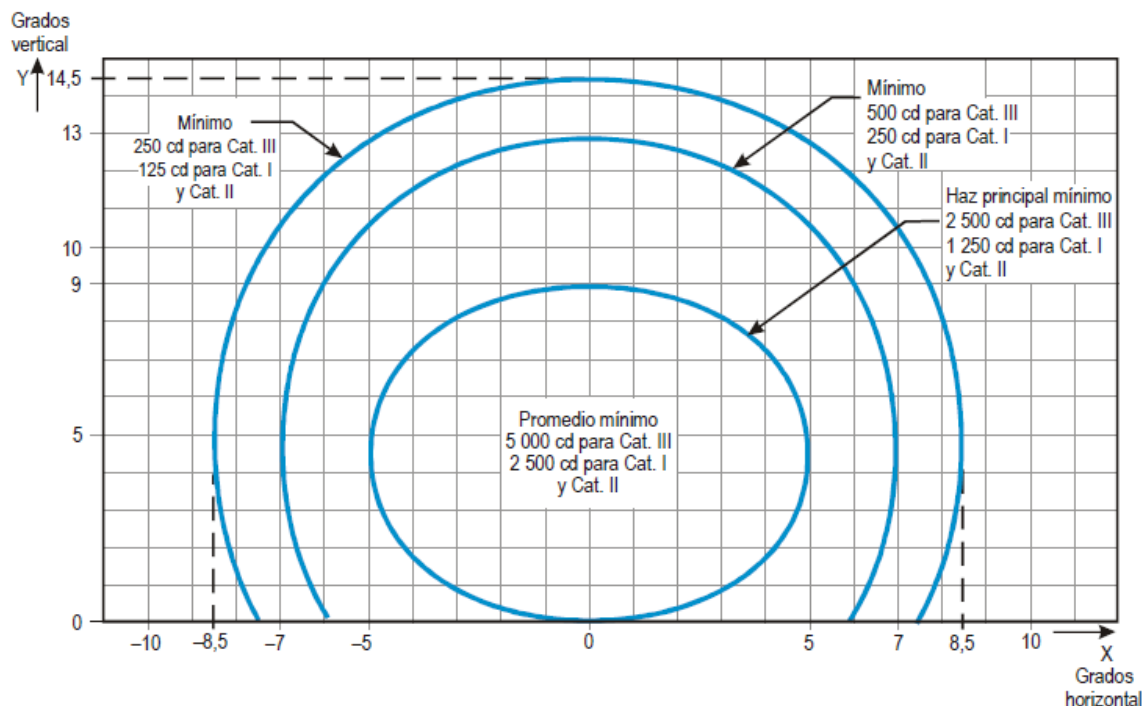
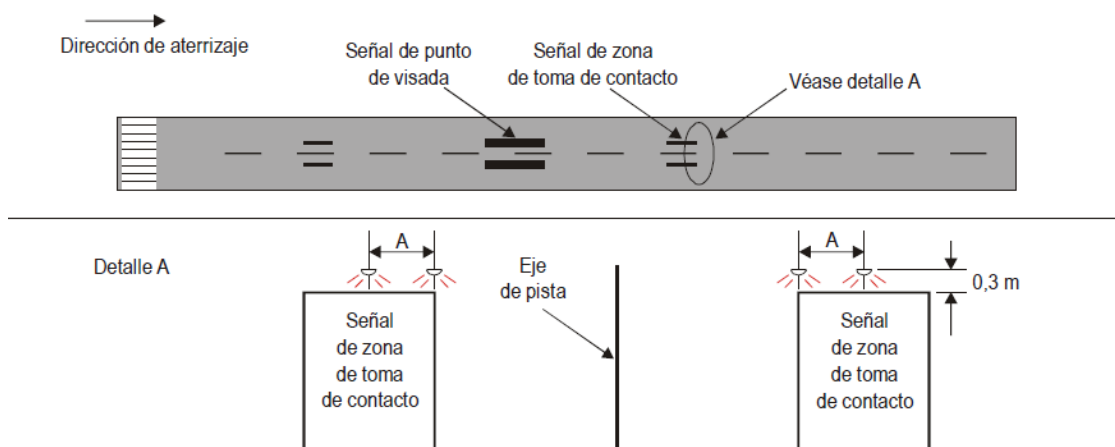


Figura 12. Diagrama de isocandelas para luces de eje de pista con espacio longitudinal de 15m.

No se instalarán luces de zona de toma de contacto con la pista, pues sólo están especificadas para pistas de aproximaciones de precisión de Categorías II y III.

2.7. LUCES SIMPLES DE ZONA DE TOMA DE CONTACTO EN LA PISTA

Al contrario que en el caso anterior, este tipo de luces sí son muy recomendables y serán instaladas en el aeropuerto. Las luces simples de la zona de toma de contacto en la pista constarán de un par de luces y estarán situadas a ambos lados del eje de pista a 0,3 m del borde en contra del viento de la última señal de zona de toma de contacto. El espaciado lateral entre las luces internas de los dos pares de luces será igual al espaciado seleccionado para la señal de zona de toma de contacto. Por otra parte, el espacio entre las luces del mismo par será de 1m (medida menor al máximo de 1.5m).



Nota.— La dimensión A es de 1,5 m o la mitad de la anchura de la señal de zona de toma de contacto, lo que sea mayor.

Figura 13. Luces simples de zona de toma de contacto.

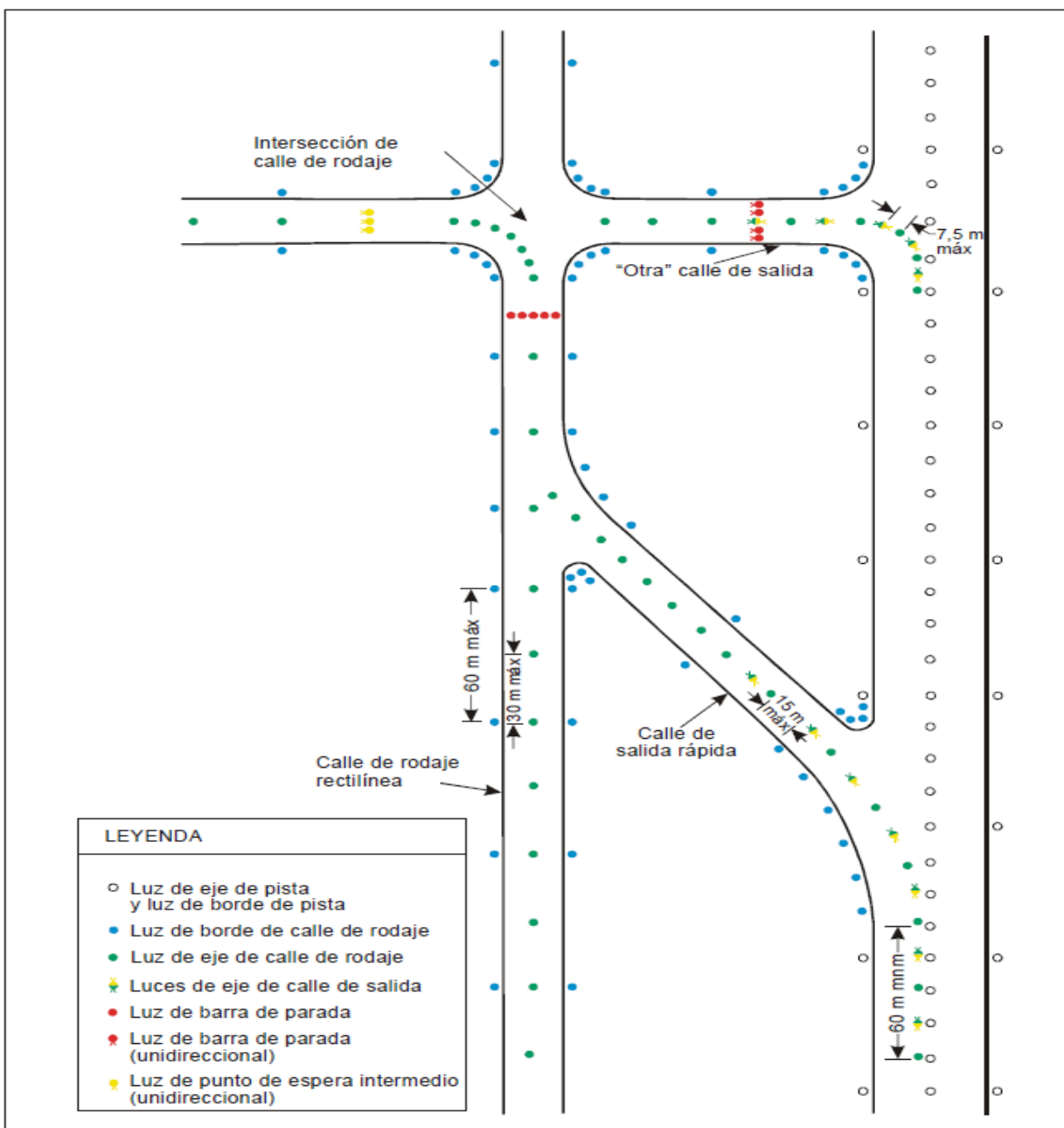
El Aeropuerto de Sagres no incluye zona de parada ni calles de salida rápida, por lo que no procede la instalación de luces para estos casos.

2.8. LUCES DE EJE DE CALLE DE RODAJE

Esta es la información que proporciona el Anexo 14 acerca de las luces del eje de calle de rodaje:

5.3.17.1 Se instalarán luces de eje de calle de rodaje en las calles de salida de pista, calles de rodaje, instalaciones de deshielo/antihielo y plataformas destinadas a ser utilizadas en condiciones de alcance visual en la pista inferiores a 350 m, de manera que proporcionen una guía continua entre el eje de la pista y los puestos de estacionamiento de aeronaves, pero no será necesario proporcionar dichas luces cuando haya reducida densidad de tránsito y las luces de borde y las señales de eje de calle de rodaje proporcionen guía suficiente.

La iluminación de las calles de rodaje será acorde a la siguiente figura. El Anexo 14 insiste en limitar con cuidado la distribución de luces verdes en las pistas o cerca de ellas, a fin de evitar su posible confusión con las luces del umbral.



En cuanto a su emplazamiento, estarán situadas sobre los ejes de calle de rodaje, espaciadas en intervalos longitudinales de 30m, como indica la norma. Los espaciados de las luces en zonas curvas seguirán las indicaciones de la siguiente tabla, aunque en nuestro aeropuerto serán de 7.5m pues no existen curvas de radio mayor a 400m.

Radio de la curva	Espaciado de las luces
<i>hasta 400 m</i>	<i>7,5 m</i>
<i>de 401 m a 899 m</i>	<i>15 m</i>
<i>900 m o más</i>	<i>30 m.</i>

En las calles de salida las luces comenzarán en el punto en que las señales del eje de calle de rodaje inician la parte curva separándose del eje de la pista, y seguirán la señalización en curva del eje de la calle de rodaje, hasta el punto en que las señales se salen de la pista. La primera luz estará a 60 cm de cualquier fila de luces de eje de pista, tal como se indica en la figura 14.

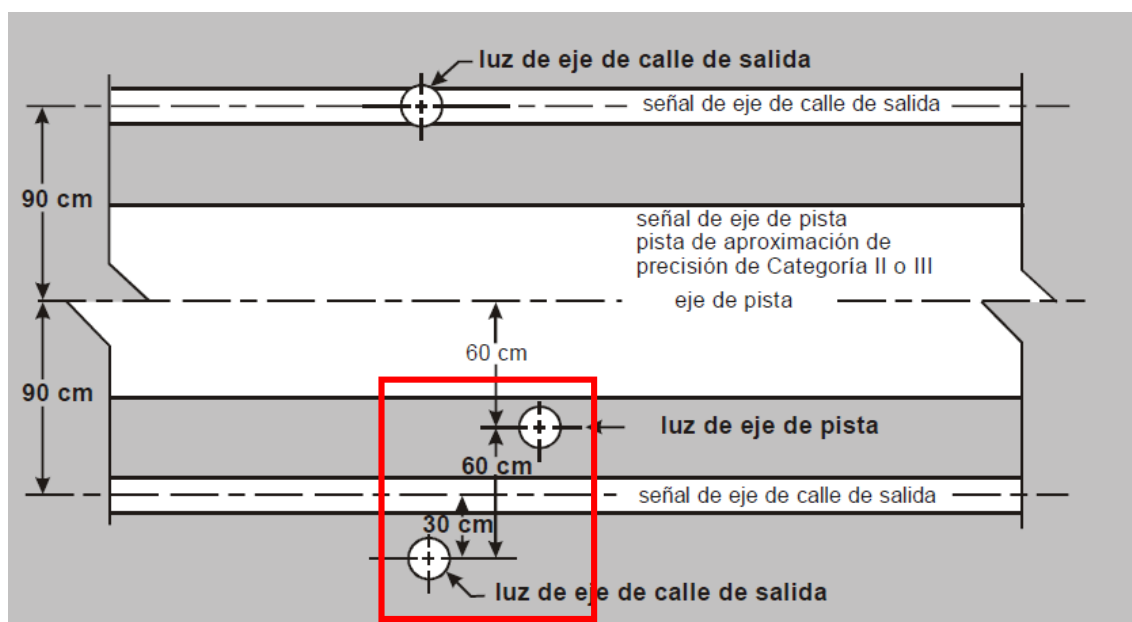


Figura 14. Luces de eje de calle de rodaje.

2.9. BARRAS DE PARADA

Las barras de parada serán controladas manual o automáticamente por los servicios de tránsito aéreo. Estarán colocadas en el punto de espera, a 2m del borde de la calle de rodaje. Consisten en un conjunto de luces de color rojo separadas uniformemente en intervalos de 2m, y colocadas de forma transversal al eje de la calle de rodaje.

En cuanto a las luces de protección de la pista, no será necesario instalarlas, pues el aeropuerto cumple con los siguientes requisitos:

5.3.23.1 Se proporcionarán luces de protección de pista, configuración A, en cada intersección de calle de rodaje/pista asociada con una pista que se prevé utilizar:

- a) en condiciones de alcance visual en la pista inferior a un valor de 550 m donde no esté instalada una barra de parada; y
- b) en condiciones de alcance visual en la pista con valores comprendidos entre 550 m y 1 200 m cuando la densidad del tránsito sea intensa.

Nuestro aeropuerto tiene una barra de parada en cada calle de salida, y las previsiones de tráfico no son muy altas (la capacidad es de sólo 15 puestos de estacionamiento) por lo que no se instalarán luces de protección de la pista en el aeropuerto.

2.10. BARRAS DE PROHIBICIÓN DE ACCESO

5.3.29.1 **Recomendación.**— *Debería instalarse una barra de prohibición de acceso colocada transversalmente en una calle de rodaje destinada a ser utilizada como calle de rodaje de salida únicamente para evitar que inadvertidamente el tránsito ingrese en esa calle de rodaje.*

Las calles A2 y A6 del Aeropuerto de Sagres (ver plano ADC) son exclusivamente salida, por lo que tendrán instaladas barras de prohibición de acceso, de forma transversal a la calle de rodaje. Estas barras consistirán en un conjunto de luces rojas uniformemente espaciadas a una distancia de 3m cada una de la siguiente. Desde la calle de rodaje no serán visibles las luces de eje de calle de rodaje instaladas más allá de la barra de prohibición de acceso, mirando en dirección a la pista.

3. BIBLIOGRAFÍA

- OACI (2018). Anexo 14 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional: Aeródromos.
- OACI (2020). Doc 9157, Parte 4: Manual de diseño de aeródromos-Ayudas visuales.
- Boeing (2021). 737 Airplane Characteristics for Airport Planning.

