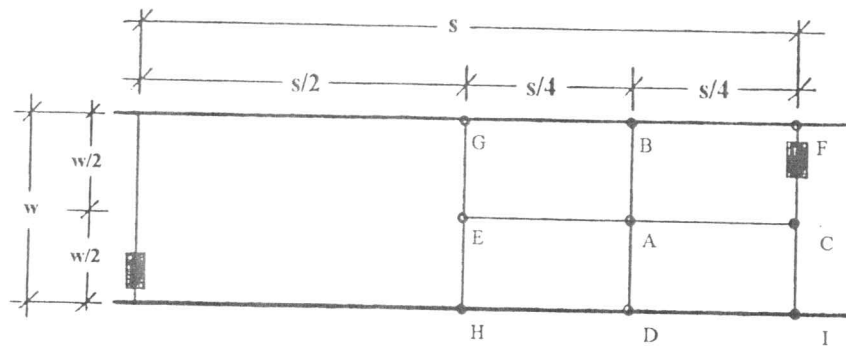


2.1.3 - MÉTODO DOS 9 PONTOS

Na aplicação deste método consideram-se as armaduras todas acesas e a quadrícula da figura seguinte.



Considerando a contribuição das duas armaduras mais próximas, obtêm-se por extrapolação a partir das curvas isolux dessas armaduras traçadas na via, os valores da iluminância em cada um dos 9 pontos assinalados na quadrícula. Os valores obtidos foram os seguintes:

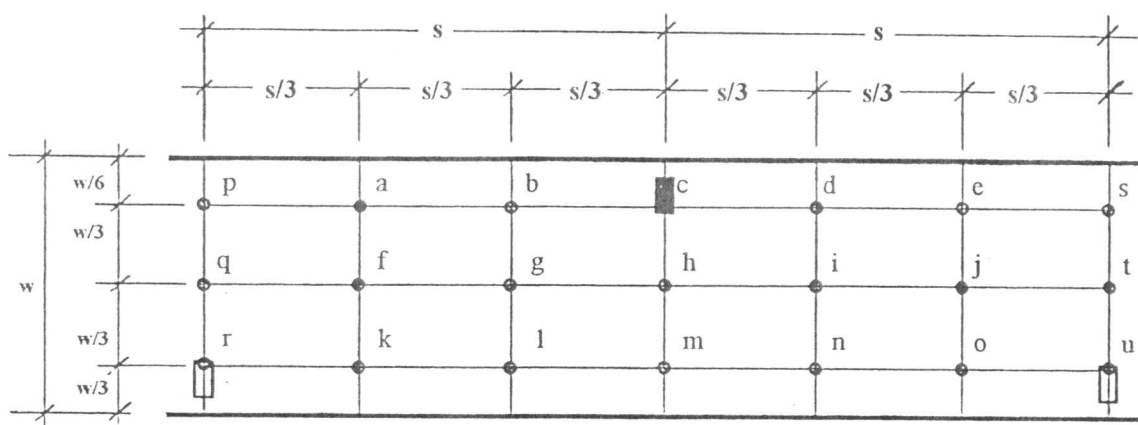
Pontos	Iluminância (lx)		
	Devida à armadura 1	Devida à armadura 2	Total
A	13,5	3,5	17
B	19,4	1,3	20,7
C	22,9	1,3	24,2
D	3,7	4,5	8,2
E	7,7	7,7	15,4
F	46,4	0,9	47,3
G	10,3	2,1	12,4
H	2,1	10,3	12,4
I	4,3	1,6	5,9

A iluminância média será então

$$\begin{aligned}
 E_{\text{méd}} &= \frac{E_A}{4} + \frac{E_B + E_C + E_D + E_E}{8} + \frac{E_F + E_G + E_H + E_I}{16} = \\
 &= \frac{17}{4} + \frac{20,7 + 24,2 + 8,2 + 15,4}{8} + \frac{47,3 + 12,4 + 12,4 + 5,9}{16} = 17,7 \text{ lx}
 \end{aligned}$$

2.1.3 - MÉTODO DOS 21 PONTOS

Na aplicação deste método consideram apenas uma única armadura acesa e a quadrícula da figura seguinte.



Traçadas na via as curvas isolux de uma armadura, obtêm-se por extrapolação a partir destas os valores da iluminação em cada um dos 21 pontos assinalados na quadrícula. Obtiveram-se os valores seguintes:

Pontos	Iluminância (lx)
a - e	6,1
f - j	4,5
k - o	2,3
b - d	14,4
g - i	11,5
l - n	5,4
c	53,2
h	23,2
m	8,0
p - s	1,4
q - t	1,3
r - u	0,9

O índice de iluminação no plano horizontal será

$$e = \frac{(E_a + E_b + E_c + \dots + E_o) + 0,2 \times (E_p + E_q + E_r + E_s + E_t + E_u)}{18}$$

Como

$$\begin{aligned} E_b &= E_d \\ E_g &= E_i \\ E_l &= E_n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_a &= E_c \\ E_f &= E_j \\ E_k &= E_o \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_p &= E_q \\ E_r &= E_t \\ E_r &= E_u \end{aligned}$$

virá

$$c = \frac{(E_c + E_h + E_m + E_p + E_q + E_r) + 2 \times (E_a + E_b + E_f + E_g + E_k + E_l)}{18}$$

$$c = \frac{(53,2 + 23,2 + 8 + 1,4 + 1,3 + 0,9) + 2 \times (6,1 + 14,4 + 4,5 + 11,5 + 2,3 + 5,4)}{18} = 9,8 \text{ lx}$$

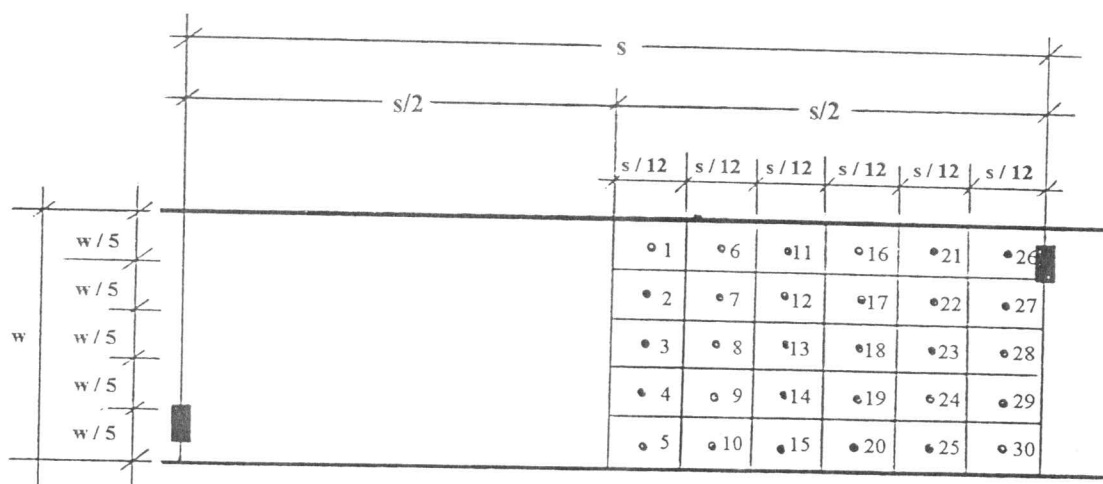
Para a instalação completa, como a distribuição das armaduras é em quincôncio, tem-se para a iluminância média

$$E_{\text{méd}} = 2 \times c$$

$$E_{\text{méd}} = 2 \times 9,8 = 19,6 \text{ lx}$$

2.1.4 - MÉTODO GERAL

Considera-se metade da área da via entre duas armaduras consecutivas, que se consideram acesas, dividida num número N de rectângulos iguais. No presente caso considera-se N= 30, sendo o aspecto da quadrícula o da figura seguinte.



Traçadas na via as curvas isolux das duas armaduras, obtêm-se por extrapolação a partir daquelas, os valores da iluminância no centro de cada um dos N rectângulos parciais devidos à contribuição de ambas as armaduras. Obtiveram-se os valores indicados nos seguintes quadros.

Pontos	Iluminância (lx)		
	Devida à armadura 1	Devida à armadura 2	Total
1	11,4	2,8	14,2
2	10,6	4,5	15,1
3	7,9	6,9	14,8
4	5,8	8,5	14,3
5	3,5	9,3	12,8
6	13,4	2,0	15,4
7	12,6	3,7	16,3
8	10,6	5,0	15,6
9	7,2	6,5	13,7
10	4,1	7,2	11,3
11	16,5	1,7	18,2
12	14,8	2,8	17,6
13	12,4	4,0	16,4
14	8,7	4,7	13,4
15	4,6	5,1	9,7
16	25,0	1,4	26,4
17	21,1	2,0	23,1
18	14,6	3,0	17,6
19	9,9	3,8	13,7
20	5,2	4,0	9,2
21	38,1	1,0	39,1
22	31,8	1,5	33,3
23	18,6	2,0	20,6
24	11,0	2,7	13,7
25	5,8	2,9	8,7
26	51,1	1,0	52,1
27	41,0	1,1	42,1
28	22,1	1,5	23,6
29	11,9	1,8	13,7
30	6,1	2,0	8,1
Total			563,8

A iluminância média será dada pela média aritmética dos valores totais obtidos para cada ponto

$$E_{\text{méd}} = \frac{\sum_{P=1}^N E}{N} \rightarrow E_{\text{méd}} = \frac{\sum_{P=1}^{30} E}{30} = \frac{563,8}{30} = 18,8 \text{ lx}$$

Cálculo da uniformidade :

$$E_{\text{min}} = 8,1 \text{ lx}$$

$$E_{\text{máx}} = 52,1 \text{ lx}$$

$$\frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{máx}}} = \frac{8,1}{52,1} = 0,16$$

$$\frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{méd}}} = \frac{8,1}{18,8} = 0,43$$

2.2 - A PARTIR DAS CURVAS DO FACTOR DE UTILIZAÇÃO

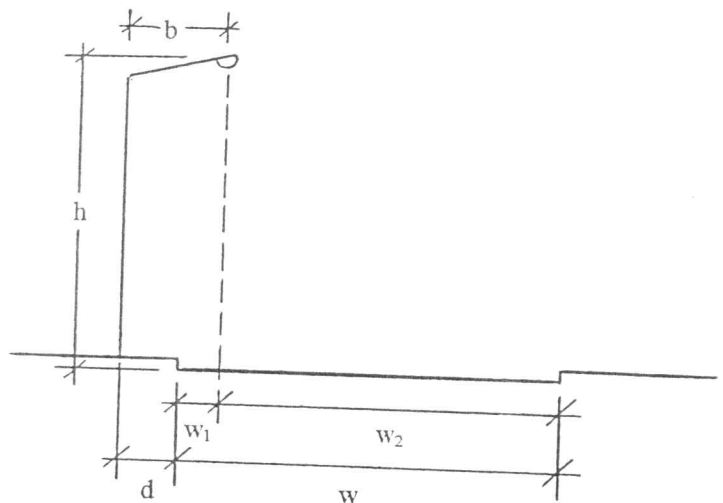
$$w = 14 \text{ m}$$

$$w_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$w_2 = 13,5 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0,5 \text{ m}$$



Cálculo do factor de utilização

- Do lado do passeio:

$$\frac{w_1}{h} = \frac{0,5}{12} = 0,042 \rightarrow w_1 = 0,042 h \rightarrow \text{Pela curva do factor de utilização obtem-se } \mu_1 = 0,02$$

- Do lado da via:

$$\frac{w_2}{h} = \frac{13,5}{12} = 1,125 \rightarrow w_2 = 1,125 h \rightarrow \text{Pela curva do factor de utilização obtem-se } \mu_2 = 0,37$$

- Para toda a largura w da estrada o factor de utilização será então:

$$\mu = \mu_1 + \mu_2 = 0,02 + 0,37 = 0,39$$

Cálculo da iluminância média :

Será obtida por

$$E_{\text{méd}} = \frac{t \times \mu \times n \times \Phi_L}{d \times s \times w} \quad (\text{lx})$$

t - valor correspondente ao tipo de disposição das armaduras

t = 1 para disposição unilateral e em quincôncio

t = 2 para disposição em oposição

n - número de lâmpadas da armadura

Φ_L - fluxo emitido por cada lâmpada da armadura (lm)

s - espaçamento (distância medida no eixo da via entre armaduras consecutivas) (m)

w - largura da via (m)

vindo então

$$E_{\text{méd}} = \frac{1 \times 0,39 \times 1 \times 25000}{1 \times 40 \times 14} = 17,4 \text{ lx}$$

3 - RESULTADOS OBTIDOS PELO CÁLCULO INFORMÁTICO (PROGRAMA ELITE 2 DA SCHRÉDER)

Estes resultados são apresentados nas 3 páginas seguintes.

Calculations made by ELITE on December 20, 1997

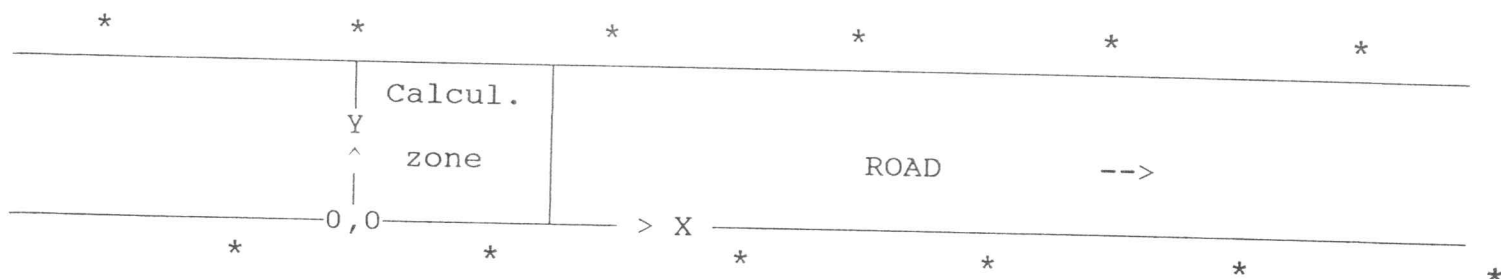
Project description : via
Data recorded in file : C:\ELITE2\USER1\IE2_3.in

Parameters describing the layout

```

Driving on                               : Right hand side
Number of driving lanes ( 1-4 ) : 4
Lane width (m) : 3.50
Road surface type : R3
Qo : 0.07
Layout : Staggered
Spacing -S- (m) : 80.0
Height -H- (m) : 12.0
Inclination angle -T- (degrees) : 0
Arm length Projection -B- (m) : 1.0
Dist. to kerb -D- (m) : 0.5
Tipo | Refl | Protector | Lâmpada | Potência | Regulação
ONYX2 | 1419 | VIDRO | SON-T | 250 | -19/110/1
Flux (klm) : 25.00
Maintenance factor (0<x<1) : 1.00
  
```

Pictorial representation



Glare

Coordinates : X : -109.0 m
Y : 3.5 m
Height : 1.5 m (for a driver in a car).

Average luminance in the calculation zone : 1.4 cd/m2

Veiling luminance : 0.11 cd/m2

Threshold increment : 5.5 %

Illuminance
=====

40	22	12	9	7	9	7	9	12	22
46	25	14	11	9	12	9	11	14	25
50	28	16	13	11	14	11	13	16	28
48	29	18	15	13	17	13	15	18	29
40	28	19	17	17	20	17	17	19	28
32	25	19	18	21	25	21	18	19	25
25	21	18	19	25	32	25	19	18	21
20	17	17	19	28	40	28	19	17	17
17	13	15	18	29	48	29	18	15	13
14	11	13	16	28	50	28	16	13	11
12	9	11	14	25	46	25	14	11	9
9	7	9	12	22	40	22	12	9	7

Emin : 7 lux
Emax : 50 lux
Eave : 20 lux
Emin / Eave : 37 %

Luminance
=====

1.3	0.7	0.6	0.5	0.5	0.8	1.3	1.8	1.6	1.4
1.4	0.9	0.7	0.6	0.7	1.1	1.7	2.3	1.9	1.6
1.6	1.0	0.9	0.8	0.9	1.4	2.0	2.6	2.0	1.7
1.5	1.1	1.1	1.0	1.1	1.5	1.9	2.5	1.9	1.7
1.3	1.1	1.3	1.2	1.2	1.4	1.7	2.1	1.8	1.6
1.2	1.2	1.4	1.4	1.2	1.3	1.5	1.8	1.6	1.4
1.1	1.2	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.6	1.4	1.1
1.0	1.2	1.7	1.6	1.6	1.4	1.3	1.3	1.2	0.9
1.1	1.5	2.0	1.8	1.7	1.6	1.2	1.2	1.0	0.9
1.3	1.7	2.3	1.9	1.7	1.6	1.1	1.0	0.9	0.9
1.4	1.8	2.3	1.9	1.6	1.5	1.0	0.9	0.8	0.9
1.1	1.6	2.0	1.6	1.4	1.3	0.8	0.7	0.7	0.8

Lane

1

2

3

4

66 40 26 26 29 50 42 28 33 46 %

Transverse uniformities

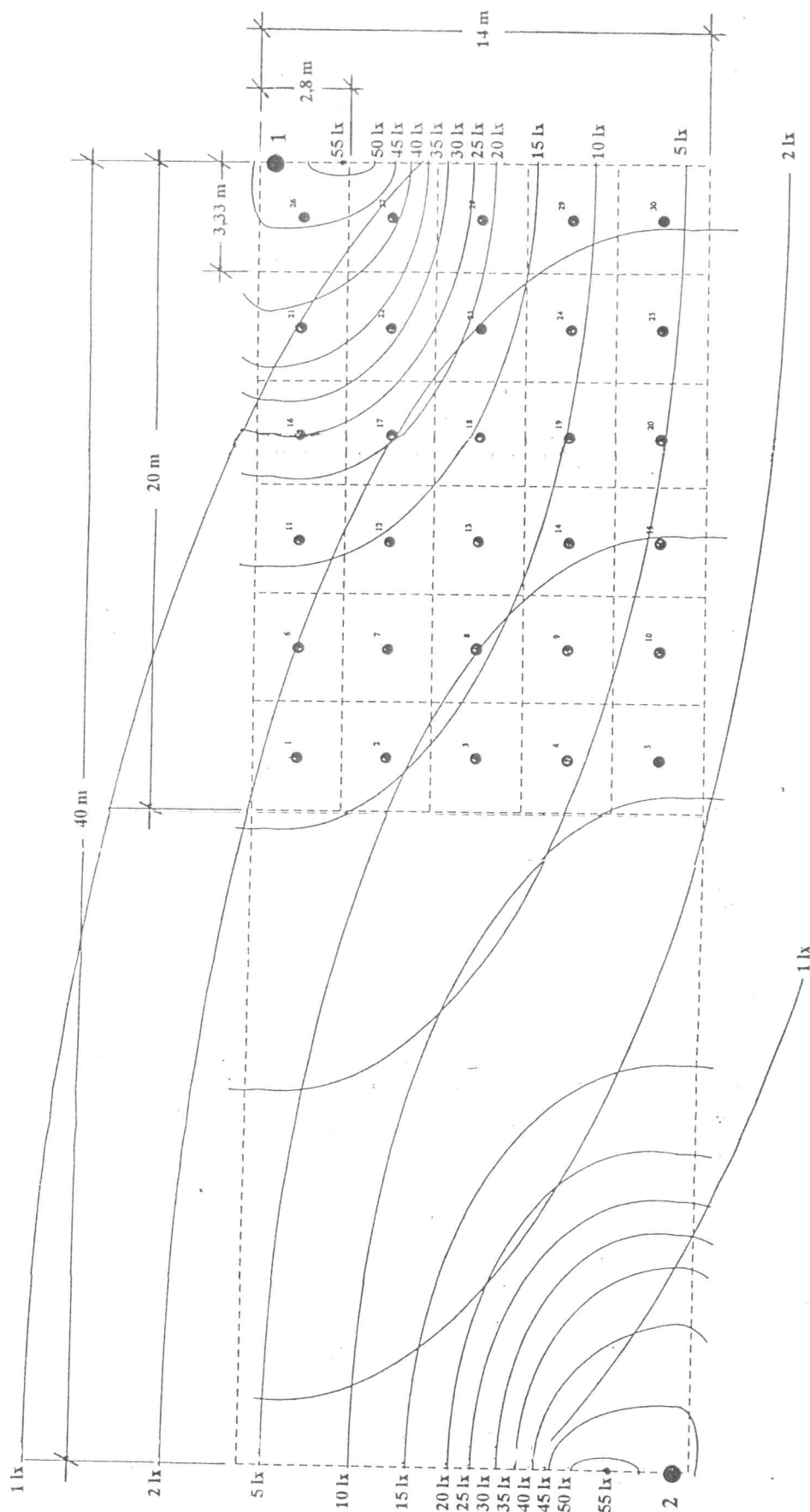
Lmin : 0.5 cd/m2
Lmax : 2.6 cd/m2
Lave : 1.4 cd/m2
Lmin / Lave : 35 %
Eave / Lave : 14.5

Longitudinal uniformities
=====

Lane : 1											
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*		
1.5	1.0	0.9	0.8	0.9	1.3	1.8	2.2	1.8	1.6	-> U1 = 36%	
Lane : 2											
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*		
1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	1.1	1.4	1.8	1.7	1.6	-> U1 = 53%	
Lane : 3											
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*		
1.1	1.4	1.8	1.7	1.6	1.4	1.2	1.3	1.2	1.0	-> U1 = 53%	
Lane : 4											
1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*		
1.3	1.8	2.2	1.8	1.6	1.5	1.0	0.9	0.8	0.9	-> U1 = 36%	

4 - RESUMO DE RESULTADOS

Método		E _{méd}	E _{min}	E _{máx}	$\frac{E_{min}}{E_{méd}}$	$\frac{E_{min}}{E_{máx}}$	L _V	L _{méd}	L _{min}	L _{máx}	$\frac{L_{min}}{L_{méd}}$	TI
		(lx)					(Cd / m ²)					
9 pontos		17,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Curvas isolux	21 pontos	19,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Geral (N=30)		18,8	8,1	52,1	0,43	0,16	–	–	–	–	–	–
Curvas do factor de utilização		17,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Programa Elite 2		20,0	7,0	50,0	0,37	–	0,11	1,4	0,5	2,6	0,35	5,5



MÉTODO DOS 9 PONTOS

