

Luminotecnia

Prof. Luz Stella Moreno Martín

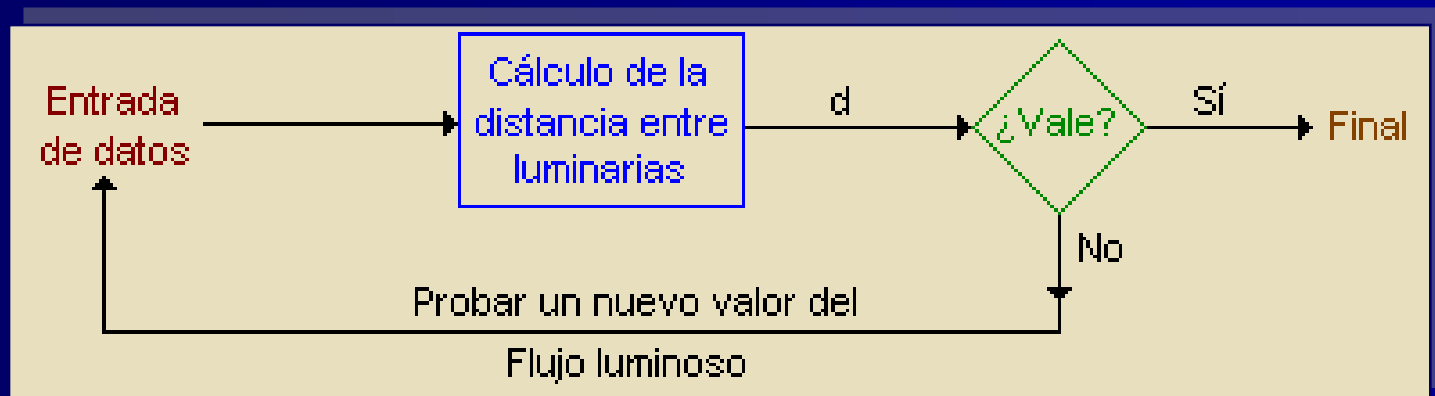
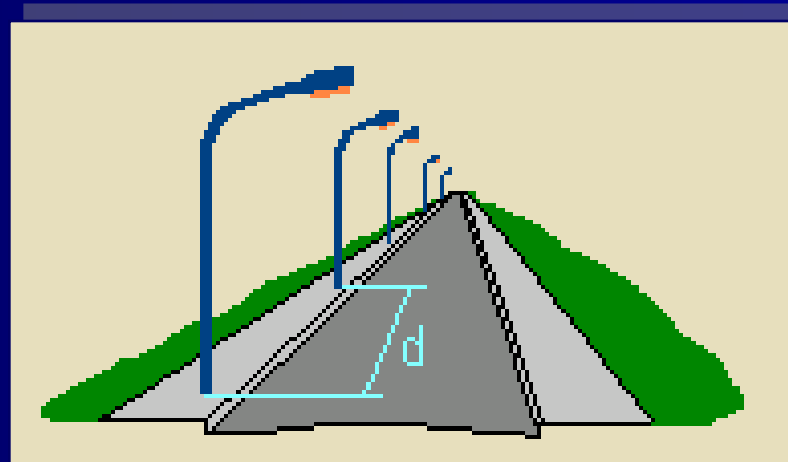
Cálculo de instalaciones de alumbrados de vías públicas

- Cálculo de iluminancias
- Cálculo de luminancias

■ Cálculo de iluminancias



■ Método de los lúmenes o del factor de utilización



Datos de entrada

1.- Determinación del nivel de iluminancia media

Tipos de vías	Tipos de usuarios				Situaciones de proyecto
	Motos	Vehículos	Ciclistas	Peatones	
Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías) Carreteras de calzadas únicas de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas)					A1
Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carril bici		X			A2
Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos		X	X	X	A3

Situaciones de Proyecto	Tipos de Vías	Clase de Alumbrado
A1	<ul style="list-style-type: none"> - Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías) - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera: <ul style="list-style-type: none"> Alta (IMD) > 25.000 Media 15.000 < (IMD) < 25.000 Baja (IMD) < 15.000 - Carreteras de calzadas única de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas): <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera: <ul style="list-style-type: none"> Alta (IMD) > 15.000 Media y baja (IMD) < 15.000 	<ul style="list-style-type: none"> ME1 ME2 ME3a ME1 ME2
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera - Control del tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios - Parámetros específicos 	<ul style="list-style-type: none"> ME1 ME2 ME3a ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> - Vías colectoras y rondas de circunvalación - Carreteras interurbanas con accesos no restringidos - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera - Control del tráfico y complejidad del trazado de la carretera - Parámetros específicos 	<ul style="list-style-type: none"> ME1 ME2 ME3b ME4a ME4b

Calzadas secas:

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia media Lm (cd/m ²)	Uniformidad global U ₀	Uniformidad longitudinal U _l	Incremento umbral TI (%)	Relación entorno SR
ME1	≥ 2,00	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME2	≥ 1,50	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5
ME3	A	≥ 1,00	≥ 0,4	≤ 15	≥ 0,5
	B		≥ 0,6		
ME4	A	≥ 0,75	≥ 0,4	≤ 15	≥ 0,5
	B		≥ 0,6		

Calzadas mojadas:

Clase de alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas y húmedas				Deslumbra- miento perturbador	Iluminación de alrededores
	Calzada seca		Calzada húmeda			
	Luminancia media Lm (cd/m ²)	Uniformidad global U _o	Uniformidad longitudinal U _l	Uniformidad global U _o	Incremento umbral TI (%)	Relación entorno SR
MEW1	≥ 2,00	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 10	≥ 0,5
MEW2	≥ 1,50	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 10	≥ 0,5
MEW3	≥ 1,00	≥ 0,4	≥ 0,6	≥ 0,15	≤ 15	≥ 0,5
MEW4	≥ 0,75	≥ 0,4	-	≥ 0,15	≤ 15	≥ 0,5

Tramos singulares:

Clase de alumbrado	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia media Em (lux)	Uniformidad media Um
CE0	≥ 50	$\geq 0,4$
CE1	≥ 30	$\geq 0,4$
CE2	≥ 20	$\geq 0,4$
CE3	≥ 15	$\geq 0,4$
CE4	≥ 10	$\geq 0,4$
CE5	$\geq 7,5$	$\geq 0,4$

Limitación de deslumbramiento o control de contaminación lumínica:

Clase de intensidad d	Intensidad Máxima (cd/Klm)			Otros requerimientos
	A 70°	A 80°	A 90°	
G1	-	200	50	Ninguno
G2	-	150	30	Ninguno
G3	-	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G5	350	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G6	350	100	0	Intensidades por encima de 90° deben ser cero

COVENIN

VIAS URBANAS										
Clasificación			Luminancia				Iluminancia			Indice de deslumbramiento
Calidad de Iluminación	Tipo de vía	Tipo de zonas	L_m cd/m ²	U_0	U_g	U_L	E_m (lux)	U_1	U_2	G
A1	Autopista, vías expresas	Todas	2	0,4	0,3	0,7	25-30	0,4	0,3	7
A2	Principal es y recolectora	A	2	0,4	0,3	0,7	25-30	0,4	0,3	7
		B	2	0,4	0,3	0,7	20-25	0,33	0,25	6
		C	1,8	0,3	0,25	0,7	15-20	0,33	0,25	6
B1	Vías secundarias	A	1,5	0,3	0,25	0,6	15-20	0,33	0,2	5
		B	1,5	0,3	0,25	0,6	15	0,33	0,2	5
		C	1	0,3	0,2	0,6	10	0,3	0,15	5
B2	Vías Locales	A	-	-	-	-	10-15	0,3	0,15	5
		B	-	-	-	-	10	0,3	0,15	5
		C	-	-	-	-	6	0,1	0,1	5

VIAS RURALES

Clasificación		Luminancia				Iluminancia			Indice de deslumbramiento
Calidad de Iluminación	Tipo de vía	L_m cd/m ²	U_0	U_g	U_L	E_m (lux)	U_1	U_2	G
A1	Autopistas, vías expresas	2	0,4	0,3	0,7	25	0,4	0,3	7
A2	Principales y troncales	1,5	0,4	0,3	0,7	20	0,33	0,25	6
B1	Vías secundarias	1	0,3	0,25	0,6	15	0,3	0,2	5
B2	Vías Locales	-	-	-	-	10	0,2	0,1	4

Notas:

- Los valores indicados en esta tabla son valores mínimos recomendados con factores de mantenimiento de 0,8 y para pavimentos claros. En caso de pavimentos oscuros deben incrementarse los valores de L y E en un 30% al menos.
- U_g : Es la uniformidad general $U_g = L_{\min} / L_{\max}$ (toma en cuenta todos los puntos de la calzada donde se encuentra los valores mínimos, máximos y promedios de luminancia).
- U_0 : Es la uniformidad global $U_0 = L_{\min} / L_{\text{med}}$.
- U_L : Es la uniformidad longitudinal $U_L = L_{\min} / L_{\max}$ (toma en cuenta los valores mínimos y máximos de luminancia en sentido longitudinal en la dirección del observador).
- U_1 : Es la uniformidad media $U_1 = E_{\min} / E_{\text{med}}$.
- U_2 : Es la uniformidad general $U_2 = E_{\min} / E_{\max}$.
- E_m : Es la iluminancia promedio.
- L_m : Es la luminancia promedio.

AREAS PUBLICAS DE CIRCULACION DE PEATONES

Calidad de Iluminación	Area			E _m (lux)	U ₁
	Uso	Tipo	Zona		
C1	Vías de Peatones	Acera	A1	15	0,2 - 0,3
			B2	10	0,2
			C3	5	0,2
		Veredas	A1	25	0,2
			B2	15	
			C3	10	
		Puentes y pasarelas	A1	25	0,2
			B2	15	
			C3	10	
		Túneles y pasajes cubiertos	A1	80	0,2
			B2	80	
			C3	80	
C2	Parques y Plazas	Áreas de circulación	A1	25	0,15
			B2	15	
			C3	15	
		Zona verde accesible	-	10	-
C3	Terminales de pasajeros	Pasajeros y carga	-	250	0,2
			-	220	
		Vías	-	25	0,2

AREAS PÚBLICAS PARA ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS

Tipo de área		E_m (lux)	U_1	
Estacionamiento (ver nota 1)	Exterior	Con acomodador	25	0,2
		Sin acomodador	15	0,2
	Interior	Entradas (ver nota 3)	550	0,2
Circulación		120	0,15	
Puestos		60	0,15	
Estación de servicio y miradores (ver nota 4)	Accesos y salidas (ver nota 1)		20 (40)	0,2
	Vías		20 (60)	0,15
	Isla de bomba		250 (350)	0,2
	Zona de servicio		35 (75)	0,2
	Fachadas de edificios si no son de vidrios (ver nota 2)		110 (320)	-
Plaza de peajes	Cabinas		350	0,2
	Zona de pago		250	0,2
	Zona de acceso		30	0,15
Alcabalas	Zona de control		150	0,2
	Zona de acceso		25	0,15

Notas:

1. Los accesos y salidas deben tener un nivel igual a 2 veces el de la vía en que se encuentren.
2. Iluminación vertical.
3. Este nivel es el mínimo recomendado para el puesto de control, en la entrada se deben tomar las medidas necesarias para evitar el efecto de entrada oscura.
4. Los valores entre paréntesis se deben usar cuando los alrededores estén iluminados, los otros cuando no lo están.

2.- Escoger el tipo de lámpara

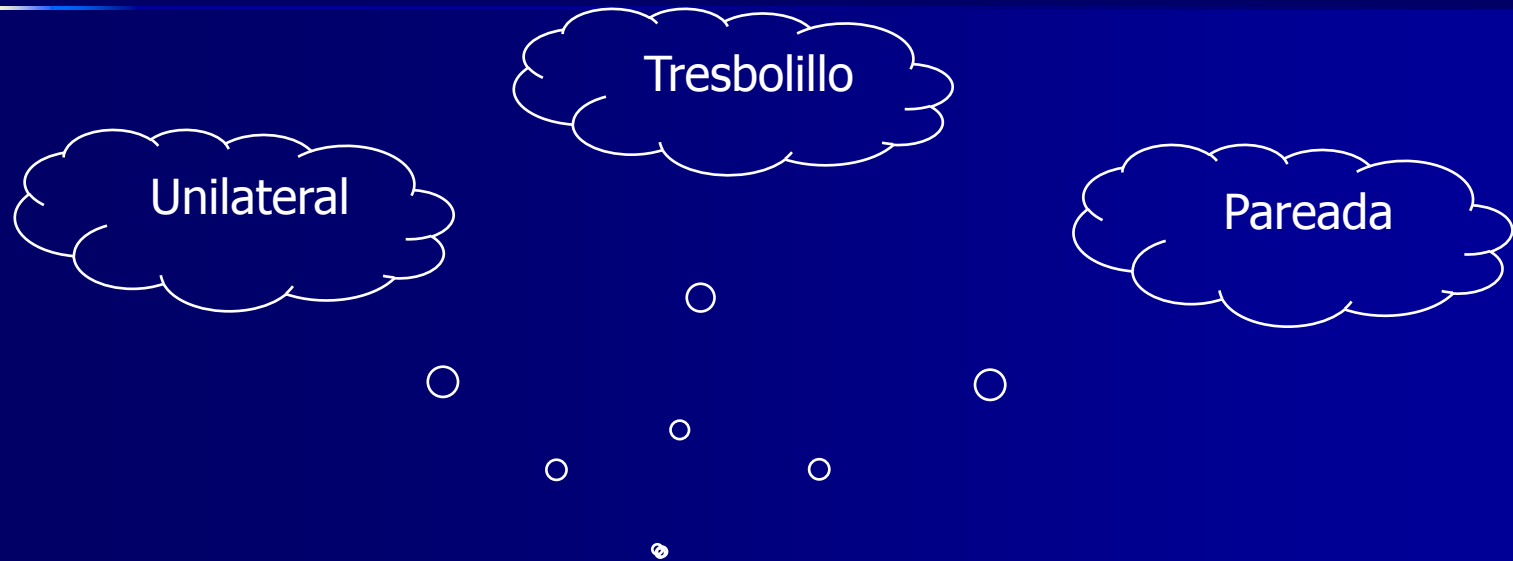
Sodio de
baja
presión

Sodio de
alta presión

Vapor de
mercurio
de alta
presión

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi_l < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi_l < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi_l < 40000$	$10 \leq H < 12$
≥ 40000	≥ 12

3.- Elegir la disposición de las luminarias



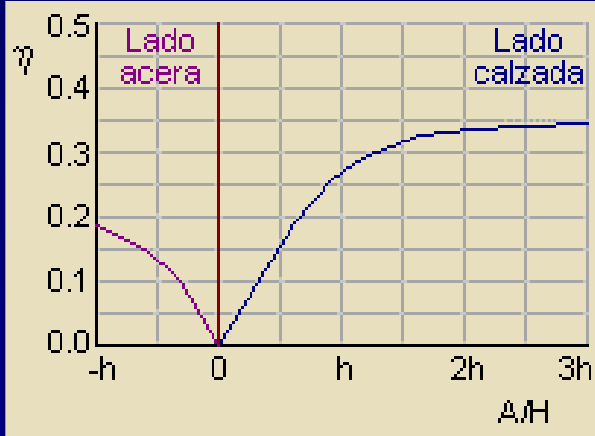
Disposición	Relación anchura/altura
Unilateral	≤ 1
Tresbolillo	$1 < A/H \leq 1.5$
Pareada	> 1.5

4.- Determinar el factor de mantenimiento

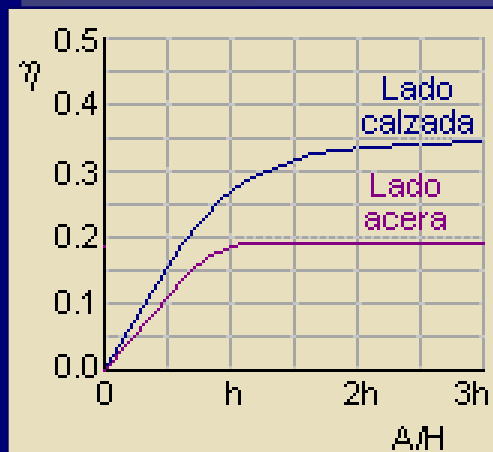
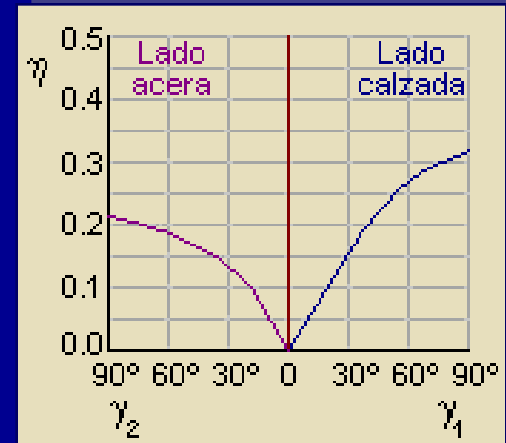


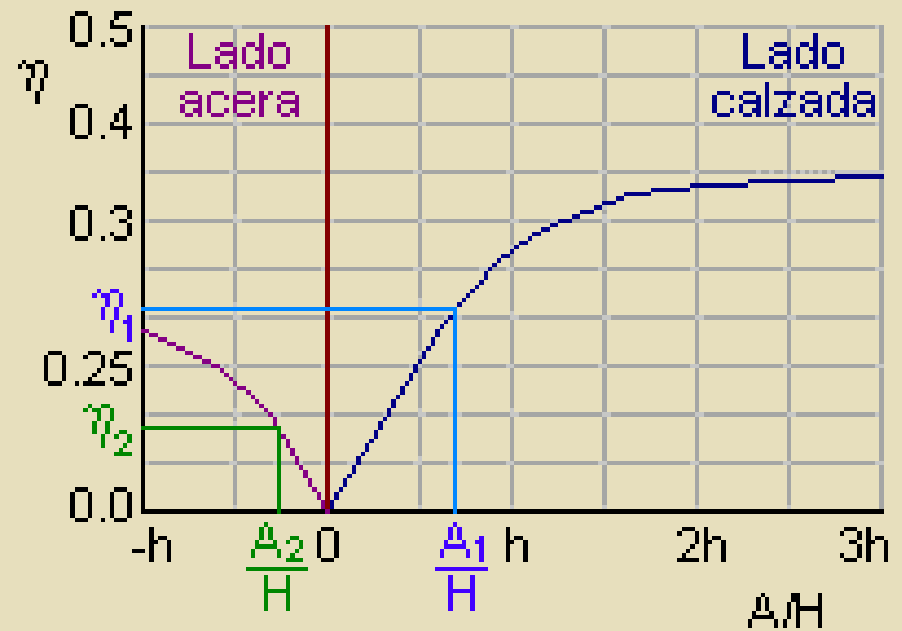
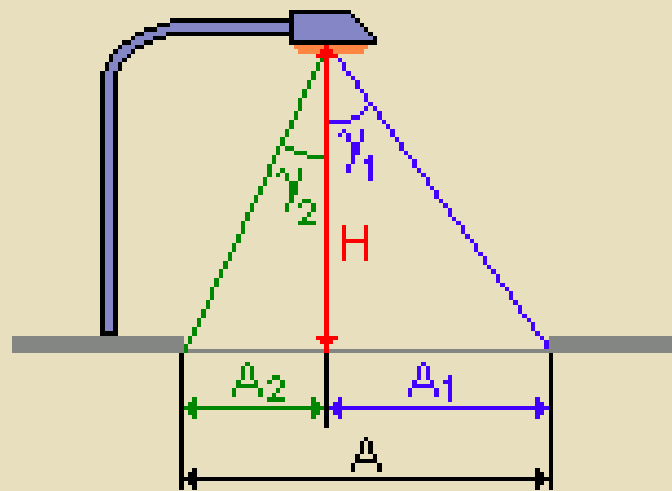
Características de la vía	Luminaria abierta	Luminaria cerrada
Limpia	0.75	0.80
Media	0.68	0.70
Sucia	0.65	0.68

5.- Calcular el factor de utilización



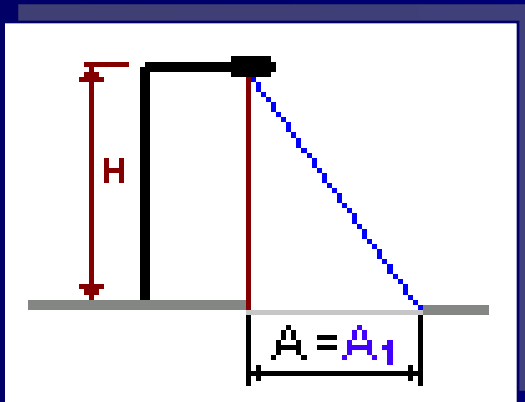
$$\eta = \frac{\Phi_{\text{útil}}}{\Phi_L}$$





$$A = A_1 + A_2$$

$$\eta = \eta_1 + \eta_2$$

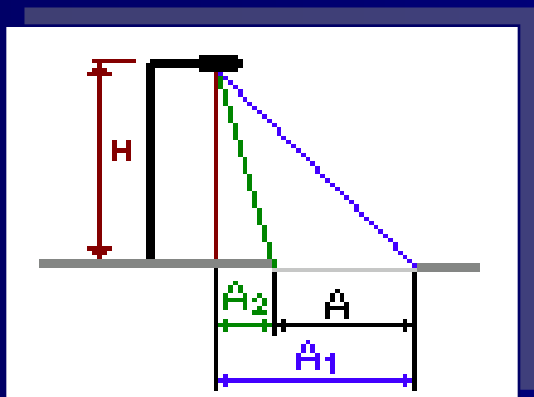


La luminaria cae en el borde de la acera

$$A_1 = A$$

$$A_2 = 0$$

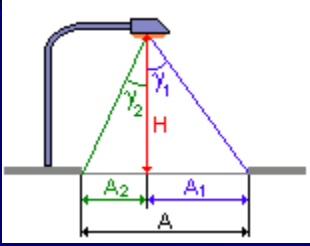
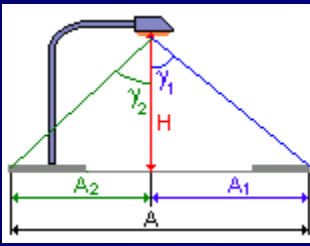
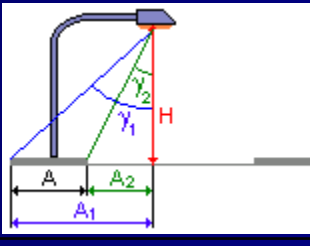
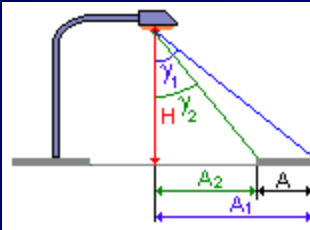
$$\eta = \eta_1$$



La luminaria cae sobre la acera

$$A = A_1 - A_2$$

$$\eta = \eta_1 - \eta_2$$

	Esquema	A	η
Calzada		$A = A_1 + A_2$	$\eta = \eta_1 + \eta_2$
Vía		$A = A_1 + A_2$	$\eta = \eta_1 + \eta_2$
Acera próxima		$A = A_1 - A_2$	$\eta = \eta_1 - \eta_2$
Acera opuesta		$A = A_1 - A_2$	$\eta = \eta_1 - \eta_2$

Cálculo de la separación entre luminarias

$$E_m = \frac{\eta * \Phi_L * f_m}{A * d}$$

E_m es la iluminancia media sobre la calzada que se quiere conseguir.

η es el factor de utilización de la instalación.

f_m es el factor de mantenimiento.

Φ es el flujo luminoso de la lámpara.

A es la anchura a iluminar de la calzada que en disposición bilateral pareada es la mitad ($A/2$) y toda (A) en disposiciones unilateral y tresbolillo.

d es la separación entre luminarias y es el valor desconocido

Comprobación

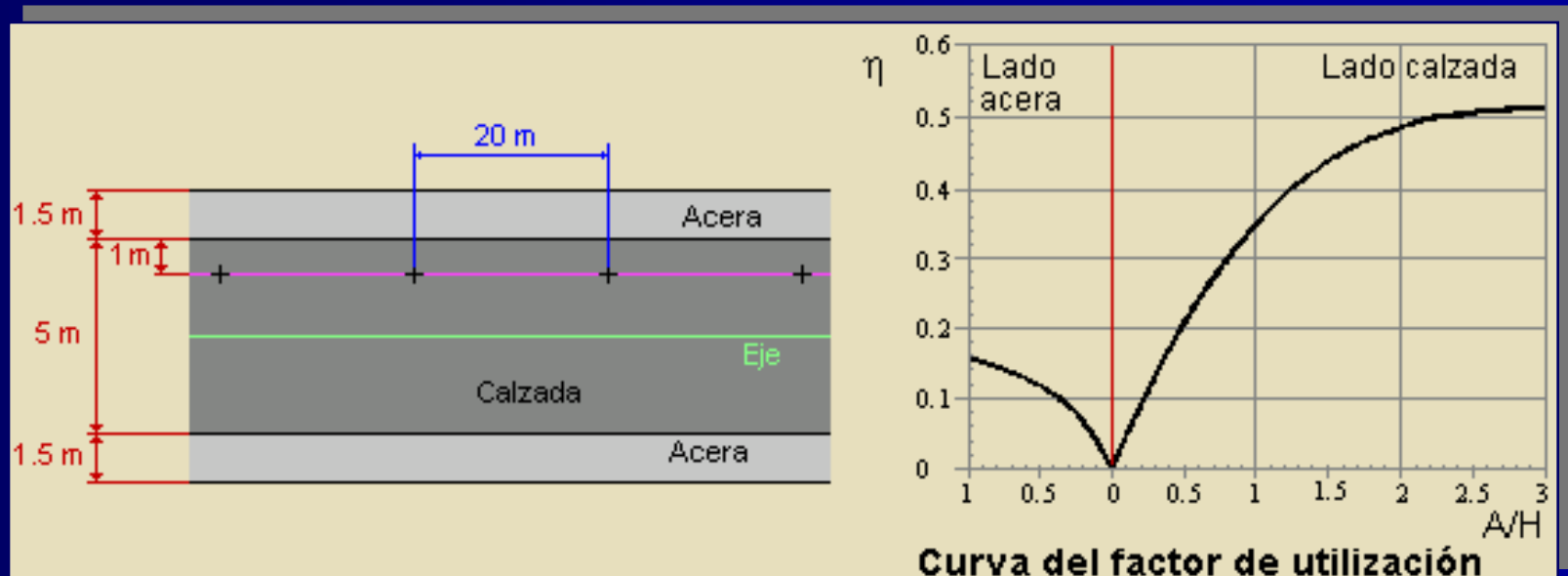
E_m (lux)	separación / altura
$2 \leq E_m < 7$	$5 \geq d/h > 4$
$7 \leq E_m < 15$	$4 \geq d/h > 3.5$
$15 \leq E_m \leq 30$	$3.5 \geq d/h > 2$



Ejemplos

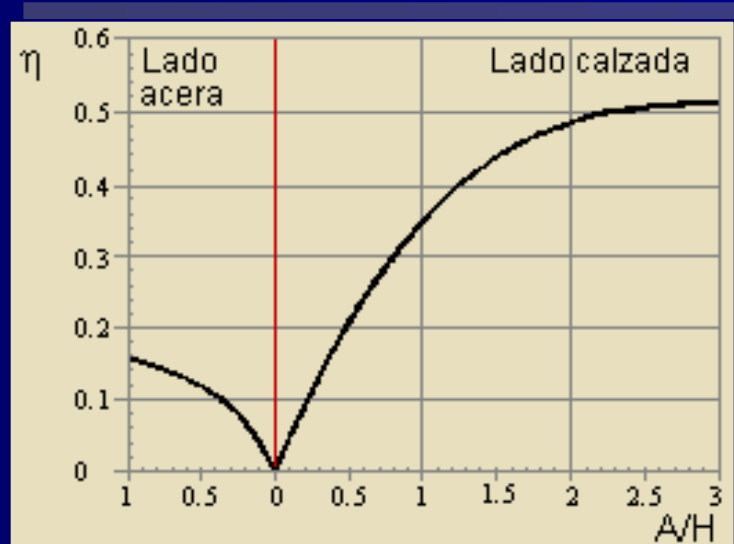
1.- Para la calle de la figura, calcular el factor de utilización de:

- La vía
- La calzada
- La acera opuesta a la fila de luminarias
- La acera más próxima a las luminarias



Altura de las luminarias 10 metros

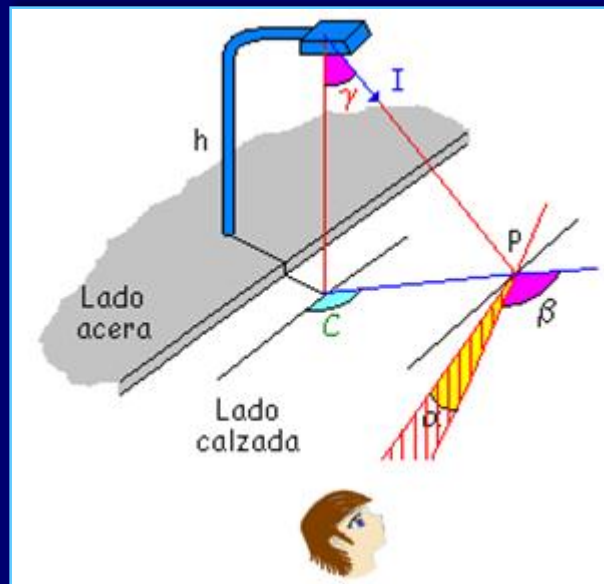
2.- Se quiere iluminar una calzada de 9 m de anchura con una iluminancia media de 30 lux utilizando lámparas de vapor de sodio de alta presión de 200 W de potencia y un flujo luminoso de 20000 lm. Las luminarias se instalarán a una altura de 8 m en disposición tresbolillo y la distancia de la vertical del centro óptico de la luminaria al borde de la acera es de 1 m. Hallar la distancia entre luminarias. Asumir $f_m=0.7$



■ Cálculo de luminancias

$$L = q(\beta, \gamma) * E_H$$

$$L = \frac{I(C, \gamma) * \cos^3 \gamma}{h^2} * q(\beta, \gamma)$$



$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) * \cos^3 \gamma$$

$$L = \frac{I(C, \gamma) * r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

$$L = \sum_{i=1}^n \frac{I(C_i, \gamma_i) * r(\beta_i, \gamma_i)}{h_i^2}$$

Solución

1.- a) $\eta = 0.3$

b) $\eta = 0.2$

c) $\eta = 0.06$

d) $\eta = 0.04$



2.- $\eta = 0.38$

$d = 20.2$

