



Luminotecnia: Método de los lúmenes

OBJETIVOS:

El objetivo de una buena iluminación es brindar seguridad, confort o resaltar los elementos que componen un ambiente determinado.

El método de los lúmenes nos permite calcular la cantidad de luminarias necesarias para iluminar un local y también para distribuirlas uniformemente.

Definiciones:

Lámpara: artefacto eléctrico que convierte la energía eléctrica en energía lumínica.

Luminaria: Artefacto eléctrico que soporta una o mas lámparas con el objetivo de iluminar un lugar.

Flujo luminoso: cantidad de luz emitida por una lámpara u objeto luminoso (se mide en lúmenes o Lm).

Local: habitación o lugar delimitado al cual se requiere iluminar.

Índice de local: es un factor geométrico que relaciona la distribución del flujo luminoso en el local.

Índice de reflexión (o factor de reflexión): porcentaje de luz que refleja una superficie.

Factor de utilización: porcentaje de utilización del flujo luminoso que emite una luminaria, este factor depende de los índices de reflexión de las superficies que rodean a la luminaria.

Definiciones:

iluminancia (nivel de iluminación): flujo luminoso por cada unidad de área, su unidad es el lux (Lm/m²).

Factor de mantenimiento: porcentaje de flujo luminoso que emitirá una luminaria luego de pasar mucho tiempo instalada considerando suciedades y deterioro. Este factor es alto si se realiza un buen mantenimiento (y periódico) y es bajo si no se realiza mantenimiento a la luminaria.

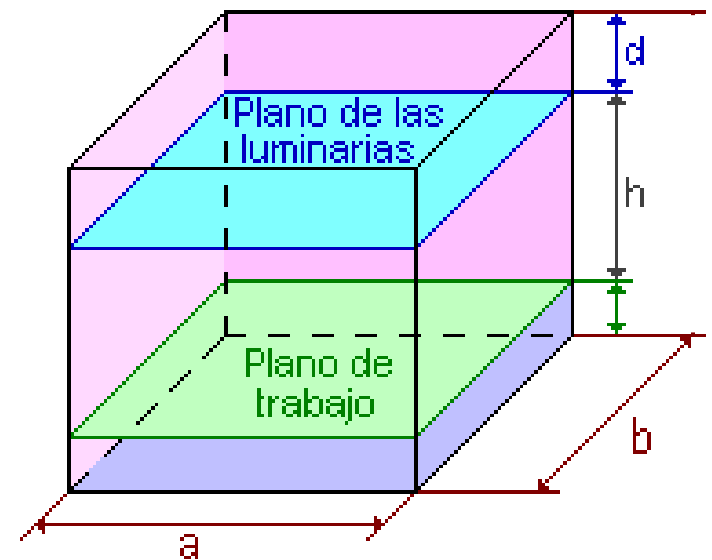
Numero Total de luminarias: cantidad total de luminarias en un local para cumplir con el requerimiento de nivel de iluminación mínimo.

Plano de trabajo: superficie “imaginaria” que tiene las dimensiones de largo y ancho del local pero tiene la altura igual a la cual se realizara la tarea.

Plano de luminarias: superficie “imaginaria” que tiene las dimensiones de largo y ancho del local pero tiene una altura igual a la altura en que aparece el haz de luz de una luminaria.

1) Índice de local

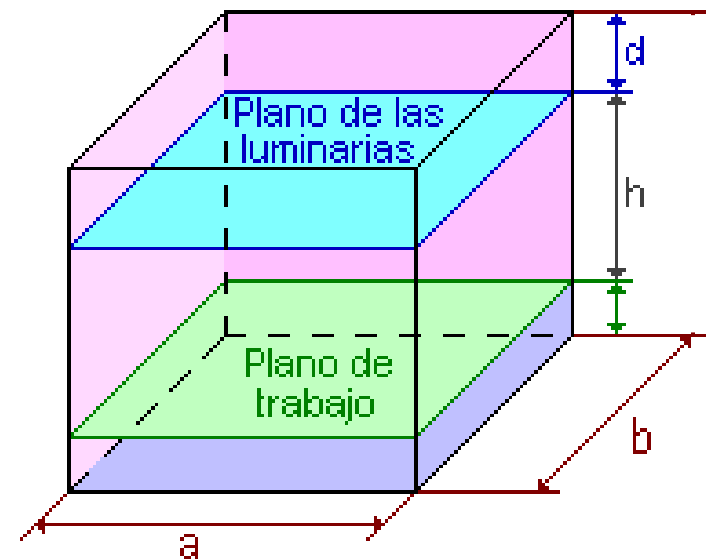
$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$



2) Índice de reflexión

Factores de reflexión para diversos colores y materiales iluminados con luz blanca

Color	Factor de reflexión	Material	Factor de Reflexión
Blanco	0.70 - 0.85	Mortero claro	0.35 - 0.55
Techo acústico blanco, con orificios	0.50 - 0.65	Mortero oscuro	0.20 - 0.30
Gris claro	0.40 - 0.50	Hormigon claro	0.30 - 0.50
Gris oscuro	0.10 - 0.20	Hormigon oscuro	0.15 - 0.25
Negro	0.03 - 0.07	Arenisca clara	0.30 - 0.40
Crema, amarillo claro	0.50 - 0.75	Arenisca oscura	0.15 - 0.25
Marrón claro	0.30 - 0.40	Ladrillo claro	0.30 - 0.40
Marrón oscuro	0.10 - 0.20	Ladrillo oscuro	0.15 - 0.25
Rosa	0.45 - 0.55	Mármol blanco	0.60 - 0.70
Rojo claro	0.30 - 0.50	Granito	0.15 - 0.25
Rojo oscuro	0.10 - 0.20	Madera clara	0.30 - 0.50
Verde claro	0.45 - 0.65	Madera oscura	0.10 - 0.25
Verde oscuro	0.10 - 0.20	Espejo de vidrio plateado	0.80 - 0.90
Azul claro	0.40 - 0.55	Aluminio mate	0.55 - 0.60
Azul oscuro	0.05 - 0.15	Aluminio anonizado y abrillantado	0.80 - 0.85
		Acero pulido	0.55 - 0.65
		Cobre	0.48 - 0.50
		Cromo pulido	0.60 - 0.70
		Cromo mate	0.52 - 0.55
		Madera clara de abedul y arce	0.55 - 0.65
		Madera de roble, laqueada clara	0.40 - 0.50
		Madera de roble, laqueada oscura	0.15 - 0.40
		Madera de caoba o nogal	0.15 - 0.40



Se debe considerar un índice de reflexión por cada superficie del local. Esto es las paredes, suelo y el techo. El índice de reflexión se relaciona con el color de la superficie. La tabla muestra máximos y mínimos, se suele usar un valor intermedio.

3) Factor de utilización

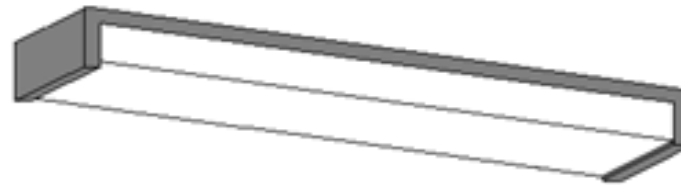
Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)														
		Factor de reflexión del techo														
		0.8			0.7			0.5			0.3		0			
		Factor de reflexión de las paredes														
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0			
 10 % 60 %	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30			
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37			
	1.0	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41			
	1.25	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45			
	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48			
	2.0	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52			
	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54			
	3.0	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56			
$D_{max} = 1.0 H_m$	4.0	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58			
f_m	.70	.75	.80	5.0	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

H_m : altura luminaria-plano de trabajo

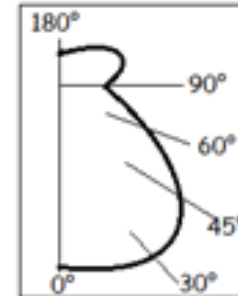
=factor de utilización

El factor de utilización depende de varios otros factores como son el índice de local, factor de reflexión del techo, factor de reflexión de las paredes y en ocasiones factor de reflexión del suelo. Las tablas de factor de utilización solo sirven para una luminaria específica, por lo que existe una gran cantidad de tablas.

3) Factor de utilización



Datos fotométricos:



Separación máxima: 1.4 altura del montaje al plano de trabajo

Piso Techo Pared	30% 80%		20% 80%		10% 70%		50%	
	50%	30%	50%	30%	50%	30%	30%	10%
Razón de ambiente K	Coeficiente de utilización (C_U)							
0.6	.29	.24	.29	.23	.28	.23	.26	.22
0.8	.38	.32	.37	.31	.35	.30	.33	.29
1.0	.45	.38	.42	.37	.41	.36	.38	.34
1.25	.51	.44	.48	.42	.46	.41	.42	.38
1.5	.56	.49	.52	.47	.50	.45	.46	.42
2.0	.63	.56	.57	.52	.55	.50	.50	.47
2.5	.67	.61	.60	.56	.58	.54	.53	.50
3.0	.70	.65	.63	.59	.60	.57	.55	.52
4.0	.74	.70	.66	.63	.63	.60	.57	.55
5.0	.78	.74	.68	.65	.65	.63	.65	.63

Este es un ejemplo de factor de utilización para una luminaria Westinghouse Modelo Bellatrix 220 (2 tubos fluorescentes).

4) Factor de mantenimiento

Ambiente

Coeficiente de mantenimiento (

Limpio

0.8

Sucio

0.6

No existe un único criterio para aplicar al factor de mantenimiento, pero todos son muy similares.

5) Nivel de iluminación

11.2.4.- Los niveles de iluminación indicados en la **tabla N° 11.24 son valores adoptados**, considerando las tareas visuales más frecuentes y representativas. Para tareas no consideradas y que puedan asimilarse a las indicadas en esa tabla, se adoptará aquel valor correspondiente a la tarea más semejante. En caso de tareas visuales que requieran de gran concentración visual, discriminación de detalles finos, selección de colores, etc., deberán adoptarse niveles de iluminación superiores, justificando la solución dada en estos casos mediante un cálculo de iluminación.

11.2.6.- Para el alumbrado de vitrinas comerciales de locales ubicados en calles céntricas, se considerará una potencia de 400 W por metro lineal de vitrina; para locales ubicados en calles comerciales secundarias, **una potencia de 200 W por metro lineal de vitrina**. Para otros casos, como por ejemplo locales comerciales en barrios, se considerarán 100 W por metro lineal de vitrina.

Tabla N° 11.24
Iluminancias Mínimas para locales Comerciales e Industriales

Tipo de Local	Iluminancia [Lux]
Auditorios	300
Bancos	500
Bodegas	150
Bibliotecas públicas	400
Casinos, Restoranes, Cocina	300
Comedores	150
Fábricas en general	300
Imprentas	500
Laboratorios	500
Laboratorios de instrumentación	700
Naves de máquinas herramientas	300
Oficinas en general	400
Pasillos	50
Salas de trabajo con iluminación suplementaria en cada punto	150
Salas de dibujo profesional	500
Salas de tableros eléctricos	300
Subestaciones	300
Salas de venta	300
Talleres de servicio, reparaciones	200
Vestuarios industriales	100

5) Nivel de iluminación

11.3.- ALUMBRADO EN RECINTOS ASISTENCIALES Y EDUCACIONALES

11.3.1.- Para determinar la potencia eléctrica necesaria a instalar para alumbrado de recintos asistenciales y educacionales, se deberá tener en cuenta el nivel de iluminación requerido, el tipo de fuente luminosa y el área del recinto por iluminar.

11.3.2.- El nivel de iluminación mínimo según el tipo de local y tarea que en él se desarrolle, se determinará de acuerdo a lo señalado en la tabla Nº 11.25.

11.3.3.- Para estos casos son válidas las disposiciones señaladas en 11.2.3, 11.2.5 y las de 11.2.4 aplicadas a los valores de la tabla Nº 11.25.

11.3.4.- La cantidad de enchufes a instalar en recintos de locales asistenciales se determinará de acuerdo a las necesidades de cada recinto, debiendo haber, en todo caso, un mínimo de dos enchufes por recinto.

Tabla Nº 11.25
Iluminancias Mínimas para Locales Educativos y Asistenciales

Tipo de Recinto	Iluminancia [Lux]
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300
Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clases, párvulos	150
Salas de clases, educación básica	200
Salas de clases, educación media	250
Salas de clases, educación superior	300
Salas de Dibujo	600
Salas de Espera	150
Salas de Pacientes	100
Salas de Profesores	400

(*) Corresponde a la iluminación general del recinto, no considera el aporte de la lámpara quirúrgica.

6) Flujo total de iluminación

Φ_T : Flujo luminoso total

E_m : iluminancia media requerida por norma

S : Area del plano de trabajo

η : Factor de utilización

f_m : Factor de mantenimiento

7) Numero total de luminarias

n : Numero de lamparas por luminaria
 Φ_L : Flujo luminico de una lampara

El flujo luminoso de una lámpara se encuentra en la hoja técnica de datos que proporciona el fabricante para cada lámpara.

7) Numero total de luminarias

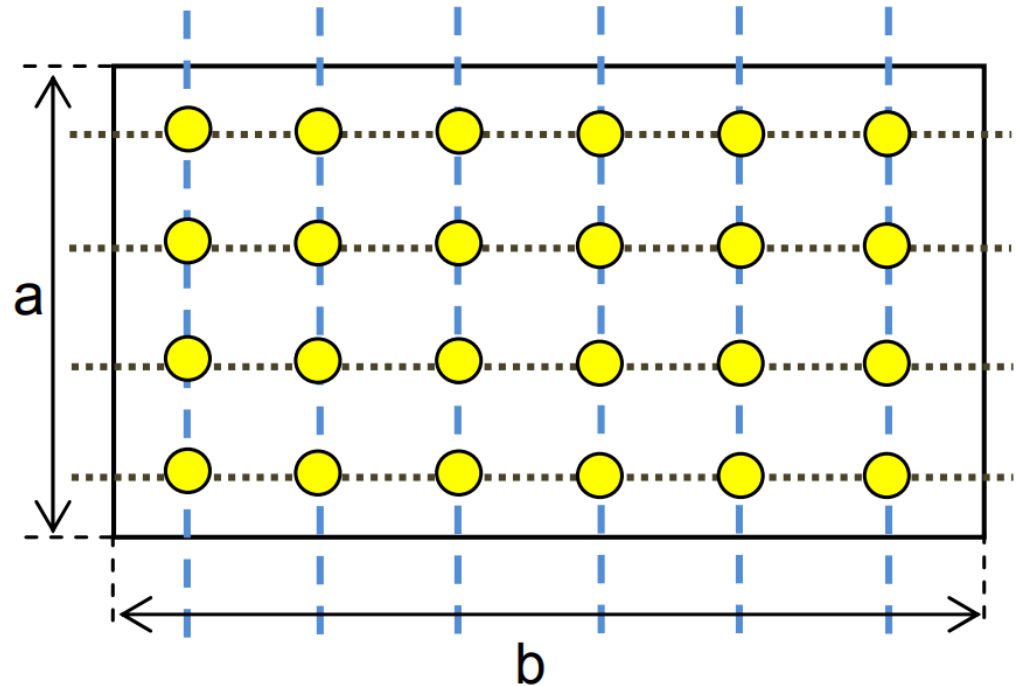
Lámparas Osram	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Tonalidad del color
Incandescente	15	100	cálida
	25	220	cálida
	40	420	cálida
	60	710	cálida
	75	940	cálida
	100	1340	cálida
	200	3040	cálida
Incandescente con halogenuros	18	170	cálida
	28	345	cálida
	42	630	cálida
	52	820	cálida
	60	820	cálida
Fluorescentes T5	8	380	cálida o fría
	14	1200	cálida o fría
	21	2100	cálida o fría
	24	1600	cálida o fría
	28	2350	cálida o fría
	35	3300	cálida o fría
	39	3100	cálida o fría
	45	4300	cálida o fría
	50	4100	cálida o fría
	54	4610	cálida o fría
	73	6150	cálida o fría
	80	6800	cálida o fría

Estos son algunos ejemplos de flujos luminosos por lámpara para la marca Osram.

8) Distribución de luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} \cdot a$$

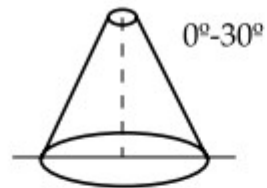
$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$$



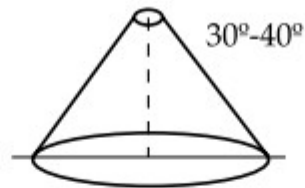
N_{ancho} : Numero de luminarias en direccion al ancho del local

N_{largo} : Numero de luminarias en direccion al largo del local

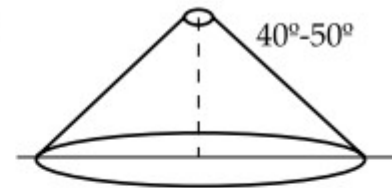
9) Verificación



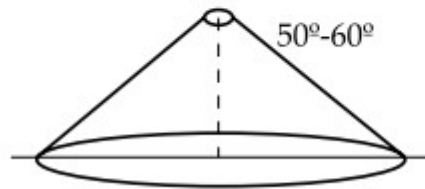
Intensiva



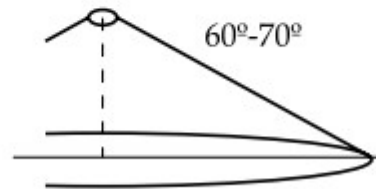
Semi-intensiva



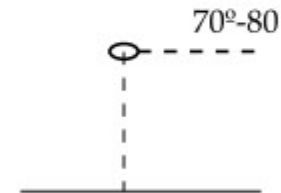
Dispersora



Semi-extensiva

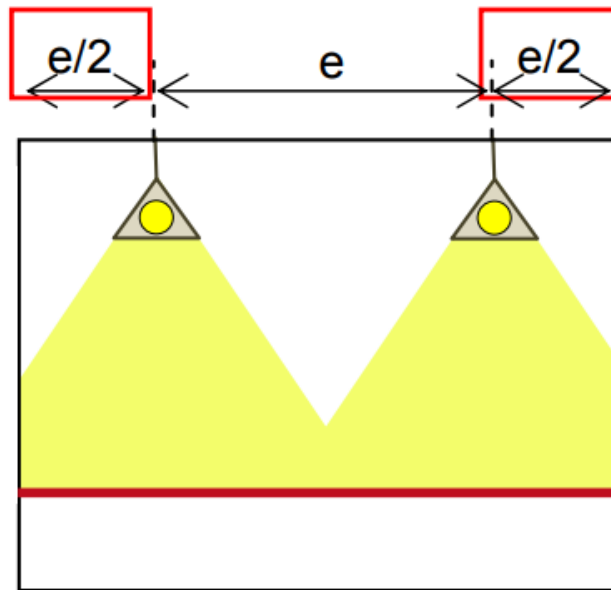


Extensiva



Súper-extensiva

9) Verificación



Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	$> 10 \text{ m}$	$e \leq 1.2 h$
extensiva	$6 - 10 \text{ m}$	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	$4 - 6 \text{ m}$	
extensiva	$\leq 4 \text{ m}$	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

GRADOS IP

PRIMER DIGITO (PROTECCION CONTRA CUERPOS SOLIDOS)			SEGUNDO DIGITO (PROTECCION CONTRA LIQUIDOS)	
Sin proteccion	0	IP XX	0	Sin proteccion
Objetos mayores que 50mm	1		1	Caidas verticales
Objetos mayores que 12mm	2		2	Caidas de agua hasta 15° de la vertical
Objetos mayores que 2,5mm	3		3	Agua de lluvia hasta 60° de la vertical
Objetos mayores que 1mm	4		4	Proyecciones de agua en todas direcciones
Protegido contra polvo	5		5	Lanzamiento de agua en todas direcciones
Totalmente protegido contra el polvo	6		6	Lanzamiento de agua similar a golpes del mar
			7	Efectos de inmersion
			8	Efectos prolongados de inmersion bajo presion

LUMINARIAS ESTANCAS

Sumergible para empotrar modelo en acero inoxidable para lámparas de halogenuro metálico. Inmersión máxima de 20 Metros. Luminaria para puertos marinos.

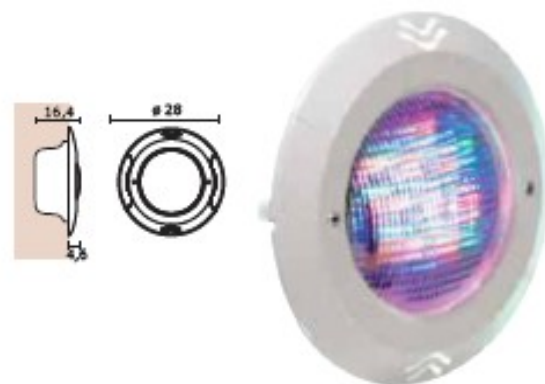
Su instalación a lo largo del muelle, permite realizar un gran número de efectos lumínicos sobre la superficie del mar.



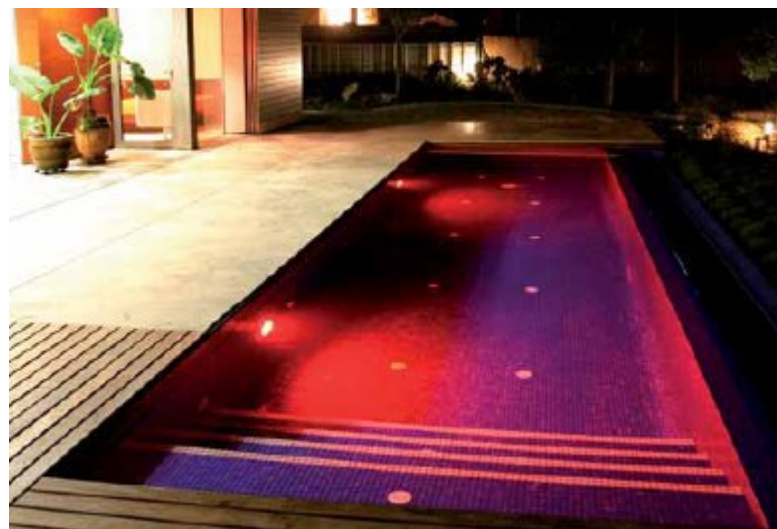
IP 68

LUMINARIAS ESTANCAS

Empotrable sumergible de pared modelo fabricado en PVC. Lámpara PAR-56 led en RGB o blanca de alta intensidad con una vida media de 100.000 horas y una potencia media de consumo de 60W.



IP 68



LUMINARIAS ESTANCAS



Luminaria de uso exterior. 500mm x 500mm.
Apto para tubos fluorescentes, 3 tubos de 36 W
cada uno. Grado de estanqueidad IP 54

IP 54



LUMINARIAS ANTIEXPLOSIVAS

Diseño capaz de resistir la presión de una mezcla inflamable que penetre en su interior

No sufre deformaciones permanentes

No permite que los gases calientes de la combustión alcancen el exterior

¿Cómo lo hace?

Se construyen estructuras para luminarias que sean capaces de resistir la máxima presión teórica posible, permitiendo que cierta presión se disipe mediante la salida de gases a través de las juntas.

Las juntas , o intersticios, previenen la propagación de la llama desde el interior de la caja al exterior provocando el enfriamiento de la misma con caminos diseñados a tal fin

LUMINARIAS ANTIEXPLOSIVAS

Artefacto aplique para lámpara incandescente

Se utilizan como medios de iluminación en zonas de riesgo de explosión, por su pequeño tamaño permite su colocación como aplique en techos de baja altura o en paredes de fosas o pasillos.

Su diseño permite la colocación de lámparas de bajo consumo.

La lámpara está protegida por un vidrio de borosilicato tipo pirex y este a su vez por una reja antibandálica.



Artefacto portátil para lámpara incandescente

Se utilizan como medios de iluminación en zonas de riesgo de explosión, por su diseño es adecuada para el uso en iluminación localizada especialmente en tareas de mantenimiento como ser limpieza de tanques, silos u otros trabajos que requieran iluminación de mano.

LUMINARIAS ANTIEXPLOSIVAS

Proyector para lámpara de descarga

Aptos para ser colocados en áreas con peligro de explosión, en especial para ser instalados en estaciones de servicios tanto de combustibles líquidos como de GNC. Diseñado para hasta 400W



Proyector para lámpara dicróica

Se utilizan como medio de iluminación focalizada en especial en interiores de tanques como así también en toda zona con peligro de explosión que requiera una iluminación intensa. Su diseño permite el alojamiento de lámpara dicróica.

LUMINARIAS ANTIEXPLOSIVAS



Artefacto para tubo fluorescente

Se utilizan como medios de iluminación en zonas de riesgo de explosión, tienen las características del tipo de iluminación difusa encontrándose las lámparas tubulares protegidas mediante tubos de acrílicos, posee a su vez pantalla reflectora color blanco níveo, sus cabezales poseen una tapa a rosca por donde se facilita el mantenimiento del equipo, a pedido se pueden construir con tubos de vidrio de borosilicato. Se fabrican para uno o dos tubos de hasta 105 W

Linterna antiexplosiva

Las linternas antiexplosivas resultan un elemento indispensable para todo tipo de trabajo de mantenimiento en lugares donde exista peligro de explosión. Su diseño anatómico permite un fácil manipuleo y evita los deslizamientos. Posee un corte automático de circuito en caso de rotura del bulbo.



INSTALACIÓN ANTIEXPLOSIVA

