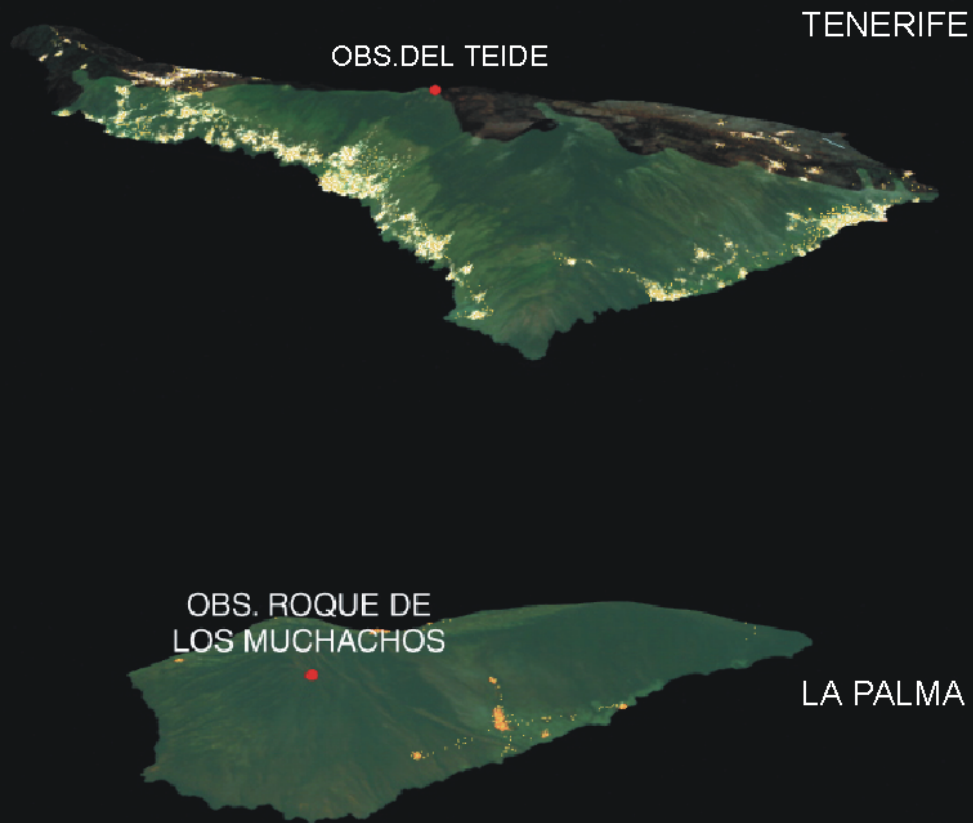


AMBITO DE PROTECCION



INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS

PROTEGER EL CIELO DE CANARIAS



INSTITUTO DE ASTROFISICA DE CANARIAS



OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION DE LA CALIDAD DEL CIELO



INSTITUTO **IAAC** ASTROFISICA **IAAC** CANARIAS (IAC)

C/ Vía Láctea, s/n

38200 La Laguna. Tenerife. España

Teléfono: 34-922 605200

Fax: 34-922 605210

Home Page: <http://www.iac.es/home.html>

Ftp: iac.es

OFICINA TECNICA PARA LA PROTECCION
DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)

Teléfono: 34-922 605365

Fax: 34-922 605210

E-mail: fdc@iac.es / fpaz@iac.es

Home Page: <http://www.iac.es/proyect/otpc/>

Edición y textos: Javier Díaz Castro

Diseño y confección: Federico de la Paz G.

Tratamiento digital de imágenes: Gabriel Pérez

Editado por: O.T.P.C. del I.A.C.

Depósito legal: TF-2328/99

Se permite la reproducción del cualquier texto o imagen contenido en este boletín, citando como fuente Boletín Informativo Proteger el Cielo de Canarias del Instituto de Astrofísica de Canarias.



Telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos.

INTRODUCCION

Con el fin de garantizar la actividad investigadora que se realiza en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y en especial, preservar la calidad astronómica de sus observatorios, en el año 1988 el Parlamento español (a iniciativa del Parlamento Canario) aprobó la Ley 31/1988 sobre la Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC.

La Oficina Técnica para la Protección de la Calidad del Cielo (O.T.P.C.) fue creada en enero de 1992 por el IAC con el objetivo de controlar y evaluar las actividades contaminantes que pudieran obstaculizar las labores de investigación del IAC.

Desde su planteamiento inicial, la Ley comprende cuatro aspectos fundamentales:

La contaminación lumínica:

Este ha sido un aspecto primordial dentro de la Ley, que protege al Observatorio del Roque de los Muchachos. Su ámbito de aplicación abarca la totalidad de La Palma, aunque también afecta a la parte de Tenerife que tiene visión directa desde aquella isla, donde ha tenido una aplicación retroactiva. Por este motivo se ha estado realizando la adaptación de numerosas instalaciones de alumbrado desde el año 1992.

La contaminación radioeléctrica:

Con el fin de controlar la contaminación radioeléctrica, se ha llegado a un acuerdo con la Secretaría General de Telecomunicaciones, para la realización periódica de medidas de fondo de radiofrecuencia en ambos observatorios.

Rutas aéreas:

Este ha sido uno de los mayores logros que ha conseguido el IAC dentro del ámbito de protección de los observatorios, ya que el 17 de mayo de 1998, el espacio aéreo de los observatorios del IAC fue declarado "Zona de Protección Ecológica", con los mismos efectos prácticos pretendidos desde las primeras negociaciones con la Dirección General de Aviación Civil.

La contaminación atmosférica:

En lo que se refiere a este punto, la Ley limita la instalación de industrias o actividades contaminantes por encima de los 1.500 metros. Por el momento no ha habido iniciativas para la instalación de ningún tipo de industria por encima de esta altitud.

AMBITO DE PROTECCION

El ámbito de protección de la Ley incluye la totalidad de la isla de La Palma y, a partir del 22 de abril de 1992, también afecta a nuevas instalaciones en la parte de Tenerife con visión directa desde la Isla de La Palma entre la costa y, aproximadamente, la línea formada por:

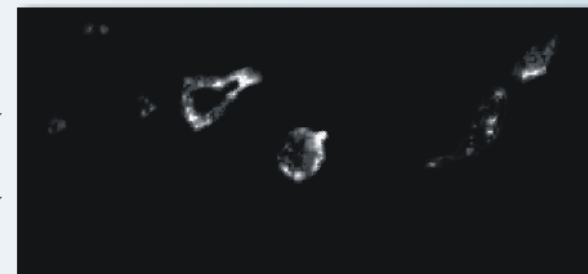


Imagen por satélite tomada el 2 de octubre de 1997 20:56h UTC.

Punta del Hidalgo, Las Mercedes, zonas altas de La Laguna, Los Rodeos, Montaña del Aire, Límite T.M. El Rosario con Tacoronte y el Sauzal (Fagundo, Montaña Cabeza de Toro), C-824, Las Cañadas, Vilaflor (Montaña Cimelita), Adeje (Ifonche, Roque del Conde), Arona (Sabinita, La Florida, La Camella, Montaña de Guaza y Faro de Rasca).

El alumbrado del resto de la Isla de Tenerife afecta principalmente al Observatorio del Teide (Izaña), por lo que de acuerdo con la Ley de Procedimiento Administrativo 30/92 y 4/99, el IAC es parte interesada en las resoluciones y actos administrativos relacionados con la instalación de alumbrado de exteriores, al afectar a la rentabilidad de sus instalaciones en el Observatorio del Teide.

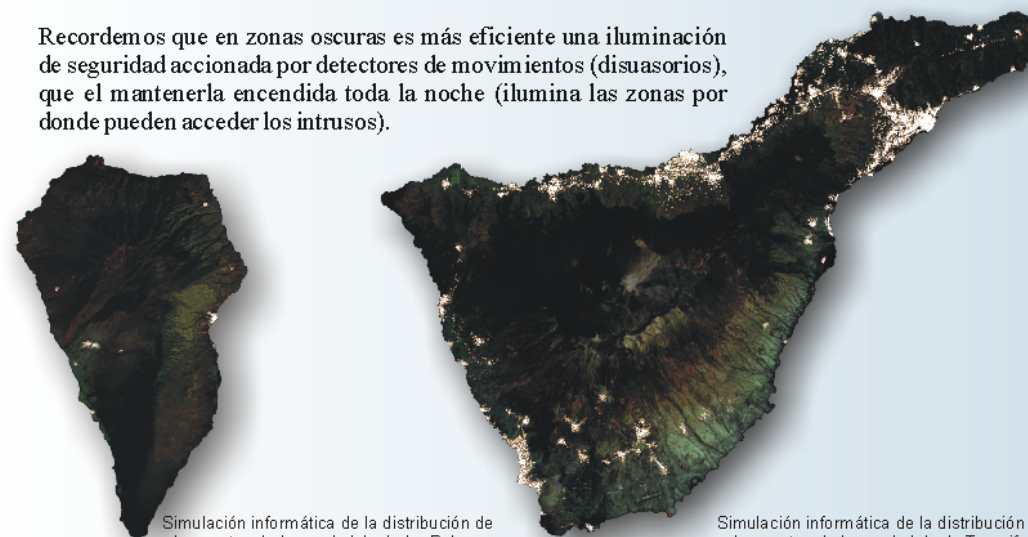
RECOMENDACIONES FINALES

En caso de que queramos iluminar algo debemos empezar por preguntarnos o asesorarnos qué cantidad de luz necesitamos y qué tipo de bombilla es la adecuada. A continuación, averiguar qué dispositivo nos proyecta de la forma más eficiente la luz que necesitamos.

Debemos evitar que parte del haz luminoso salga fuera de nuestra zona, especialmente hacia los vecinos (ventanas), hacia las carreteras (deslumbramientos) y hacia el cielo (pérdida de visión del firmamento celeste).

Se aconseja utilizar dispositivos de control horario o detección de movimiento si nuestras necesidades de iluminación varían durante la noche.

Recordemos que en zonas oscuras es más eficiente una iluminación de seguridad accionada por detectores de movimientos (disuasorios), que el mantenerla encendida toda la noche (ilumina las zonas por donde pueden acceder los intrusos).



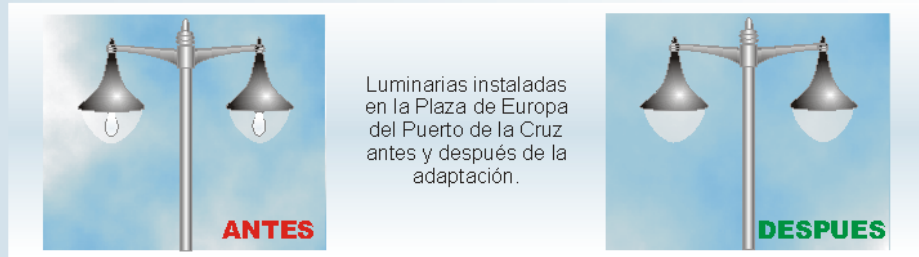
Simulación informática de la distribución de los puntos de luz en la Isla de La Palma.

Simulación informática de la distribución de los puntos de luz en la Isla de Tenerife.

ADAPTACION DE LA PLAZA DE EUROPA DEL PUERTO DE LA CRUZ (TENERIFE)**CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION ANTES DE LA ADAPTACION**

**44 LUMINARIAS CON LAMPARA DE 125 W DE V.M.
LUMENES INSTALADOS: 286 Klúmenes.**

**WATIOS INSTALADOS: 6.028 W
ENERGIA ANUAL: 26.280 Kw.h/año --- 394.200 pts/año**

**CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION DESPUES DE LA ADAPTACION**

**44 LUMINARIAS CON LAMPARA DE 100 W DE V.S.A.P.
Y APAGADO 3/4 DESPUES DE LAS 24:00 h.**

**LUMENES INSTALADOS: 418 Klúmenes.
WATIOS INSTALADOS: 5.060 W
ENERGIA ANUAL: 11.081 Kw.h/año --- 166.220 pts/año**



Imagen nocturna de la instalación, antes y después de la adaptación.

LA CALIDAD DEL CIELO DE CANARIAS

Canarias disfruta de unos cielos excepcionales para la observación astrofísica debido a factores geográficos y climatológicos. Entre ellos destaca el hecho de que Canarias se encuentre cerca del Ecuador, lo que supone poder ver todo el Hemisferio Norte, así como buena parte del Hemisferio Sur, además de estar situadas lejos de las tormentas tropicales.

Los observatorios del IAC se encuentran a una altitud de 2.400 metros. Esta ubicación garantiza que los telescopios se sitúen por encima del "mar de nubes" donde el aire es más sereno y limpio debido a la inversión térmica que provocan los Vientos Alisios.



Mar de nubes desde el Observatorio del Roque de los Muchachos.

En la capa en la que se encuentra los observatorios, los vientos dominantes son secos y poco turbulentos, la atmósfera es muy transparente y la frecuencia de nubes altas es baja, lo que nos asegura un cielo idóneo para la observación astronómica.

LA CONTAMINACION LUMINICA

La contaminación lumínica es el brillo o resplandor de luz en el cielo producido por la reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire. Este resplandor, al hacer menos oscura la noche, impide ver los astros más débiles.

La contaminación es producida por el mal apantallamiento de la iluminación de exteriores y/o uso de luminarias inadecuadas, lo que hace que parte de la luz sea enviada hacia el cielo y, por tanto, no sea aprovechada para iluminar el suelo de nuestras calles, plazas e instalaciones deportivas.

Dirigiendo toda esa luz desperdiciada hacia el suelo se mejora la iluminación o se ahorra energía, todo ello en beneficio de nuestro medio ambiente. Un buen diseño de las instalaciones de alumbrado debe controlar la emisión de luz para iluminar sólo aquello que es preciso.

La iluminación ornamental de edificios así como los letreros luminosos publicitarios deben adoptar un diseño que evite la luz hacia el cielo, además de ser apagados cuando no sean contemplados.

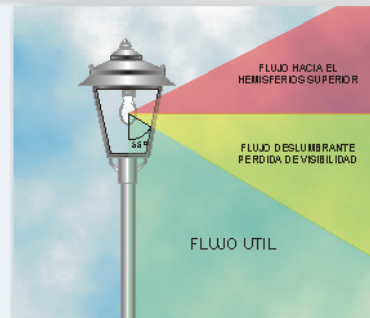
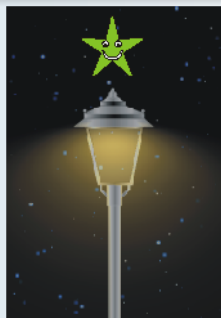
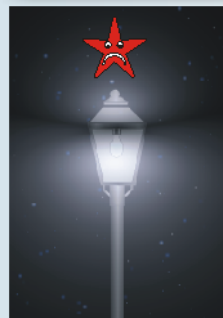
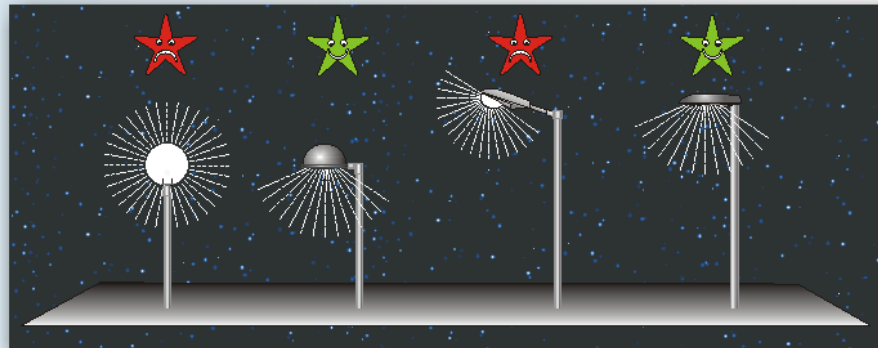


Simulación informática de los efectos de la contaminación lumínica en el Observatorio del Teide.

NORMAS BASICAS DE UTILIZACION EN ALUMBRADO DE EXTERIORES

1. Uso de luminarias.

- 1.1. Evitar la emisión de luz hacia el cielo.
- 1.2. Viales, prohibido el uso de lámparas de vapor de mercurio.
- 1.3. A partir de media noche:
 - Utilizar lámparas adecuadas.
 - Reducir la iluminación a los niveles mínimos recomendados para la seguridad.



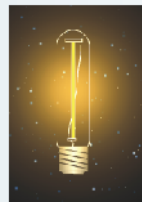
2. Uso de lámparas.

V.M. CON HALOGENUROS METALICOS (V.M.H.M.)



- Iluminación ornamental de edificios públicos, monumentos y jardines.
- Alumbrado de instalaciones deportivas y de recreo.
- Apagado a partir de las 12 horas de la noche.

VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION (V.S.A.P.)



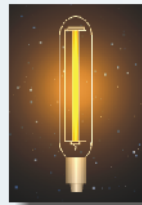
- Para todo tipo de alumbrados (excepto letreros luminosos).
- En La Isla de la Palma sólo se permite su uso en zonas urbanas y hasta las 12 horas de la noche (salvo casos especiales).

VAPOR DE MERCURIO (V.M.)



- Iluminación ornamental de edificios públicos, monumentos y jardines.
- Alumbrado de instalaciones deportivas y de recreo.
- Apagado a partir de las 12 horas de la noche.

VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION (V.S.B.P.)

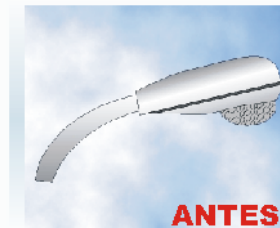


- Se permite su uso en todo tipo de alumbrados.

ADAPTACION DE LA AVENIDA MARITIMA DE SANTA CRUZ DE LA PALMA
CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION ANTES DE LA ADAPTACION

LAMPARA: 250W V.S.A.P (275W)
 FLUJO: 24750 LUMEN
 EFICACIA LUMINARIA: 75%
 FLUJO HACIA ARRIBA: 6%
 FLUJO HACIA ABAJO : 94%
 NUMERO DE UNIDADES: 48

FLUJO ABAJO: 837.540 LUMEN
 FLUJO ARRIBA (+10% REFLEXION): 137.214 LUMEN
 CONSUMO ANUAL: 275 x 12 x 365 x 48 = 57.816 KWxh
 COSTE ANUAL ENERGIA A 15 PTAS/KWh: 867.240 PTAS/AÑO



Luminarias instaladas en la Avenida Marítima de Santa Cruz de la Palma, antes y después de la



CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION DESPUES DE LA ADAPTACION

LAMPARA: 250W V.S.A.P ANTES 24h --- 90W V.S.B.P. DESPUES 24h
 FLUJO: 250W 24750 LUMEN --- 90W 13500 LUMEN
 EFICACIA LUMINARIA: 250 W 70% --- 90 W 58%
 FLUJO HACIA ARRIBA: 0%
 FLUJO HACIA ABAJO : 100%
 NUMERO DE UNIDADES: 48

FLUJO ABAJO: ANTES 24h 831.600 LUMEN / DESPUES 24h 375.840 LUMEN
 FLUJO ARRIBA (+10% REFLEXION): ANTES 24h 83.160 LUMEN / DESPUES 24h 37.584 LUMEN
 CONSUMO ANUAL: (275 x 4 +113 x 8) x 365 x 48 = 35.110 KWxh
 COSTE ANUAL ENERGIA A 15 PTAS/Kwh: 526.650 PTAS/AÑO

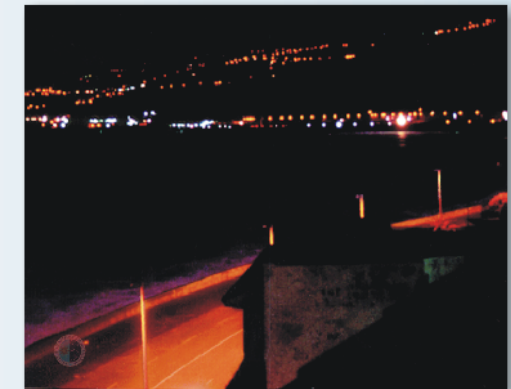


Imagen nocturna de la instalación, antes y después de la adaptación.

ADAPTACION DEL CASCO URBANO DE BARLOVENTO (LA PALMA)

CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION ANTES Y DESPUES DE LA ADAPTACION

ANTES

LAMPARA: V.S.A.P. 100W
 FLUJO: 8550 LUMEN
 EFICACIA: 50%
 FLUJO HACIA ARRIBA : 35%
 FLUJO HACIA ABAJO: 65%
 UNIDADES: 198

DESPUES

LAMPARA: V.S.B.P. 35W
 FLUJO: 4800 LUMEN
 EFICACIA: 50%
 FLUJO HACIA ARRIBA: 0.1%
 FLUJO HACIA ABAJO: 99.9%
 UNIDADES: 130

LAMPARA: V.S.B.P. 35W
 FLUJO: 4800 LUMEN
 EFICACIA: 67%
 FLUJO HACIA ARRIBA: 0%
 FLUJO HACIA ABAJO: 100%
 UNIDADES: 68



CONCLUSIONES

TOTAL REDUCCION FLUJO HACIA ARRIBA (CONTAMINACION) : 84.8%
TOTAL REDUCCION FLUJO HACIA ABAJO (ILUMINACION): 3.6%
REDUCCION CONSUMO ENERGETICO (AHORRO): 65%

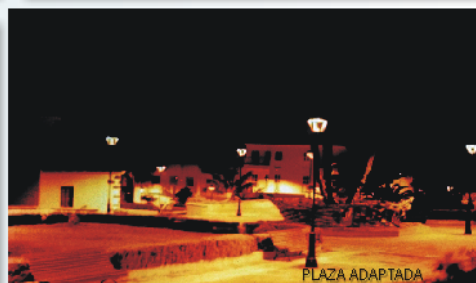
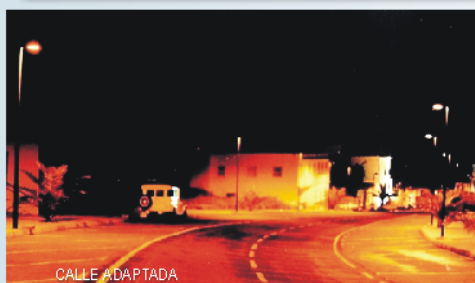


Imagen nocturna de la Calle principal y Plaza de Barlovento, antes y después de la adaptación.

3. Uso de proyectores.

El uso de proyectores asimétricos (con asimetría en el plano frontal), cuando ello es posible, supone un aumento en general del 25% de los niveles luminotécnicos y de la uniformidad con respecto a uno simétrico, por el hecho de emitir toda su luz hacia el suelo.

En caso de usar proyectores simétricos es conveniente utilizar rejillas que eviten la emisión de luz sobre el horizonte, con la ventaja de que ello evita deslumbramientos a los usuarios de la instalación y vecinos de la misma.

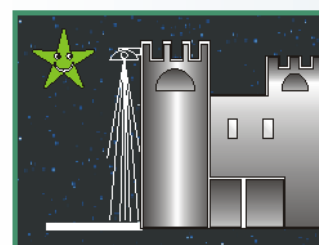


En cualquier caso, el haz principal de un proyector nunca debe superar los 65°-70° de inclinación, pues ello supondría un elevado deslumbramiento a los usuarios y pérdida de eficiencia en la instalación.

Cuando el inicio del área a iluminar está lejos del proyector deben usarse proyectores simétricos circulares o rectangulares con deflectores.



3.1 Uso de proyectores para la iluminación de fachadas y carteles.



El uso de proyectores simétricos muy concentrados iluminando de arriba hacia abajo puede ser una solución idónea en muchos casos.



Ejemplo de lo que NO se debe hacer cuando se ilumina un cartel o una fachada.

3.2 Elección de proyectores según su haz luminoso para la iluminación de fachadas.

La apertura de haz luminoso se define como el ángulo formado entre los extremos de un haz cuya intensidad luminosa es la mitad de la Intensidad Máxima.

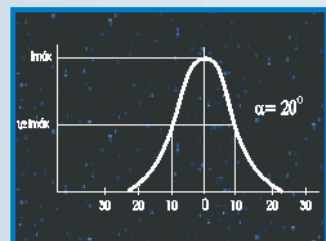
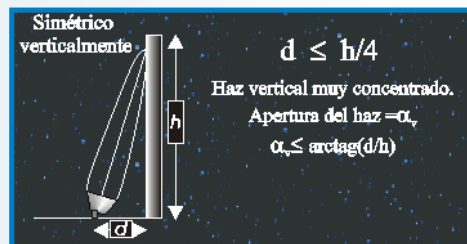
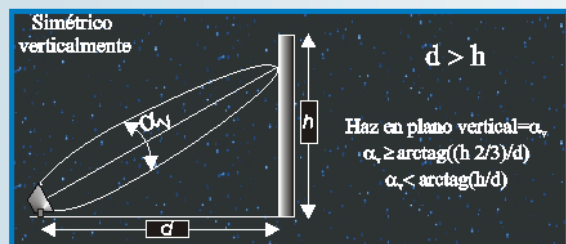


Gráfico de utilización de proyectores asimétricos en función del haz luminoso.



Gráficos de utilización de proyectores simétricos en función del haz luminoso y la distancia al objeto a iluminar.

En general podemos aplicar la siguiente fórmula, en la que se tiene en cuenta el haz horizontal en función de la longitud de la zona iluminada por el proyector en particular (L):

$$\alpha_v = 2 \times \arctg(1/2 L/d)$$

4. Luminarias de uso especial.

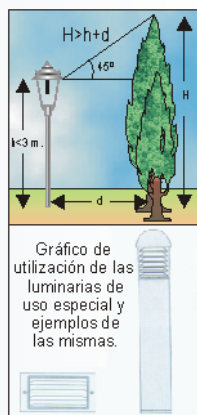
Se consideran luminarias especiales aquellas cuyo porcentaje de flujo emitido hacia su hemisferio superior (%FHS) del total eficaz supere el 5% o no se tengan datos de la mismas.

Estas luminarias podrán utilizarse en las siguientes zonas y tipos de alumbrado:

- Tenerife: jardines y paseos peatonales (excepto instalaciones sobre los 1.000 m.), con lámparas fluorescentes compactas hasta 25 W., incandescentes hasta 100 W. o VSBP de 18 W. Deberán existir elementos naturales o artificiales (vegetación, edificios), que eviten la visión directa de las lámparas desde La Palma.
- La Palma: para su uso, la instalación no debe tener visión directa desde Observatorio del Roque de los Muchachos, debe encontrarse a más de 9 km. del mismo y con lámparas incandescentes hasta 100 W., o de V.S.B.P. hasta 18 W., o fluorescentes compactas hasta 25 W.
- Las potencias mencionadas son las máximas por luminaria o punto de luz.

CRITERIOS PARA LUMINARIAS DE USO ESPECIAL

- Se evitará utilizar luminarias con emisión de luz directa hacia el hemisferio superior.
- Todas las superficies de la luminaria con flujo de luz saliente cuya normal tenga un ángulo con la horizontal (suelo) igual o superior a 0° (cero grados) deberá opacarse interior o exteriormente. (Ej: semiesfera superior de globos opaca). Las lámparas se instalarán lo más cerca posible de las superficies opacadas y/o techos de la luminaria, siendo lo ideal que queden envueltas en su hemisferio superior (dentro de dichas superficies). En el caso de que la lámpara sobresalga de la zona opacada (Ej: lámpara en posición vertical en un farol), los laterales o difusores deberán ser opalinos (no transparentes) de forma que disminuya el brillo de la lámpara hacia o sobre el horizonte.
- La altura de instalación no superará los 3 m.
- Después de medianoche, la distancia mínima en metros entre luminarias o puntos de luz sencillos, se obtiene dividiendo por 100 los lúmenes de una lámpara.

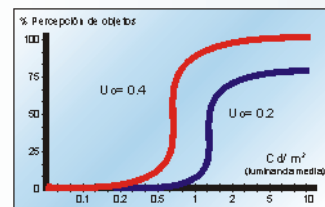


Guía práctica de niveles de alumbrado recomendados a partir de las 24:00 h.

| TIPO DE VIAL | LUMINANCIA cd/m ² | | | ILUMINANCIA lux | | |
|--|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | MEDIA | MAXIMA U ₀ > 0,35* | PUNTUAL U ₀ < 0,35* | MEDIA | MAXIMA U _g > 0,25* | PUNTUAL U _g < 0,25* |
| AUTOPISTAS Y AUTOMAS. | 0,9-1,1 | 1,5 | 2,5 | 15-20 | 30 | 65 |
| CARRETERAS GENERALES EN TRAVESIAS POR NUCLEOS URBANOS MUY TRANSITADOS. | 0,9-1,1 | 1,5 | 2,5 | 15-20 | 30 | 65 |
| CARRETERAS GENERALES EN TRAVESIAS POR NUCLEOS URBANOS POCO TRANSITADOS. | 0,7-0,8 | 1,1 | 1,8 | 10-15 | 30 | 40 |
| ARTERIAS URBANAS. | 0,7-0,8 | 1,1 | 1,8 | 10-15 | 30 | 40 |
| ZONAS RESIDENCIALES. CAMINOS RURALES. CARRETERAS FUERA DE NUCLEOS URBANOS. | 0,3-0,6 | 0,8 | 1 | 5-10 | 20 | 30 |
| VIAS PEATONALES. | - | - | - | 5-10 | 20 | 30 |

*U₀=luminancia mín./luminancia media
 *U_g=luminancia mín./luminancia media

- ★ En los cruces se recomienda aumentar estos niveles en un 20%.
- ★ El tipo de asfalto considerado para las luminancias es el R₃ con q₀=0.07, y el observador a 60 m. y a 1.5 m. de altura.
- ★ Recordemos que es importante mantener U₀ ≥ 0.4 para obtener un alto porcentaje de percepción de los objetos en la calzada:



Ejemplo gráfico en el que se observa la relación entre la Percepción de los objetos, la Luminancia media y la Uniformidad. Nota: TI= 7%.

Distribución recomendada en función de la altura de luminaria (h) y el ancho de calzada (W).

Unilateral: $h \geq W$
 Tresbolillo: $h \geq 2/3 W$
 Apareado oposición: $2/5 W \leq h \leq 2/3 W$

- ★ Para las instalaciones que en régimen normal (sin reducción) superen los límites arriba indicados será suficiente con reducir su flujo a un tercio del normal (1/3) a partir de las 12:00h de la noche (Art. 11 del R.D. 243/92). No obstante, se recomienda mantenerse en los niveles arriba indicados a partir de esa hora.

EJEMPLOS DE REDUCCION DE FLUJO

- Reducción del flujo en todas las lámparas con reductores de consumo.
Reducción: 40% de flujo y 35% de consumo.
- Apagado de la mitad de la instalación. (Sólo cuando se superen o mantengan las U_g/U₀ mínimas)
Reducción: 50% de flujo y 50% de consumo.
- Apagado de la mitad de la instalación y reducción del flujo en el resto de las lámparas.
Reducción: 70% de flujo y 67.5% de consumo.
- Doble lámpara. Ejemplo de 250W. de Vapor de Mercurio a 35W. de Vapor de Sodio a Baja Presión.
Reducción: 54% de flujo y 79% de consumo.