



Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE)

ÁREA PROYECTOS ESPECIALES

Informe de:

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis.

Santa Fe, DICIEMBRE DE 2022

Este documento es propiedad del Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE). No está permitida la explotación, transferencia o liberación de ninguna información en el contenido sin un acuerdo previo y escrito del Centro. Prohibida su reproducción total o parcial.





Centro de I+D en Ingeniería
Eléctrica y Sistemas Energéticos

ÁREA PROYECTOS ESPECIALES

UTN * SANTA FE

INFORME N°: 2022-12-01

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Cliente: Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Dirección: Av. Raúl Uranga S/N, peaje lado Paraná, de la ciudad de Paraná provincia de Entre Ríos.

Contacto: Ing. Augusto Cortes.

Responsables del informe:




Apellido y Nombre	Función	Firma
Ing. Juan P. Fernández	Coordinador	
Ing. Lautaro Rossi	Responsable Técnico	
Ing. Emmanuel Sangoi	Responsable Técnico	





Tabla de contenido

1.	Introducción	6
1.1.	Normativa Aplicable.....	6
2.	INSPECCIÓN Y RELEVAMIENTO DE LA INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA ACTUAL.	8
2.1.	Relevamiento zona 1.....	9
2.2.	Relevamiento zona 2.....	10
2.3.	Relevamiento zona 3.....	11
2.4.	Relevamiento zona 4.....	12
2.5.	Relevamiento zona 5.....	12
2.6.	Relevamiento zona 6.....	13
2.7.	Relevamiento zona 7.....	14
2.8.	Relevamiento zona 8.....	15
2.9.	Relevamiento de las zonas de acostumbramiento	16
2.9.1.	Relevamiento zona de acostumbramiento lado Santa Fe	16
2.9.2.	Relevamiento zona de acostumbramiento lado Paraná.....	17
2.10.	Relevamiento de espacios verdes	18
2.10.1.	Zona de espacio verde lado Santa Fe.....	18
2.10.2.	Zona de espacio verde lado Paraná	19
3.	Medición de los niveles de iluminación actuales.....	21
3.1.	Mediciones zona 1	21
3.2.	Mediciones zona 2	22
3.3.	Mediciones zona 3	23
3.4.	Mediciones zona 4	24
3.5.	Mediciones zona 5	24
3.6.	Mediciones zona 6	24
3.7.	Mediciones zona 7	25
3.8.	Mediciones zona 8	26
3.9.	Mediciones en zona de acostumbramiento lado Santa Fe.....	27
3.10.	Mediciones en zona de acostumbramiento lado Paraná	28
3.11.	Fotos de las mediciones realizadas	30
4.	Estimación de los niveles de iluminación resultantes por reemplazo led.....	31





4.1.	Estimaciones zona 1.....	34
4.1.1.	Estimaciones para el punto de medición	35
4.2.	Estimaciones zona 2.....	35
4.2.1.	Estimaciones para el punto de medición 1	37
4.2.2.	Estimaciones para el punto de medición 2	38
4.2.3.	Estimaciones para el punto de medición 3	39
4.3.	Estimaciones zona 3.....	40
4.3.1.	Estimaciones para el punto de medición 1	41
4.3.2.	Estimaciones para el punto de medición 2	42
4.3.3.	Estimaciones para el punto de medición 3	43
4.4.	Estimaciones zona 4 y 5	44
4.4.1.	Estimaciones para el punto de medición 1 de la zona 4.....	45
4.4.2.	Estimaciones para el punto de medición 2 de la zona 4.....	46
4.4.3.	Estimaciones para el punto de medición de la zona 5.....	47
4.5.	Estimaciones zona 6.....	48
4.5.1.	Resultados obtenidos.....	49
4.6.	Estimaciones zona 7.....	49
4.6.1.	Estimaciones para el punto de medición 1	51
4.6.2.	Estimaciones para el punto de medición 2	52
4.6.3.	Estimaciones para el punto de medición 3	53
4.7.	Estimaciones zona 8.....	54
4.7.1.	Estimaciones para el punto de medición 1	55
4.7.2.	Estimaciones para el punto de medición 2	56
4.7.3.	Estimaciones para el punto de medición 3	57
4.7.4.	Estimaciones para el punto de medición 4	58
4.8.	Estimaciones zona de acostumbramiento lado de Santa Fe	59
4.8.1.	Zona de simulación 1.....	60
4.8.2.	Zona de simulación 2.....	61
4.8.3.	Zona de simulación 3.....	62
4.8.4.	Zona de simulación 4.....	63
4.8.5.	Zona de simulación 5.....	64
4.8.6.	Zona de simulación 6.....	65





4.8.7. Zona de simulación 7.....	66
4.8.8. Zona de simulación 8.....	67
4.9. Estimaciones zona de acostumbramiento lado de Paraná.....	68
4.9.1. Zona de simulación 1.....	68
4.9.2. Zona de simulación 2.....	69
4.9.3. Zona de simulación 3.....	70
5. Comparación entre valores medidos actuales y estimados con luminarias led – análisis de resultados.....	71
5.1. Zona 1.....	71
5.2. Zona 2.....	71
5.3. Zona 3.....	73
5.4. Zona 4.....	75
5.5. Zona 5.....	77
5.6. Zona 6.....	78
5.7. Zona 7.....	79
5.8. Zona 8.....	80
5.9. Acostumbramiento lado Santa Fe.....	82
5.10. Acostumbramiento lado Paraná.....	86
6. Conclusiones.....	88
7. ANEXO A.....	90
7.1. Croquis lado Paraná.....	90
7.2. Croquis lado Santa Fe.....	91

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge del convenio de cooperación y asistencia entre la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe y el Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS), denominado *“Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).”*

El mismo tiene por objetivo realizar el estudio para el reemplazo a tecnología LED de la iluminación externa de las rutas de acceso al túnel correspondiente a su jurisdicción.

Las etapas del estudio se dividieron en:

- Recolección, relevamiento, clasificación y análisis de documentación técnica disponible en el EITS.
- Inspección y relevamiento de la instalación luminotécnica actual.
- Medición de los niveles de iluminación actuales en sectores representativos. La cantidad de puntos a medir se realizó en función del sector bajo análisis, teniendo en cuenta para el muestreo la cantidad de luminarias, distribución, simetría, etc.
- Estimación de los niveles de iluminación resultantes de los cálculos con luminarias led en función de una curva fotométrica típica, respetando la cantidad, medidas y disposiciones actuales de las columnas verificando la conformidad con las normas aplicables (IRAM - AADL J 2022-2, “Alumbrado Público, Vías de Tránsito. Parte 2: Clasificación y Niveles de Iluminación”).

1.1. Normativa Aplicable

La base normativa utilizada para el presente estudio es la Norma IRAM-AADL J 2022-2 “Alumbrado Público – Parte 2 – Clasificación y Niveles de Iluminación”. En la Tabla 1 y Tabla 2 se muestra la clasificación de calzadas y las características requeridas del alumbrado según la mencionada normativa.

Tabla 1 Clasificación de calzadas según normativa

Clase	Carácter del tránsito	Descripción	Ejemplos
A*	MUY RÁPIDO V > 100 km/h	Calzadas de manos separadas, dos o más carriles por mano, libre de cruces a nivel, control de accesos y salidas	AUTOPISTAS
B*	RÁPIDO V ≤ 100 km/h	Calzadas para tránsito rápido, importante, sin separadores de tránsito.	TRAMOS DE RUTAS NACIONALES, PROVINCIALES
C**	SEMIRÁPIDO V ≤ 60 km/h	Calzadas de una o dos direcciones de desplazamiento, con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	AVENIDAS PRINCIPALES VÍAS DE ENLACE ENTRE SECTORES IMPORTANTES
D**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calzadas con desplazamiento lento y trabado; con carriles de estacionamiento o sin ellos; con intensa presencia de peatones y obstáculos.	ARTERIAS COMERCIALES, CENTROS DE COMPRA
E**	MODERADO V ≤ 50 km/h	Acumulan y conducen el tránsito desde un barrio hacia vías de tránsito de orden superior, (clases A, B, C, D).	AVENIDAS SECUNDARIAS CALLES COLECTORAS DE TRÁNSITO
F**	LENTO V ≤ 40 km/h	Calles residenciales de una o dos manos; con tránsito exclusivamente local. Presencia de peatones y obstáculos.	CALLES RESIDENCIALES

* Sin presencia de peatones.
** Con presencia de peatones.

Tabla 2 Características del alumbrado por el método de las iluminancias

Clase	Valores mínimos			Grado mínimo de apantallamiento
	Nivel inicial promedio Emed (lx)	Uniformidad		
		G ₁ E _{min} / E _{med}	G ₂ E _{min} / E _{máx}	
C	40	1/2	1/4	APANTALLADO
D	27	1/3	1/6	SEMIAPANTALLADO
E	16	1/4	1/8	SEMIAPANTALLADO
F	10	1/4	1/8	NO APANTALLADO

En las calles que se evalúen por el criterio de iluminancias, se debe considerar también la correspondiente uniformidad de niveles. Las uniformidades de la iluminancia, se obtienen con las siguientes ecuaciones:

$$G_1 = \frac{E_{min}}{E_{med}} ; G_2 = \frac{E_{min}}{E_{max}}$$

donde:

E_{min}: el menor valor de la iluminancia encontrado entre los puntos de evaluación.

E_{med}: el promedio de las iluminancias entre los puntos de evaluación.

E_{max}: el mayor valor de la iluminancia en los puntos de evaluación.

2. INSPECCIÓN Y RELEVAMIENTO DE LA INSTALACIÓN LUMINOTÉCNICA ACTUAL.

Tanto para realizar el relevamiento como para la realización de las simulaciones, las instalaciones correspondientes al predio del EITS fueron divididas en ocho zonas, las cuales se detallan en la Fig. 1 y Fig. 2 y se describen a continuación.



Fig. 1 Zonificación lado Santa Fe



Fig. 2 Zonificación lado Paraná

Descripción de las zonas:

- Zona 1: RN168, abarca desde el comienzo de la jurisdicción del túnel subfluvial hasta el acceso al peaje lado Santa Fe.
- Zona 2: abarca el acceso al peaje lado Santa Fe en dirección Santa Fe-Paraná.
- Zona 3: abarca el acceso al peaje lado Santa Fe en dirección Paraná-Santa Fe.

- Zona 4: abarca el ingreso al túnel subfluvial lado Santa Fe en dirección Santa Fe-Paraná.
- Zona 5: abarca el acceso a la sala de control del lado Santa Fe.
- Zona 6: abarca el acceso a la sala de control del lado Paraná.
- Zona 7: abarca el acceso al peaje lado Paraná en dirección Santa Fe-Paraná.
- Zona 8: abarca el acceso al peaje lado Paraná en dirección Paraná-Santa Fe.

2.1. Relevamiento zona 1

En esta zona en particular solo hay columnas dobles como las mostradas en la Fig. 3.

Luminaria N°1:



Fig. 3 Luminaria N°1 – Zona 1

Tabla 3 Relevamiento zona 1

Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
9,96 [m]	2,8 [m]	28,4 [m]	7,3 [m]

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

2.2. Relevamiento zona 2

En esta zona hay dos tipos de luminarias, las cuales se muestran en las Fig. 4 y Fig. 5.



Fig. 4 Luminaria N°1 – Zona 2



Fig. 5 Luminaria N°2 – Zona 2

Tabla 4 Relevamiento zona 2

	Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
Luminaria N°1	8,3 [m]	2,31 [m]	16,9 [m]	--
Luminaria N°2	10,41 [m]	0,6 [m]	18,8 [m]	--

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

Observación: No se indica el ancho de la calzada por no tener ésta un valor uniforme. Para la realización de las simulaciones se utilizan los croquis suministrados por la administración del túnel subfluvial. Ver ANEXO A.

2.3. Relevamiento zona 3

En esta zona se tienen dos tipos de luminarias, con las mismas características que las luminarias de la zona 2 (ver Tabla 4). Para ver la ubicación de las mismas, remitirse al ANEXO A.



Fig. 6 Luminaria N°1 – Zona 3



Fig. 7 Luminaria N°2 – Zona 3

2.4. Relevamiento zona 4

En esta zona hay dos tipos de luminarias, las cuales se muestran en las Fig. 8 y Fig. 9.



Fig. 8 Luminaria N°1 – Zona 4



Fig. 9 Luminaria N°2 – Zona 4

Tabla 5 Relevamiento zona 4

	Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
Luminaria N°1	9,3 [m]	2,2 [m]	27,9 [m]	11,3 [m]
Luminaria N°2	8,46 [m]	2 [m]	25 [m]	6 [m]

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

Observación: Las luminarias N°2 son dobles y son utilizadas para la calzada de entrada al túnel y para la calzada de entrada a la sala de control del lado Santa Fe. El ancho indicado corresponde a la zona 4 (acceso al túnel lado Santa Fe)

2.5. Relevamiento zona 5

En esta zona las luminarias son iguales a la luminaria N°2 presentadas en la zona 4.

2.6. Relevamiento zona 6

En esta zona hay un sólo tipo de luminaria, y es el que se muestra en la Fig. 10.

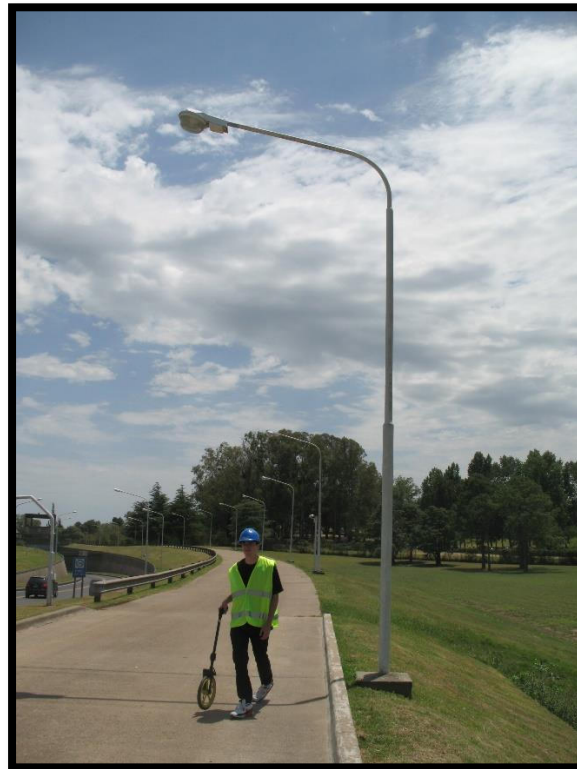


Fig. 10 Luminaria N°1 – Zona 6

Tabla 6 Relevamiento zona 6

Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
7,01 [m]	2,2 [m]	26,7 [m]	5 [m]

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

Observación: La zona 6 se presenta solo en el ingreso a la sala de control del lado Paraná.

2.7. Relevamiento zona 7

En esta zona hay un solo tipo de luminaria y es la que se muestra en la Fig. 11.



Fig. 11 Luminaria N°1 – Zona 7

Tabla 7 Relevamiento zona 7

Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
8,3 [m]	2,31 [m]	16,9 [m]	--

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

Observación: No se indica el ancho de la calzada, dado que ésta no es uniforme. Para la realización de las simulaciones se utilizan los croquis suministrados por la administración del túnel subfluvial. Ver ANEXO A.

2.8. Relevamiento zona 8

En esta zona se tienen cuatro tipos de luminarias distintas. Las mismas se muestran en la Fig. 12 - Fig. 15.



Fig. 12 Luminaria N°1 – Zona 8

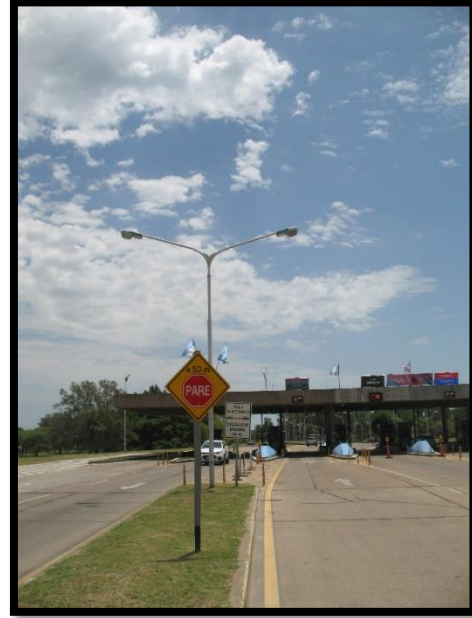


Fig. 13 Luminaria N°2 – Zona 8



Fig. 14 Luminaria N°3 – Zona 8



Fig. 15 Luminaria N°4 – Zona 8

Tabla 8 Relevamiento zona 8

	Altura del punto luminoso	$D1^{(1)}$	Distancia entre columnas contiguas	Ancho de la calzada
Luminaria N°1	8,3 [m]	2,31 [m]	16,9 [m]	--
Luminaria N°2	8,3 [m]	1,8 [m]	18,7 [m]	--
Luminaria N°3	10,2 [m]	2,4 [m]	23 [m]	--
Luminaria N°4	12 [m]	0 [m]	--	--

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

Observación: No se indica el ancho de la calzada por ser ésta uniforme. Para la realización de las simulaciones se utilizan los croquis suministrados por la administración del túnel subfluvial. Las luminarias N°4 están ubicadas a los lados del destacamento policial que se encuentra en el sitio. Hay solo dos de estas luminarias, y como se puede observar, no existe distancia entre el principio de la calzada y la proyección vertical del punto luminoso. Ver ANEXO A.

2.9. Relevamiento de las zonas de acostumbramiento

2.9.1. Relevamiento zona de acostumbramiento lado Santa Fe

En el siguiente croquis se presenta la distribución de luminarias en la zona de acostumbramiento para ingreso al túnel desde el lado Santa Fe. A efectos de referenciarlo al esquema de distribución actual de luminarias, la luminaria 1 de la Fig. 16 se identifica como K145 en la columna de alumbrado respectiva; la luminaria 3 se corresponde a la K146 y así sucesivamente. De igual forma, la luminaria 2 tiene su identificación como K205; la luminaria 4 se corresponde con la K147, etc. En la Tabla 9 se detalla la altura relevada para estas luminarias.

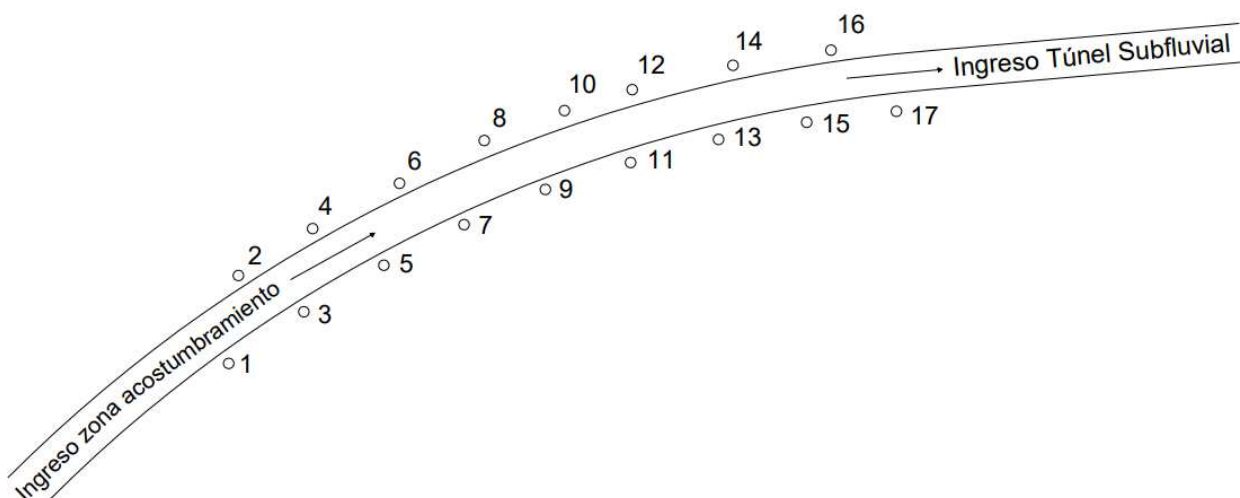


Fig. 16 Croquis zona acostumbramiento lado Santa Fe y numeración de luminarias existentes.

Tabla 9 Relevamiento zona de acostumbramiento lado Santa Fe. Luminarias en referencia a la Fig. 16.

Luminaria	Altura del punto luminoso	Luminaria	Altura del punto luminoso
1	8,02 [m]	10	11,11 [m]
2	8,38 [m]	11	11,57 [m]
3	8,68 [m]	12	12,05 [m]
4	8,79 [m]	13	12,44 [m]
5	9,42 [m]	14	12,72 [m]
6	9,88 [m]	15	13,12 [m]
7	10,21 [m]	16	13,36 [m]
8	10,45 [m]	17	13,66 [m]
9	10,72 [m]		

Observación: para todos los casos, el ancho de la calzada es de 11,3 [m] y la distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso es de 2,2 [m].

2.9.2. Relevamiento zona de acostumbramiento lado Paraná

En el siguiente croquis se presenta la distribución de luminarias en la zona de acostumbramiento para ingreso al túnel desde el lado Paraná. A efectos de referenciarlo al esquema de distribución actual de luminarias, la luminaria 1 de la Fig. 17 se identifica como K29 en la columna de alumbrado respectiva; la luminaria 3 se corresponde a la K30 y así sucesivamente. De igual forma, la luminaria 2 tiene su identificación como K53; la luminaria 4 se corresponde con la K54, etc. En la Tabla 10 se detalla la altura relevada para estas luminarias.

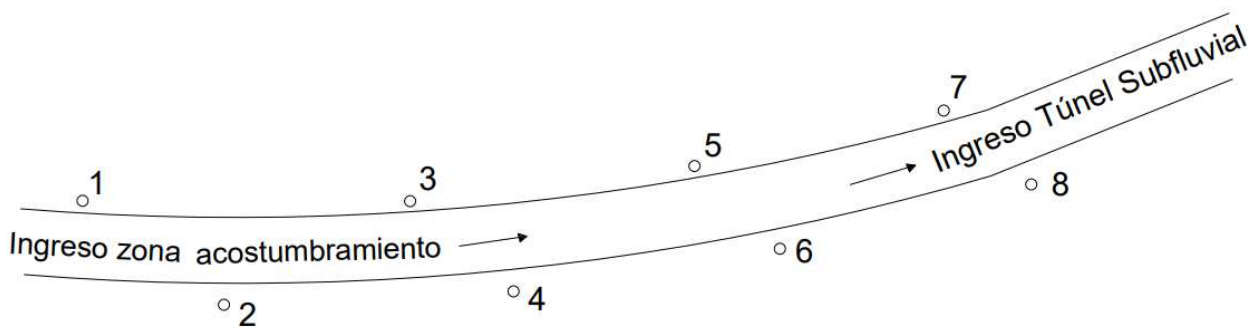


Fig. 17 Croquis zona de acostumbramiento lado Paraná

Tabla 10 Relevamiento zona de acostumbramiento zona Paraná

Referencia en croquis	Altura del punto luminoso	Referencia en croquis	Altura del punto luminoso
1	8,10 [m]	5	11,34 [m]
2	9,12 [m]	6	12,16 [m]
3	9,61 [m]	7	12,90 [m]
4	10,51 [m]	8	13,50 [m]

Observación: para todos los casos el ancho de la calzada es de 11,3 [m] y la distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso es de 2,2 [m].

2.10. Relevamiento de espacios verdes

2.10.1. Zona de espacio verde lado Santa Fe

En la Fig. 18 se muestra un esquema de la zona verde del lado Santa Fe con la correspondiente identificación de luminarias. En la Tabla 11 se detalla la altura y distancias de los correspondientes puntos luminosos medidas durante el relevamiento.

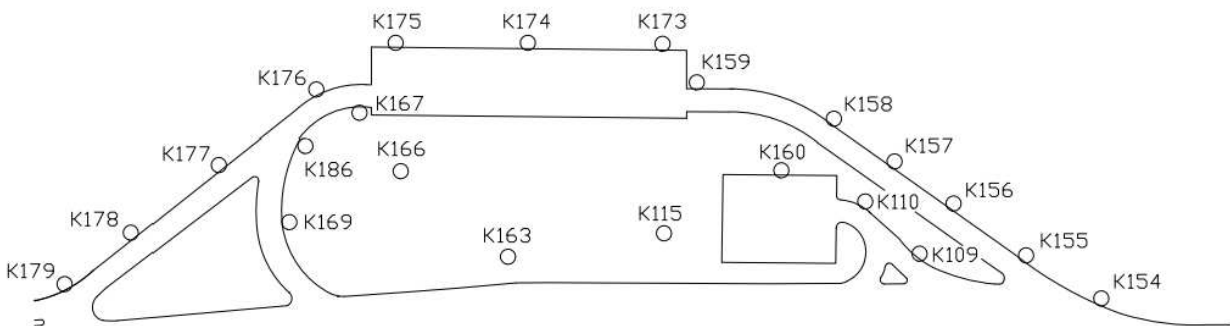


Fig. 18 Croquis zona verde lado Santa Fe e identificación de luminarias

Tabla 11 Relevamiento zona verde lado Santa Fe

Luminaria	Altura del punto luminoso	D1 ⁽¹⁾
K154	7,26 [m]	3,17 [m]
K155	7,27 [m]	2,52 [m]
K156	7,24 [m]	2,53 [m]
K157	7,16 [m]	2,6 [m]
K110	8,05 [m]	2,43 [m]
K109	8,12 [m]	2,72 [m]
K160	8,17 [m]	2,86 [m]
K158	7,28 [m]	2,65 [m]
K159	7,11 [m]	2,9 [m]
K175	7,22 [m]	3,1 [m]

Luminaria	Altura del punto luminoso	D1 ⁽¹⁾
K115	9,47 [m]	--
K163	9,45 [m]	--
K166	6,94 [m]	2,5 [m]
K174	7,23 [m]	2,9 [m]
K175	7,25 [m]	2,7 [m]
K167	7,1 [m]	2,7 [m]
K176	7,14 [m]	2,64 [m]
K168	7,18 [m]	2,63 [m]
K169	7,25 [m]	2,61 [m]
K177	7,15 [m]	2,7 [m]
K178	7,29 [m]	2,69 [m]
K179	7,25 [m]	2,7 [m]

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

2.10.2. Zona de espacio verde lado Paraná

En la Fig. 19 se muestra un esquema de la zona verde del lado Paraná con la correspondiente identificación de luminarias. En la Tabla 12 se detalla la altura y distancias de los correspondientes puntos luminosos medidas durante el relevamiento.

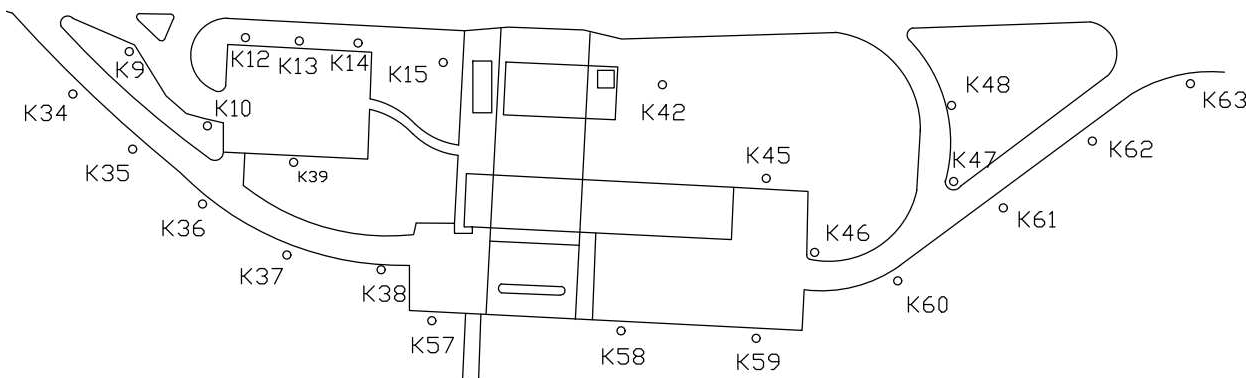


Fig. 19 Zona verde lado Paraná e identificación de luminarias

Tabla 12 Relevamiento zona verde lado Paraná

Luminaria	Altura del punto luminoso	D1 ⁽¹⁾
K59	7,02 [m]	2,58 [m]
K58	7,02 [m]	2,54 [m]
K57	7,01 [m]	2,55 [m]
K38	7,16 [m]	2,7 [m]
K37	7 [m]	2,6 [m]

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

<i>Luminaria</i>	<i>Altura del punto luminoso</i>	<i>D1⁽¹⁾</i>
K36	7,03 [m]	2,8 [m]
K35	6,98 [m]	2,97 [m]
K34	7,08 [m]	2,79 [m]
K9	7,88 [m]	2,8 [m]
K10	7,9 [m]	2,66 [m]
K39	7,95 [m]	3 [m]
K15	10,12 [m]	--
K42	10,11 [m]	--
K45	6,8 [m]	3,3 [m]
K46	7 [m]	2,82 [m]
K60	7,14 [m]	2,57 [m]
K47	7,03 [m]	2,35 [m]
K48	6,96 [m]	2,66 [m]
K61	6,98 [m]	2,7 [m]
K62	7,16 [m]	2,62 [m]

⁽¹⁾ Distancia del principio de la calzada hasta la proyección vertical del punto luminoso.

3. MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN ACTUALES

La medición de los niveles de iluminación actuales se hizo según la norma IRAM-AADL J 2022-2, en donde se establecen las áreas de evaluación correspondientes a dos columnas contiguas de la misma fila y en el sentido de la conducción.

Si el espaciamiento entre soportes de luminarias contiguas (de la misma fila) es menor o igual a 50 [m], se toman diez puntos en la dirección de conducción. Si la distancia entre soportes de luminarias contiguas es superior a 50 [m], la cantidad de puntos que se toman es tal que su separación en el sentido longitudinal no exceda los 5 [m]. La distancia entre la línea imaginaria que une los puntos de medición y el borde del carril debe ser igual a 1/10 del ancho del carril.

Las mediciones se realizaron con un luxómetro apoyado sobre la calzada y contemplándose un mecanismo que asegura la horizontalidad del plano de medición.

En la Fig. 20 se muestra un esquema genérico asociado a la distribución de puntos de medición, el cual se usará a continuación para mostrar las mediciones en cada zona. A tales efectos, la calzada se divide en tres filas nombradas con las letras A, B y C. A lo largo de cada fila, se distribuyen los puntos de medición enumerados correlativamente, comenzando por el número 1 (en la posición de la primera luminaria), y terminando en el número 10 (en la posición de la luminaria contigua). La distribución de puntos se realizó respetando el criterio mencionado anteriormente. Las mediciones se realizaron siempre siguiendo la numeración creciente en función del sentido de circulación.



Fig. 20 Esquema de la distribución de puntos de medición

A continuación, se presentan los resultados de las mediciones realizadas para cada zona. Salvo que se aclare lo contrario, la distribución de los puntos de medición sigue el criterio expuesto en este apartado.

3.1. Mediciones zona 1

Tabla 13 Valores medidos en [Lux] para la zona 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	74	62	48	33	24	23	29	43	58	64
B	60	55	43	28	22	21	28	39	53	58
C	38	38	31	22	18	18	23	30	37	37

3.2. Mediciones zona 2

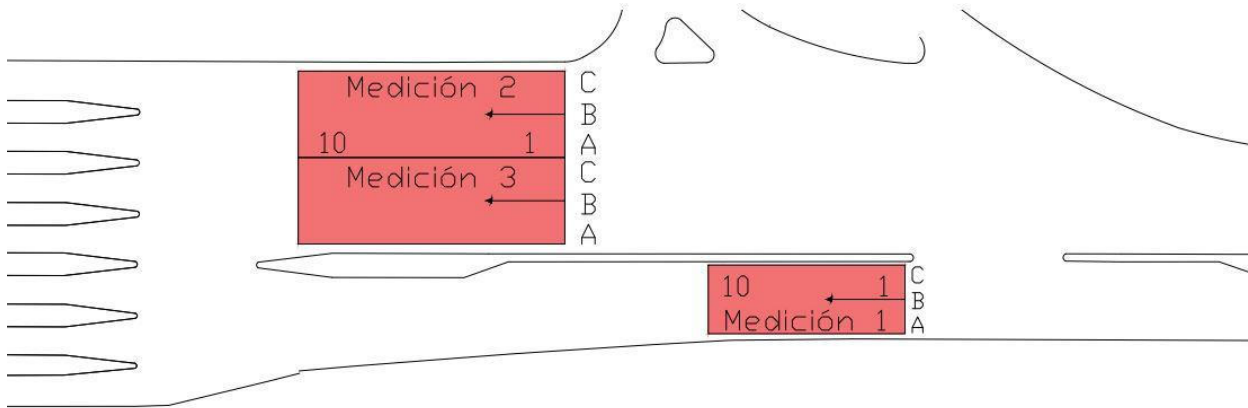


Fig. 21 Ubicación de las mediciones realizadas en la zona 2

Tabla 14 Valores medidos en [Lux] para la zona 2 - **Medición 1**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	89	78	71	67	71	66	74	59	69	75
B	48	52	52	50	49	51	49	40	46	44
C	29	28	26	23	24	27	27	29	29	26

Tabla 15 Valores medidos en [Lux] para la zona 2 - **Medición 2**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	33	29	27	26	24	21	20	20	15	20
B	48	48	42	39	35	39	30	32	33	26
C	62	56	56	56	58	45	45	45	49	37

Tabla 16 Valores medidos en [Lux] para la zona 2 - **Medición 3**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	49	45	20	12	8	6	8	14	24	33
B	44	36	26	15	11	10	13	17	25	29
C	29	26	21	19	17	16	15	16	16	15

3.3. Mediciones zona 3

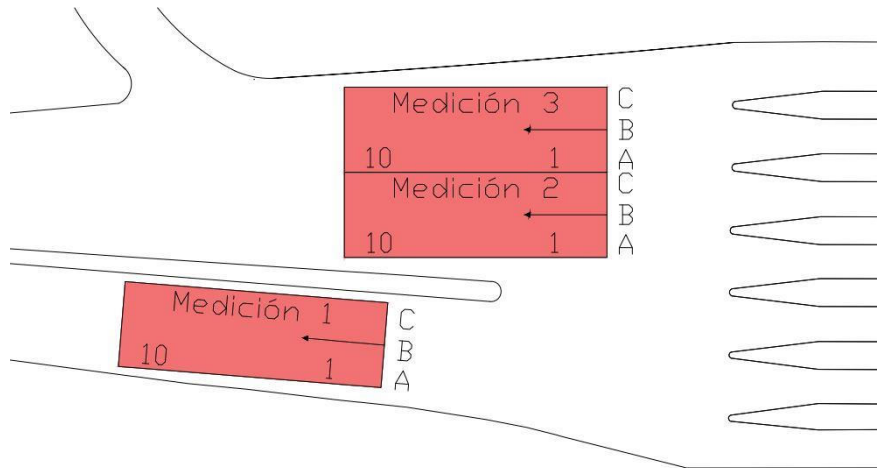


Fig. 22 Esquema de ubicación de las mediciones realizadas en la zona 3

Tabla 17 Valores medidos en [Lux] para la zona 3 - **Medición 1**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	48	39	32	24	19	16	17	18	19	20
B	46	41	36	27	25	23	24	23	28	26
C	36	34	35	37	33	29	28	28	28	29

Tabla 18 Valores medidos en [Lux] para la zona 3 - **Medición 2**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	39	31	30	33	33	34	30	28	31	29
B	23	24	24	26	30	28	28	33	24	25
C	20	23	23	26	28	29	29	27	26	23

Tabla 19 Valores medidos en [Lux] para la zona 3 - **Medición 3**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	23	24	27	34	35	35	35	33	28	23
B	26	27	30	39	48	53	49	40	29	24
C	17	18	23	33	40	51	41	35	23	17

3.4. Mediciones zona 4

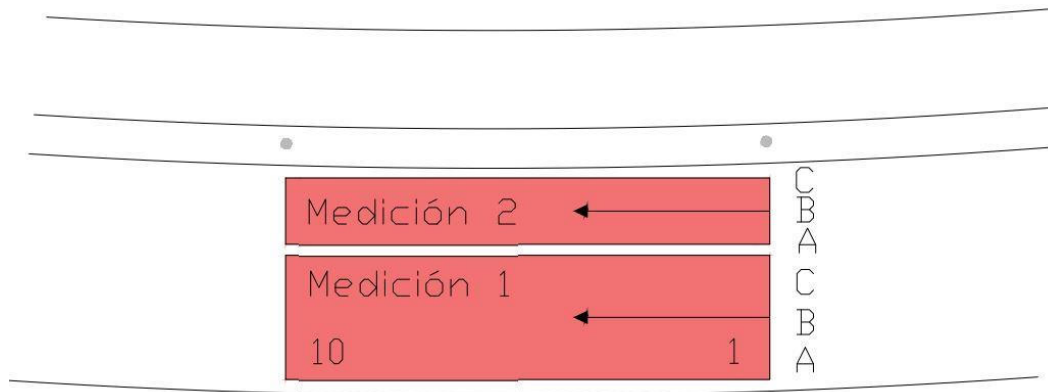


Fig. 23 Esquema de ubicación de las mediciones realizadas en la zona 4

Tabla 20 Valores medidos en [Lux] para la zona 4 - **Medición 1**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	37	32	38	55	58	64	54	46	47	48
B	38	34	36	41	39	44	45	53	62	70
C	35	31	27	22	23	25	29	47	60	77

Tabla 21 Valores medidos en [Lux] para la zona 4 - **Medición 2**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	69	60	48	42	39	36	35	40	49	57
B	68	55	45	34	30	28	29	31	39	53
C	58	49	41	29	24	23	22	27	38	43

3.5. Mediciones zona 5

Tabla 22 Valores medidos en [Lux] para la zona 5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	34	31	25	18	15	14	16	18	21	24
B	27	23	16	16	13	12	13	14	16	18
C	20	16	15	15	12	11	10	13	14	13

3.6. Mediciones zona 6

En esta zona no se realizaron mediciones sobre la vía misma ya que no es de acceso público.

3.7. Mediciones zona 7

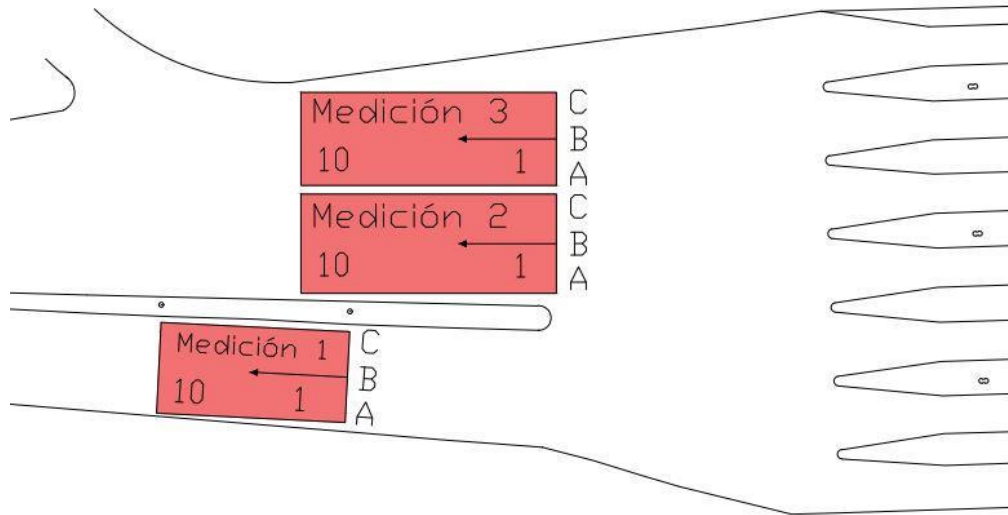


Fig. 24 Esquema de ubicación de las mediciones realizadas en la zona 7

Tabla 23 Valores medidos en [Lux] para la zona 7 - **Medición 1**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	70	66	52	36	29	29	33	41	48	49
B	64	65	58	48	43	42	47	55	59	60
C	49	50	53	55	59	57	57	56	49	46

Tabla 24 Valores medidos en [Lux] para la zona 7 - **Medición 2**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	44	45	34	44	42	44	49	51	52	53
B	75	73	60	52	44	44	57	70	81	87
C	99	86	69	55	46	47	55	70	85	91

Tabla 25 Valores medidos en [Lux] para la zona 7 - **Medición 3**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	35	38	41	48	48	49	51	50	48	44
B	32	36	47	60	66	68	63	52	42	35
C	27	31	43	57	71	74	63	48	34	27

3.8. Mediciones zona 8

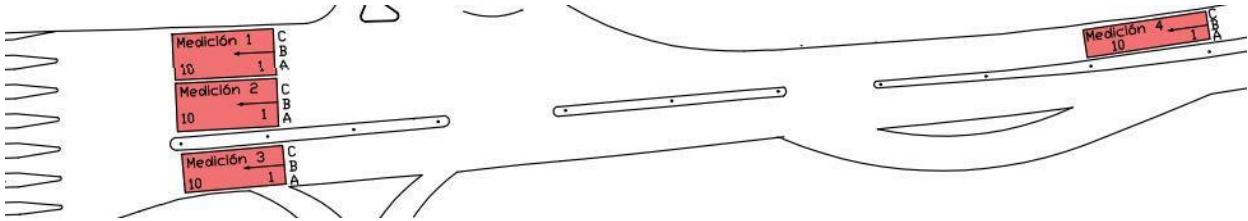


Fig. 25 Esquema de ubicación de las mediciones realizadas en la zona 8

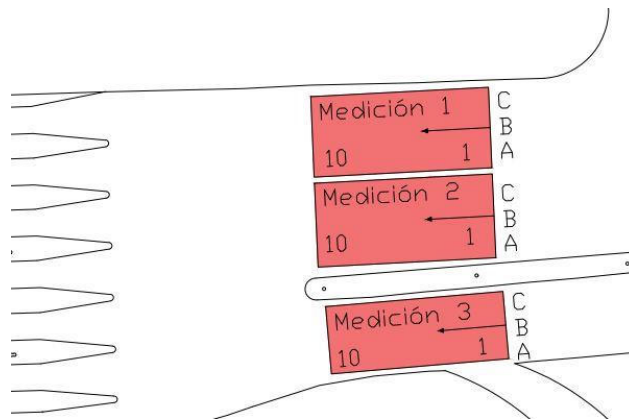


Fig. 26 Esquema de ubicación de las primeras tres mediciones en la zona 8

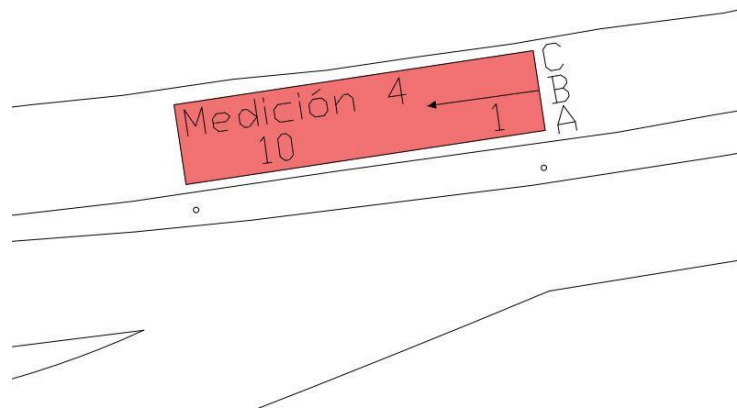


Fig. 27 Esquema de ubicación de la última medición de la zona 8

Tabla 26 Valores medidos en [Lux] para la zona 8 - Medición 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	15	13	13	13	13	13	13	15	15	19
B	19	17	14	13	12	12	18	22	27	30
C	23	18	14	12	10	13	18	23	26	41

Tabla 27 Valores medidos en [Lux] para la zona 8 - **Medición 2**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	16	16	15	15	15	14	14	16	18	18
B	24	25	23	32	24	20	19	20	21	18
C	32	29	34	35	28	28	23	22	22	19

Tabla 28 Valores medidos en [Lux] para la zona 8 - **Medición 3**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	13	12	12	11	12	11	11	12	12	12
B	26	23	20	19	20	20	20	23	23	23
C	25	32	29	29	30	29	27	29	29	27

Tabla 29 Valores medidos en [Lux] para la zona 8 - **Medición 4**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	64	67	54	43	35	35	39	49	58	50
B	60	65	60	49	41	39	45	56	70	51
C	47	49	44	34	31	27	31	36	39	37

3.9. Mediciones en zona de acostumbramiento lado Santa Fe

En esta zona, al no tener uniformidad en la disposición de luminarias, se realizaron mediciones a lo largo de todo el recorrido, totalizando un total de 31 mediciones longitudinales para cada fila. Los resultados se muestran en la Tabla 30.

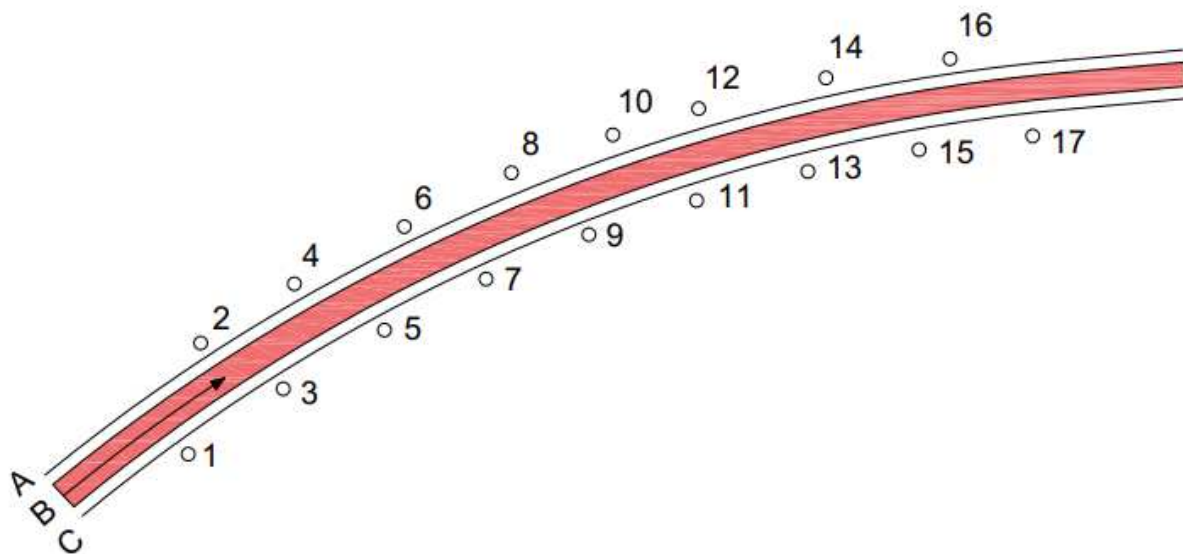


Fig. 28 Esquema de mediciones zona de acostumbramiento lado Santa Fe

Tabla 30 Valores medidos en [Lux] para la zona de acostumbramiento lado Santa Fe

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	62	55	55	54	65	73	86	94	85	75
B	92	71	64	68	75	96	92	96	97	96
C	91	60	48	58	72	85	71	75	83	87
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	90	100	85	79	86	82	72	63	55	55
B	103	102	103	96	92	84	78	70	63	60
C	83	75	83	80	70	58	61	61	58	49
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	56	56	57	60	64	66	65	65	61	55
B	60	60	60	64	66	70	74	68	63	56
C	48	49	51	55	60	66	68	60	53	48
	31									
A	38									
B	43									
C	34									

3.10. Mediciones en zona de acostumbramiento lado Paraná

Al igual que en el apartado anterior, en esta zona tampoco hay uniformidad en la distribución de luminarias, por lo tanto, se realizaron mediciones a lo largo de toda la zona. Los resultados se muestran en la Tabla 31.

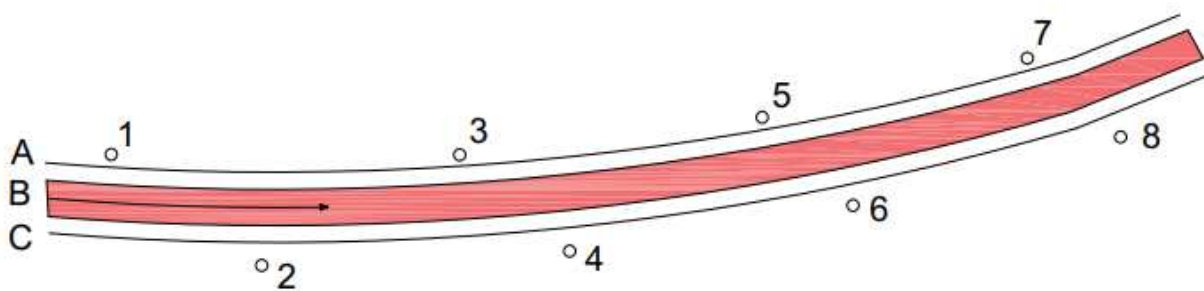


Fig. 29 Esquema de mediciones zona de acostumbramiento lado Paraná

Tabla 31 Valores medidos en [Lux] para la zona de acostumbramiento lado Paraná

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	86	55	28	22	25	31	31	34	50	58
B	84	60	31	30	47	53	45	31	42	41
C	52	44	39	65	85	54	31	31	29	30



Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	49	33	32	28	24	29	53	102	86	37
B	44	36	43	44	33	26	36	60	60	44
C	35	55	60	39	24	25	29	37	39	33
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	29	39	43	44	41	58	91	81	52	40
B	27	44	61	63	48	48	68	67	57	52
C	28	43	80	75	47	41	45	46	46	67
	31	32	33	34						
A	29	20	59	152						
B	44	28	20	153						
C	65	30	16	99						

3.11. Fotos de las mediciones realizadas

En las siguientes figuras se muestran algunas imágenes asociadas a la etapa de medición antes detallada.



Fig. 30 Foto de las mediciones realizadas



Fig. 31 Foto de las mediciones realizadas

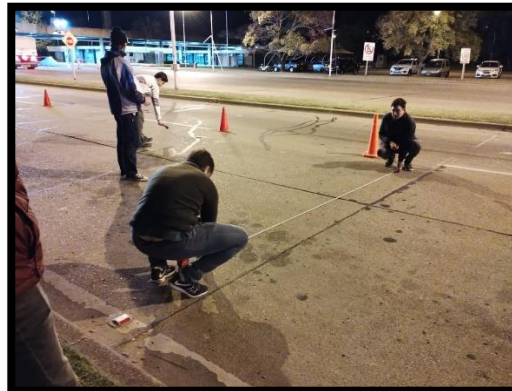


Fig. 32 Foto de las mediciones realizadas



Fig. 33 Foto de las mediciones realizadas

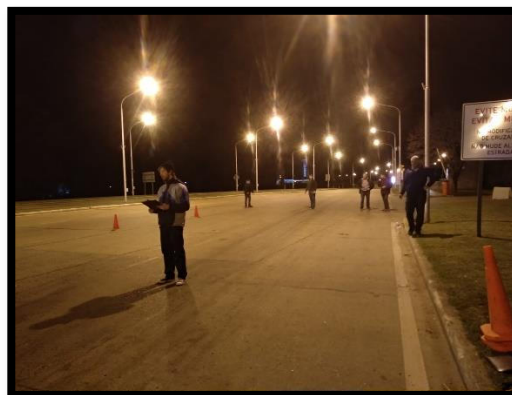


Fig. 34 Foto de las mediciones realizadas

4. ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN RESULTANTES POR REEMPLAZO LED

Las simulaciones se realizaron a partir de luminarias con curvas fotométricas típicas, respetando la cantidad, geometría y disposición actual de las columnas existentes y verificando el cumplimiento de la normativa. Las características de las luminarias utilizadas para el estudio se detallan a continuación.

Luminaria tipo 1:

- Designación: LED
- Color: 3000 K
- Flujo luminoso: 22080 lm
- Reproducción cromática: 70
- Potencia eléctrica: 141 W

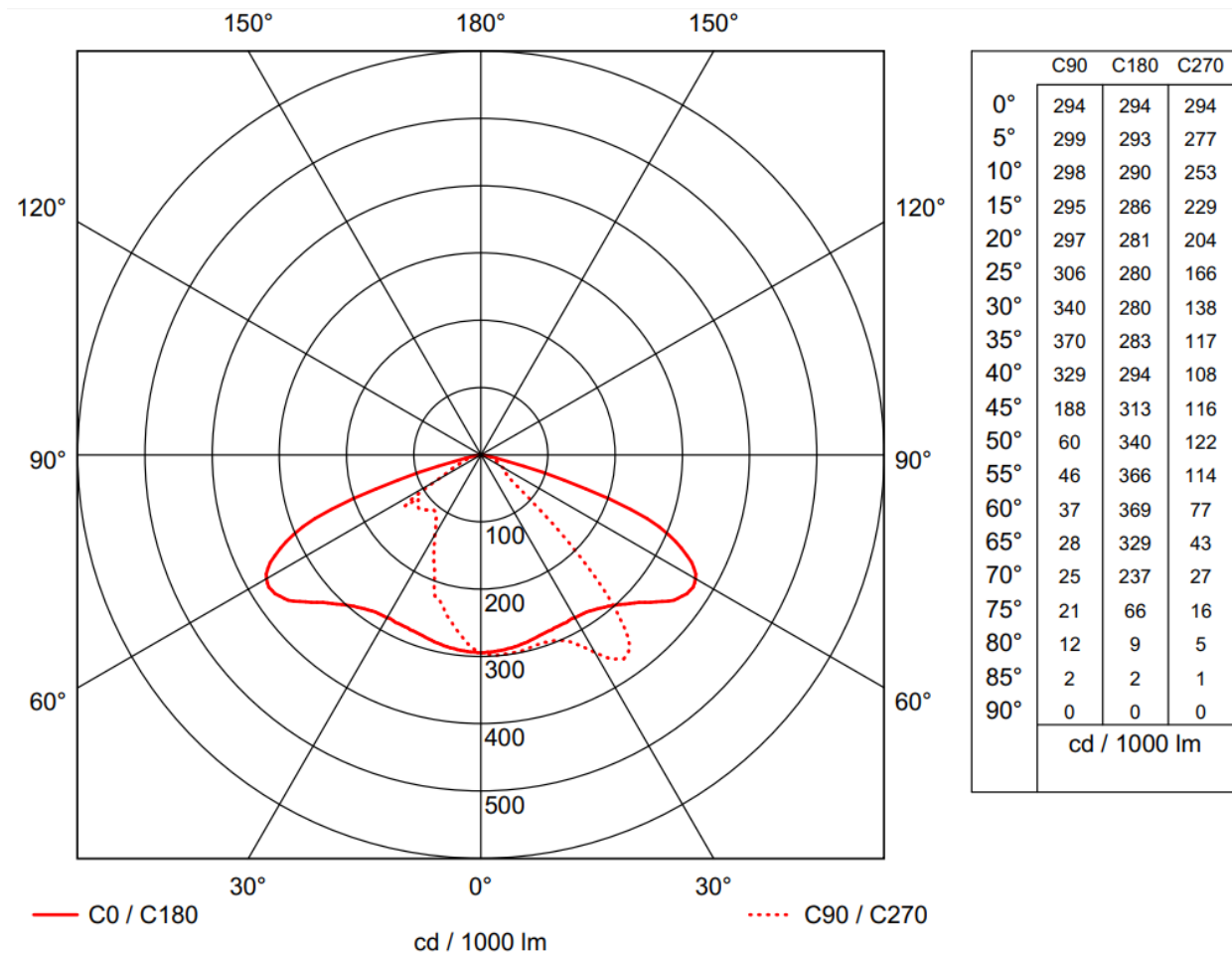


Fig. 35 Curva fotométrica de la luminaria tipo 1

Luminaria tipo 2:

- Designación: LED
- Color: 3000 K
- Flujo luminoso: 58158 lm
- Reproducción cromática: 70
- Potencia eléctrica: 402 W

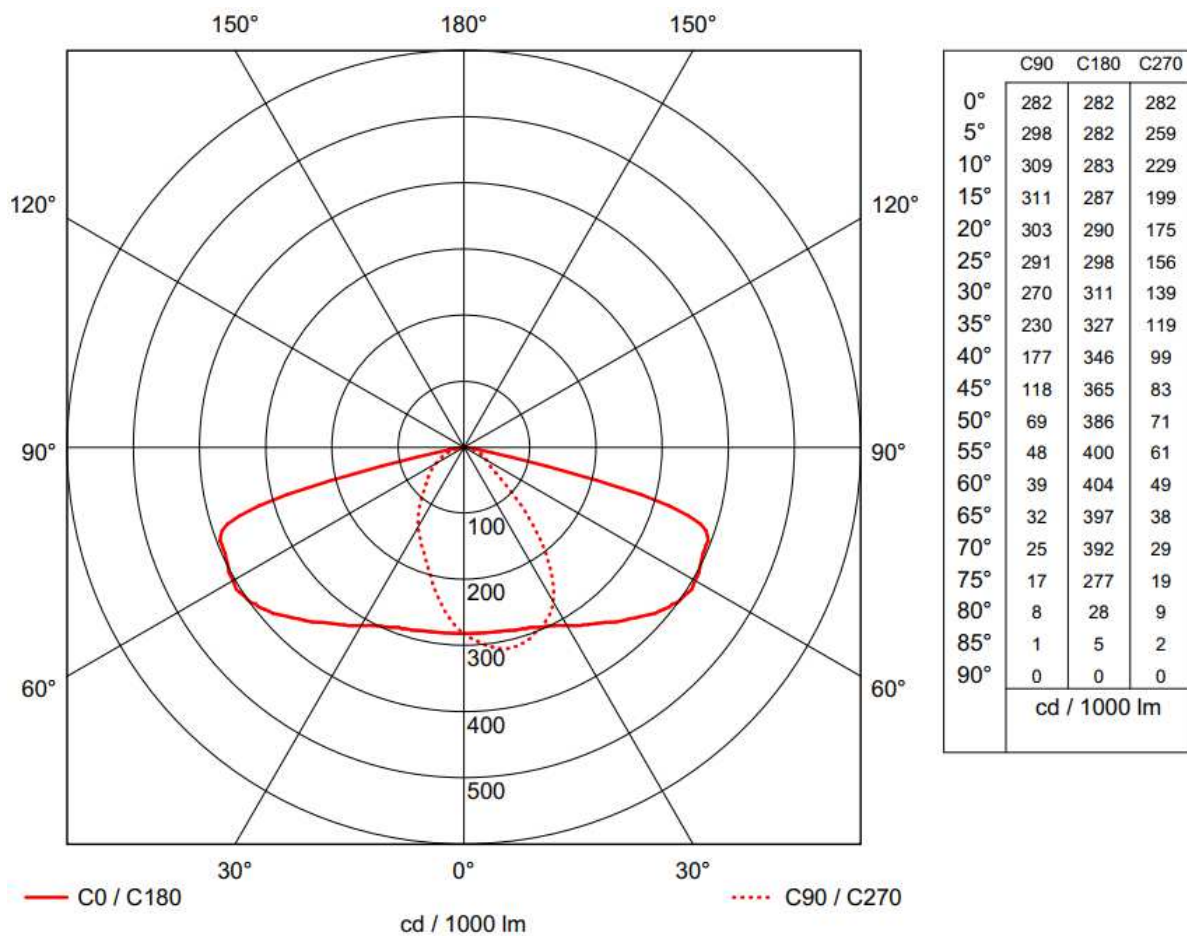


Fig. 36 Curva fotométrica luminaria tipo 2

Luminaria tipo 3:

- Designación: LED
- Color: 3000 K
- Flujo luminoso: 69575 lm
- Reproducción cromática: 70
- Potencia eléctrica: 447 W



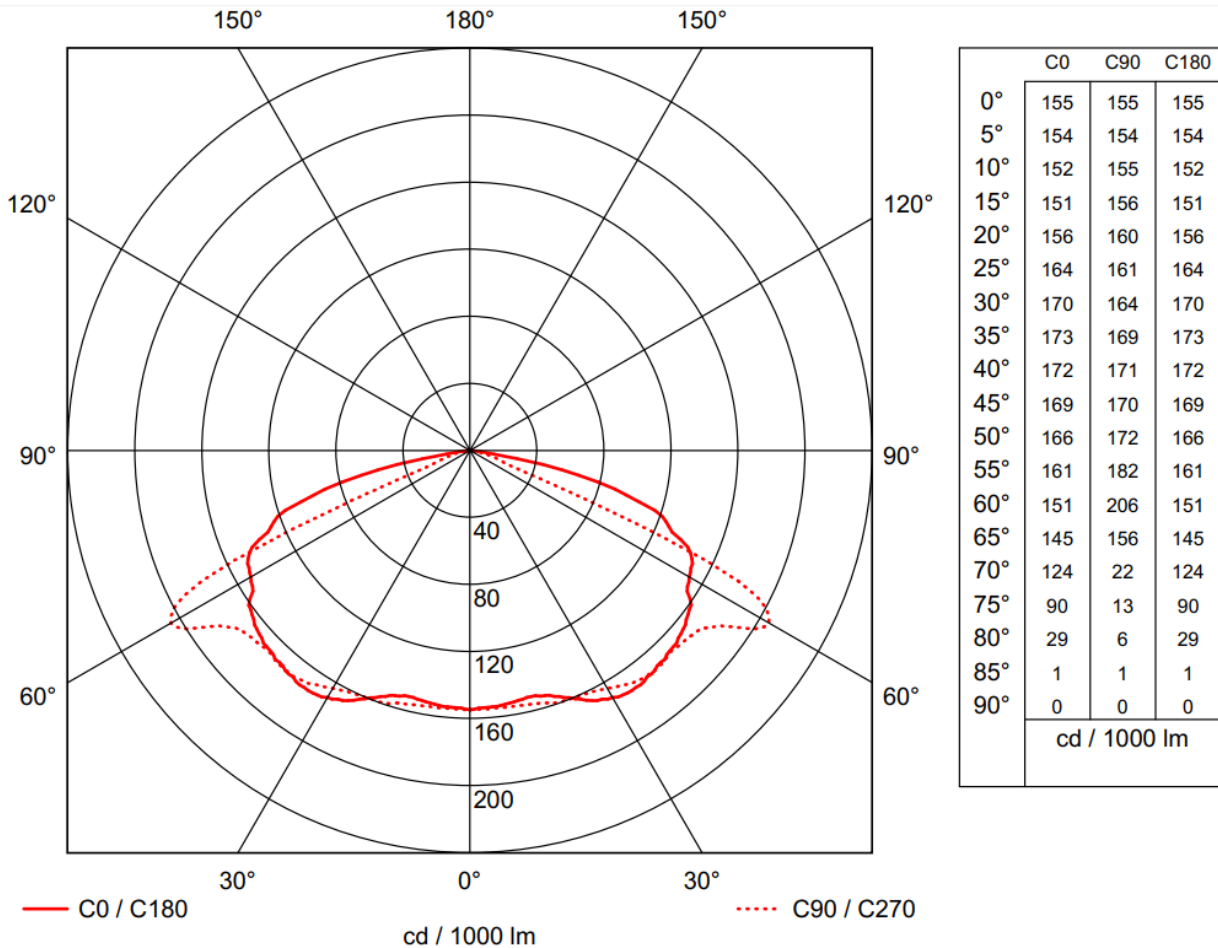


Fig. 37 Curva fotométrica luminaria tipo 3

Las simulaciones en su mayoría fueron realizadas con las luminarias tipo 1. Las luminarias tipo 2 solo son utilizadas en la zona 1. Las luminarias tipo 3 solo fueron utilizadas en las zonas 2, 3, 7 y 8 para simular los reflectores indicados en el ANEXO A en color rosa.

A continuación, se presentarán los resultados de las estimaciones de los niveles de iluminación resultantes para cada zona. Las estimaciones se hicieron con el software Relux. En todas las simulaciones, se colocó un “área de cálculo” en la misma ubicación que se realizaron las mediciones expuestas en punto 3 del presente documento, con el fin de realizar una comparativa.

Para cada zona se muestra el esquema de ubicación de luminarias configurado en el software, la estimación de luminancia 3D para la misma y las estimaciones de niveles de iluminación realizadas para cada punto en donde se hicieron mediciones.

4.1. Estimaciones zona 1

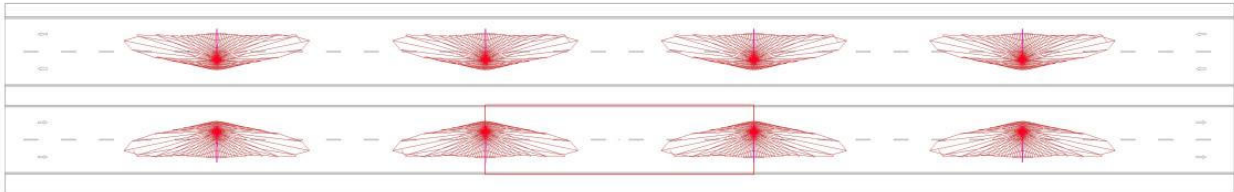


Fig. 38 Esquema de ubicación de luminarias



Fig. 39 Luminancias 3D - Zona 1

4.1.1. Estimaciones para el punto de medición

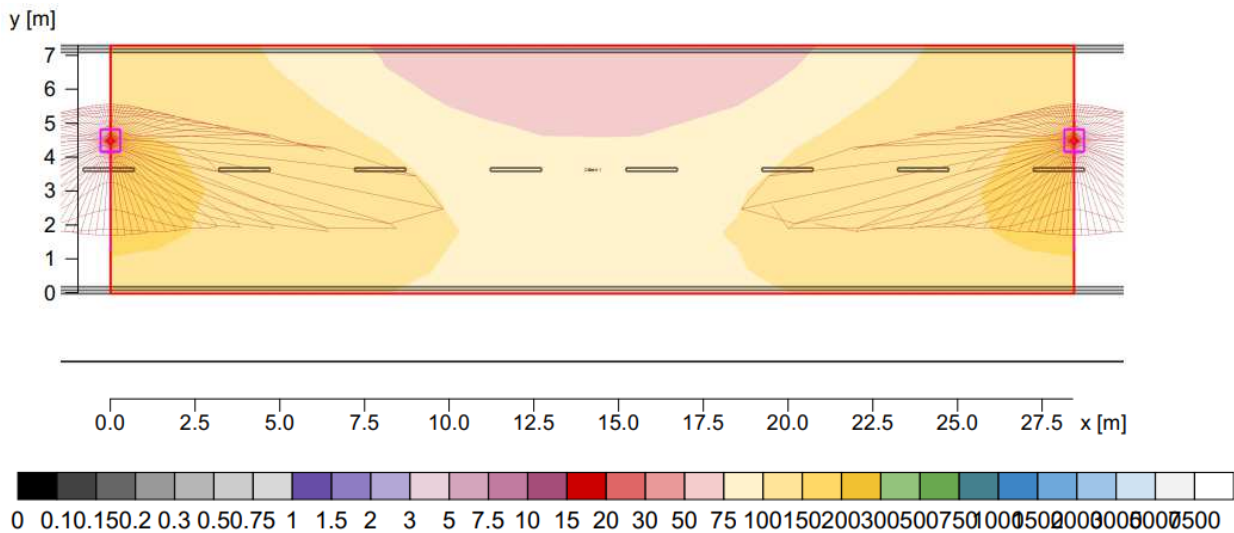


Fig. 40 Simulación medición - Colores falsos

Tabla 32 Simulación medición - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	108 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	54 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	160 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,50
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,34

4.2. Estimaciones zona 2

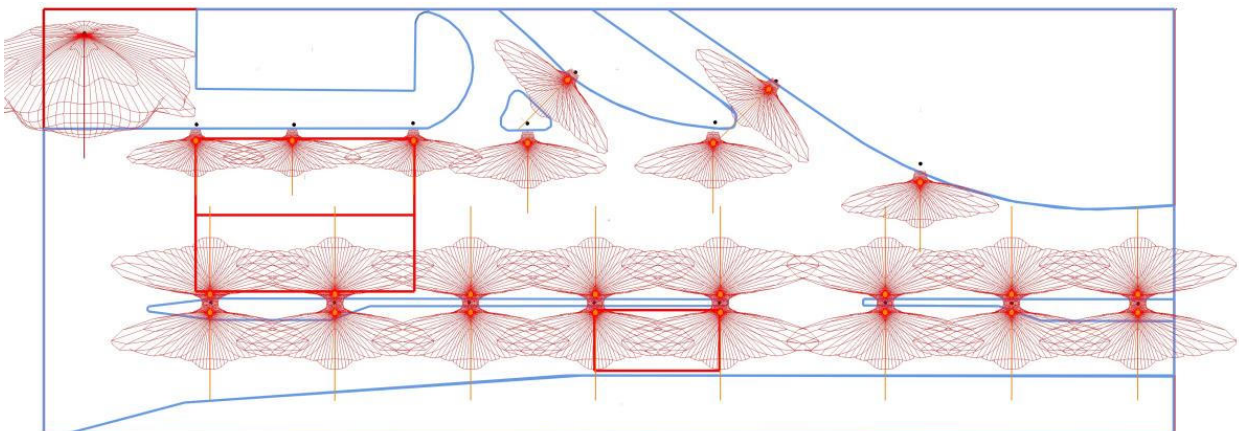


Fig. 41 Esquema de ubicación de luminarias

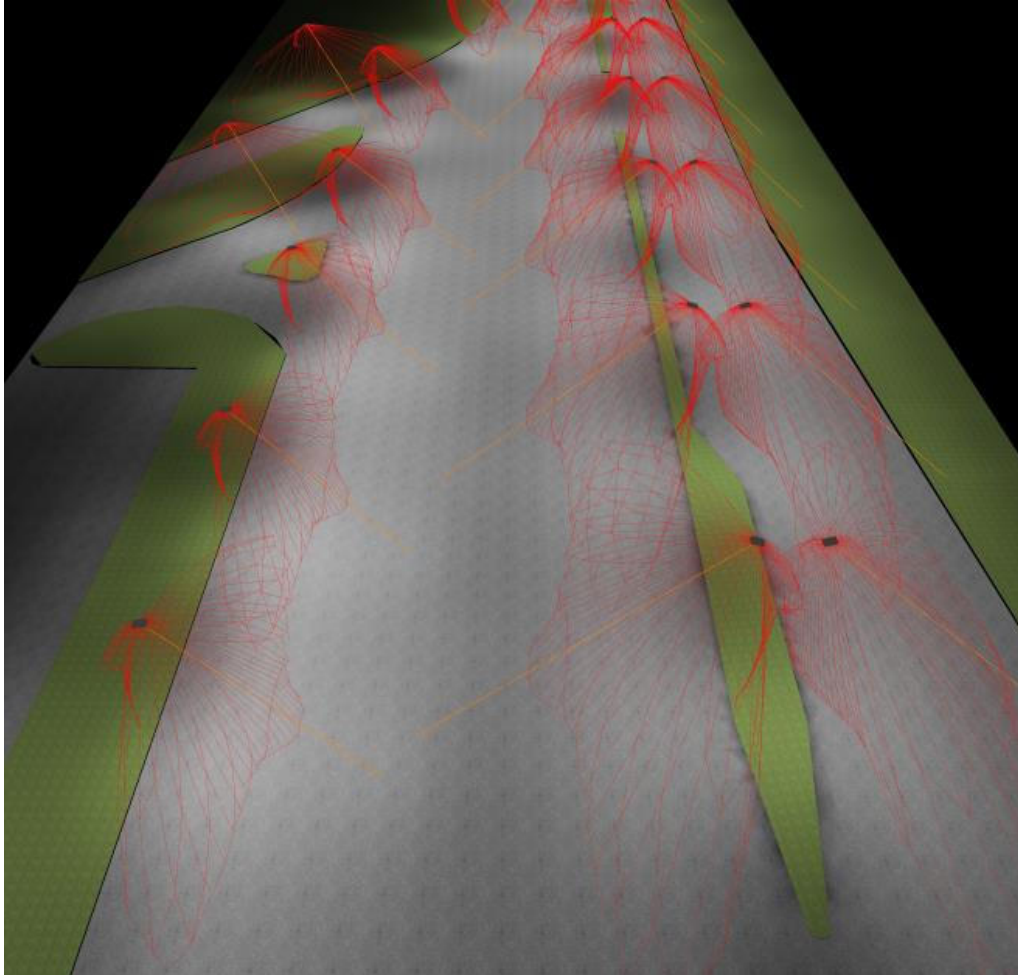


Fig. 42 Luminancias 3D - Zona 2

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

4.2.1. Estimaciones para el punto de medición 1

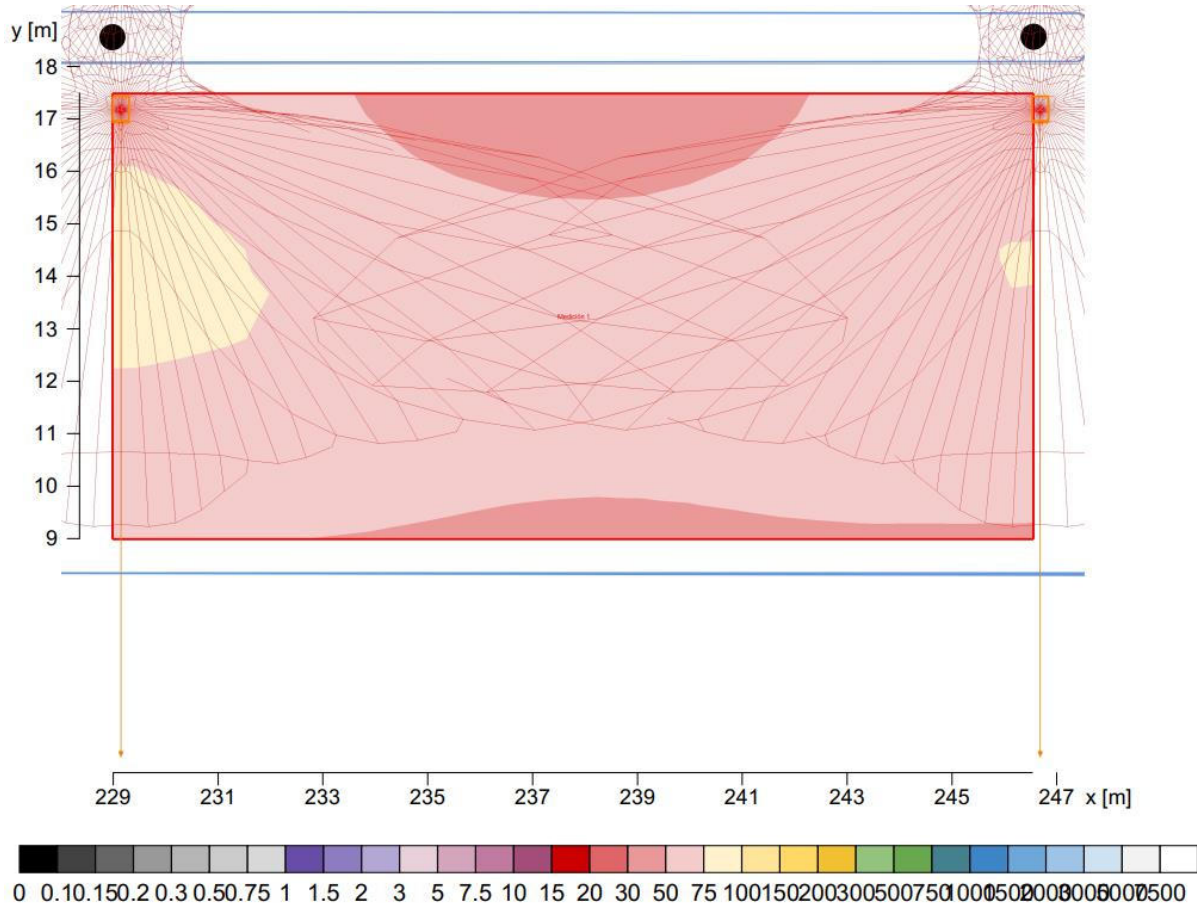


Fig. 43 Simulación medición 1 - Colores falsos

Tabla 33 Simulación medición 1 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	57,9 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	35,7 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	76 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,62
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,47

4.2.2. Estimaciones para el punto de medición 2

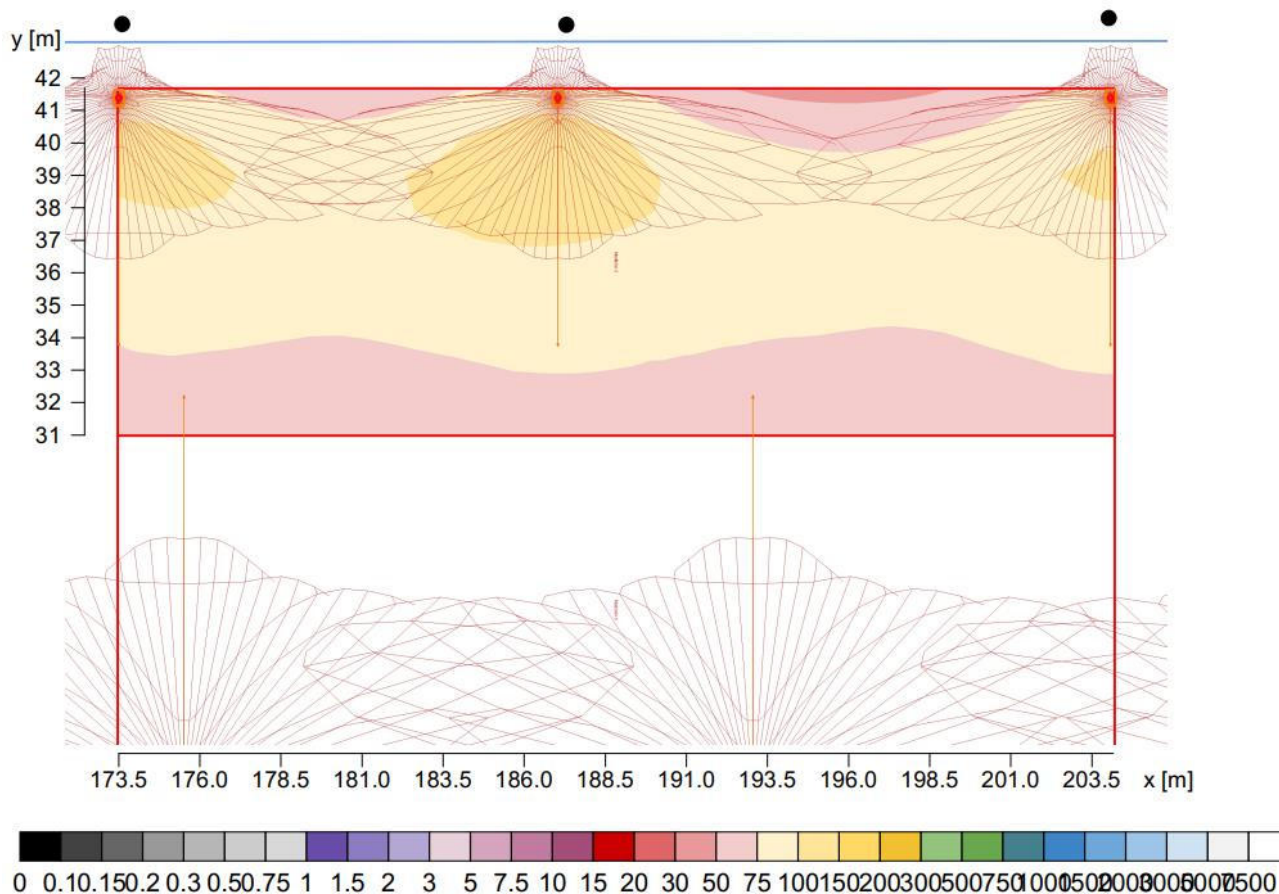


Fig. 44 Simulación medición 1 - Colores falsos

Tabla 34 Simulación medición 2 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	78 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	49 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	107 [lx]
Uniformidad	$G1 = E_{min}/E_{med}$	0,62
Uniformidad	$G2 = E_{min}/E_{máx}$	0,46

4.2.3. Estimaciones para el punto de medición 3

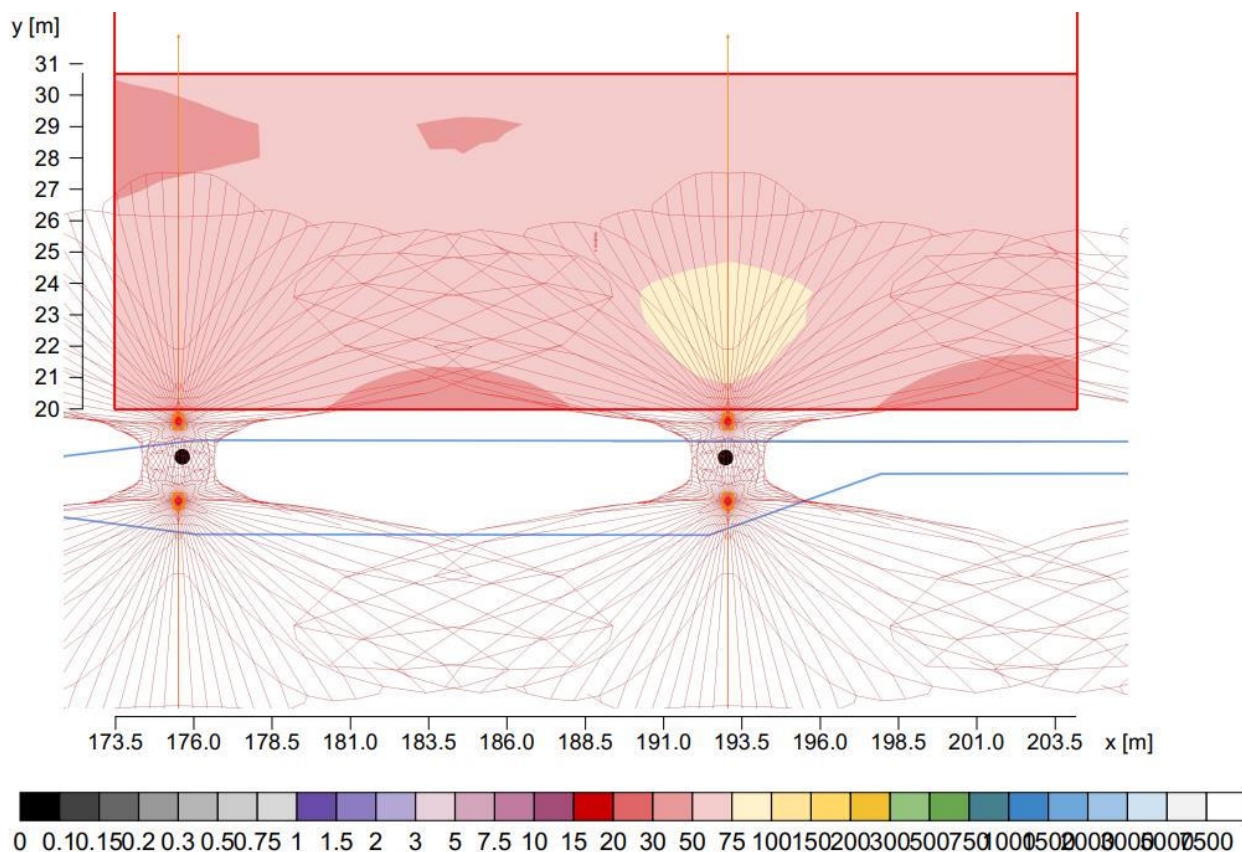


Fig. 45 Simulación medición 3 - Colores falsos

Tabla 35 Simulación medición 3 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	56,5 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	37,7 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	75,9 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,67
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,50

4.3. Estimaciones zona 3

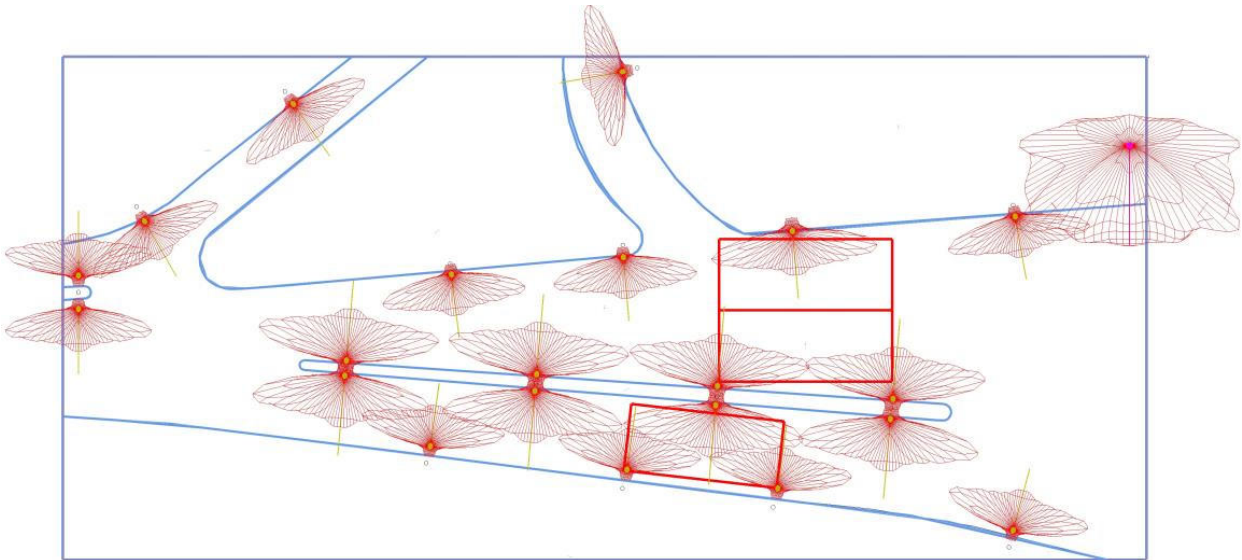


Fig. 46 Esquema de ubicación de luminarias

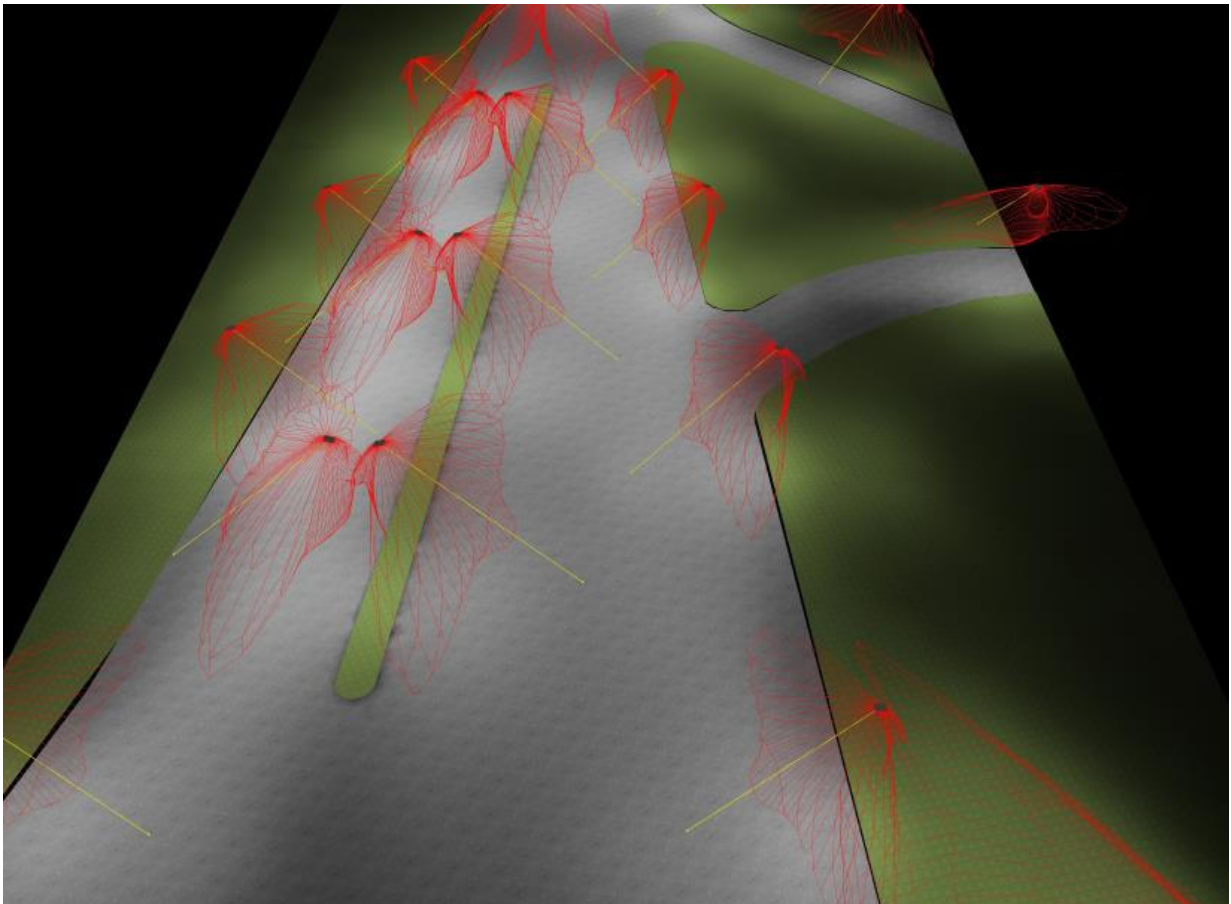


Fig. 47 Luminancias 3D - Zona 3

4.3.1. Estimaciones para el punto de medición 1

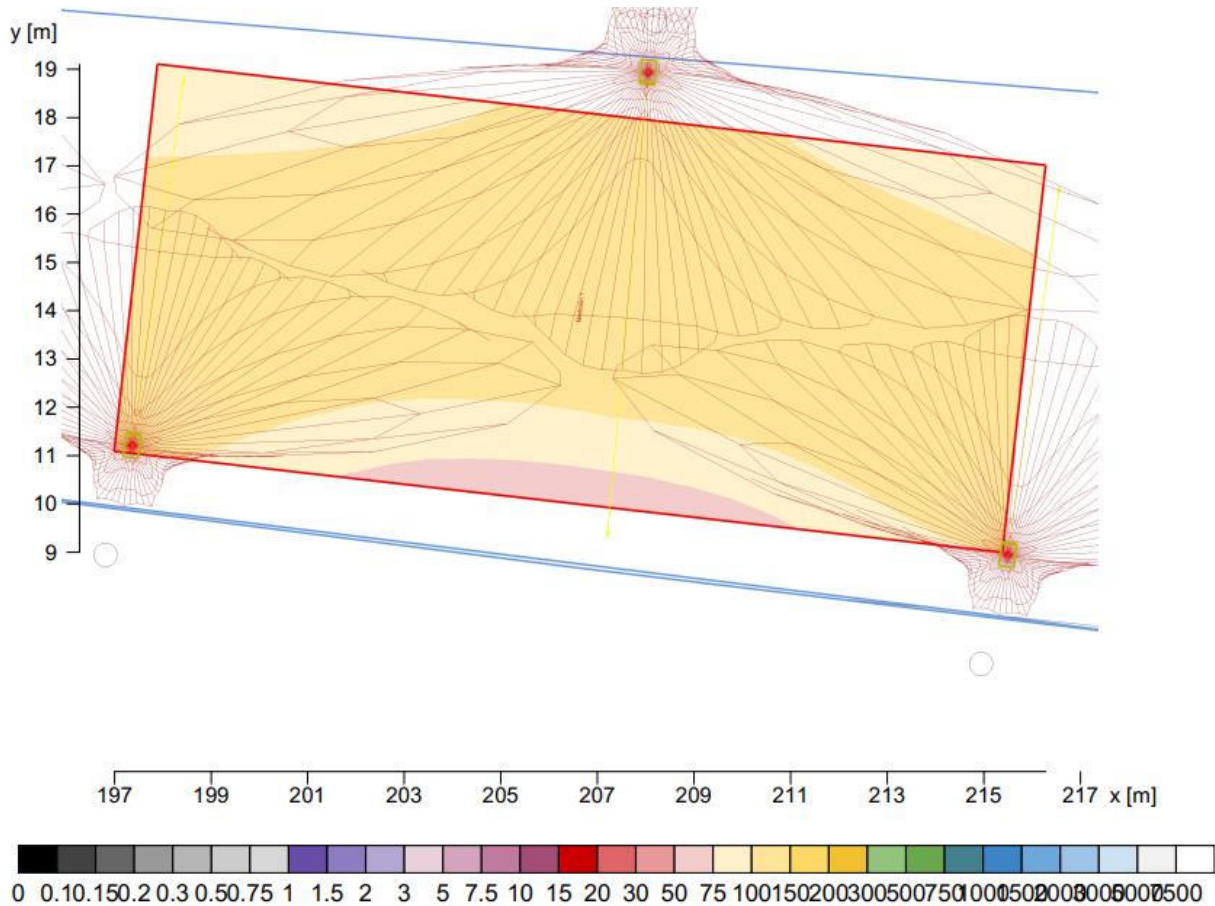


Fig. 48 Simulación medición 1 - Colores falsos

Tabla 36 Simulación medición 1 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	104 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	64 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	121 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,62
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,53

4.3.2. Estimaciones para el punto de medición 2

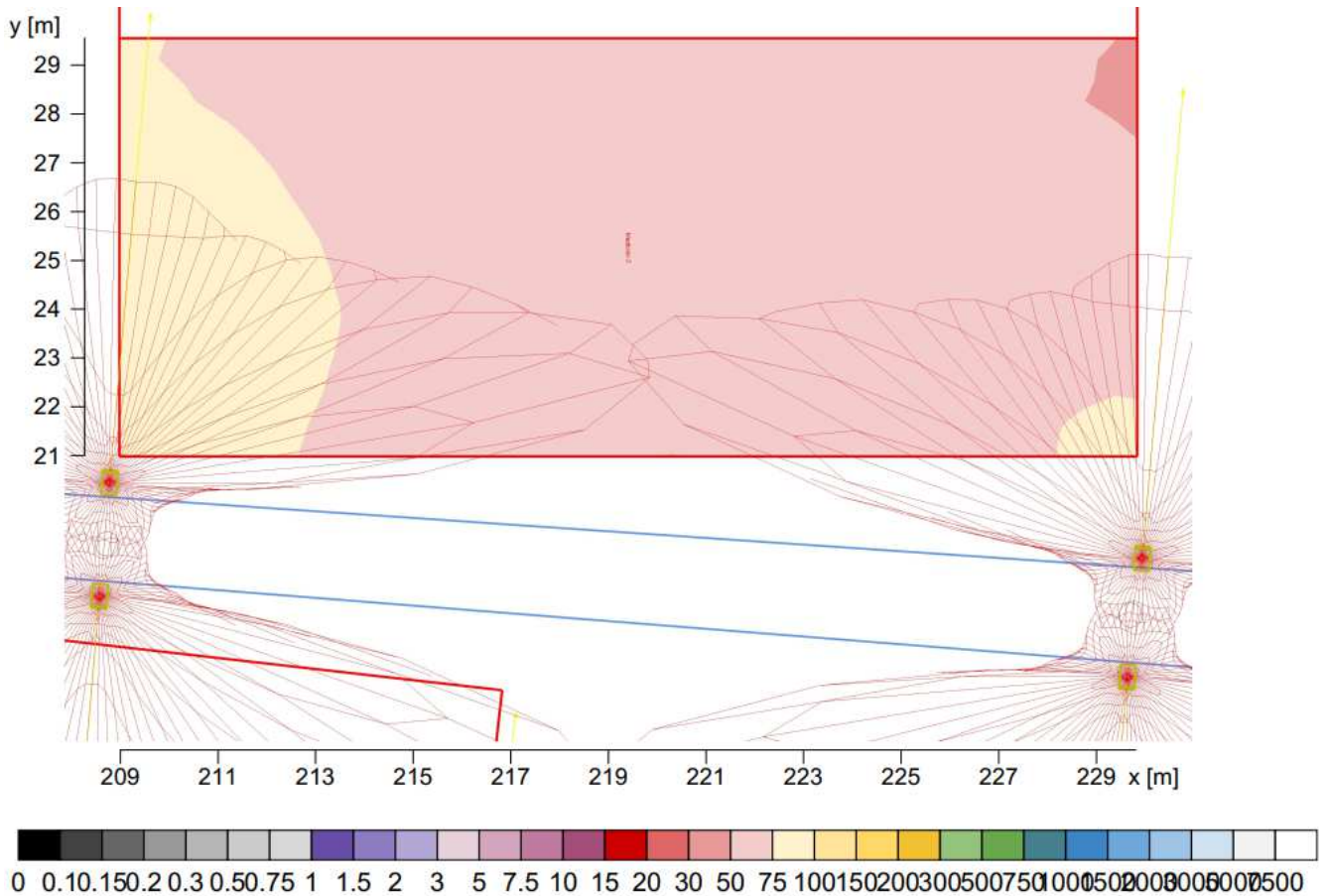


Fig. 49 Simulación medición 2 - Colores falsos

Tabla 37 Simulación medición 2 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	61,1 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	47 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	88,2 [lx]
Uniformidad	$G1 = E_{min}/E_{med}$	0,77
Uniformidad	$G2 = E_{min}/E_{máx}$	0,53

4.3.3. Estimaciones para el punto de medición 3

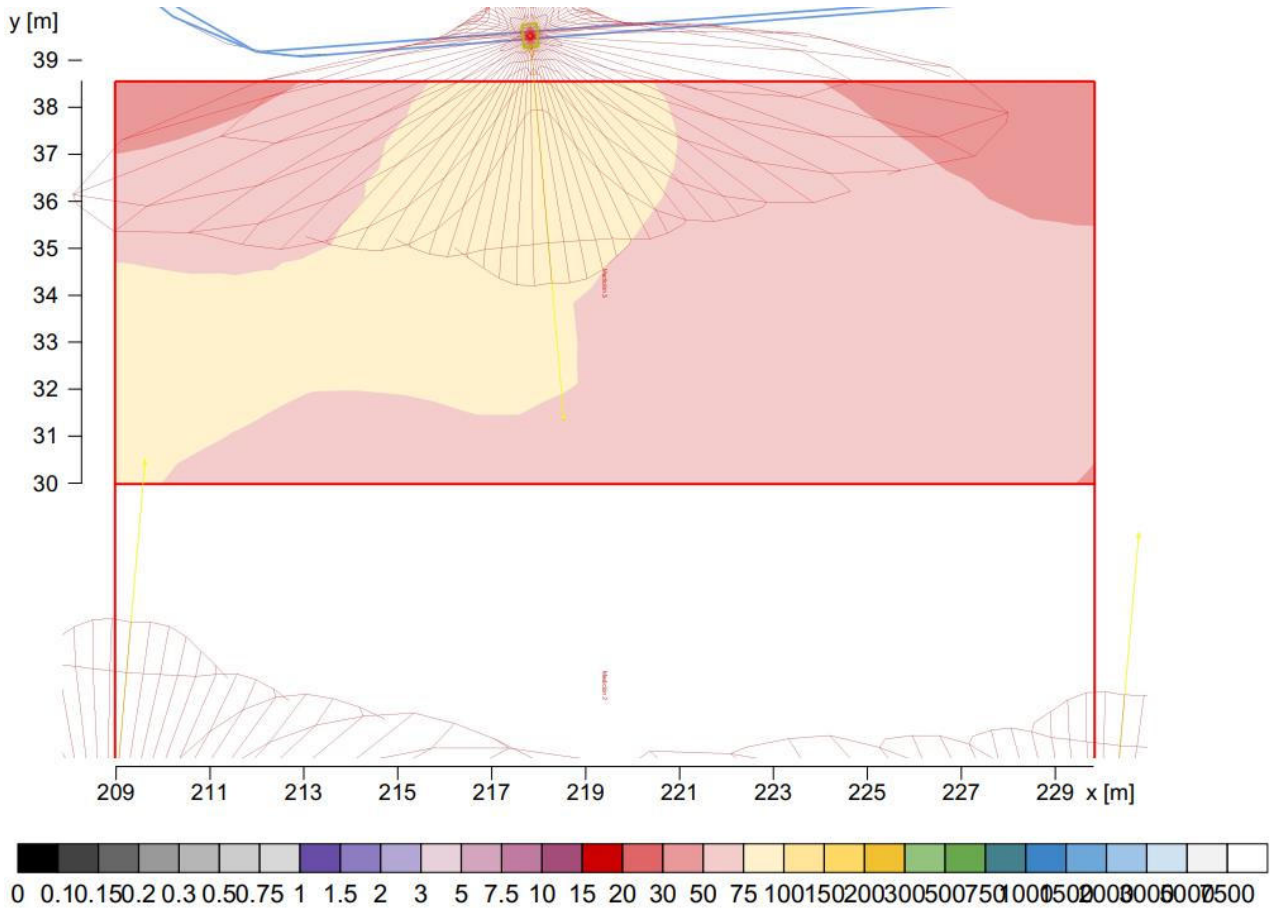


Fig. 50 Simulación medición 3 - Colores falsos

Tabla 38 Simulación medición 3 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	62,9 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	35,2 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	84,1 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,42

4.4. Estimaciones zona 4 y 5

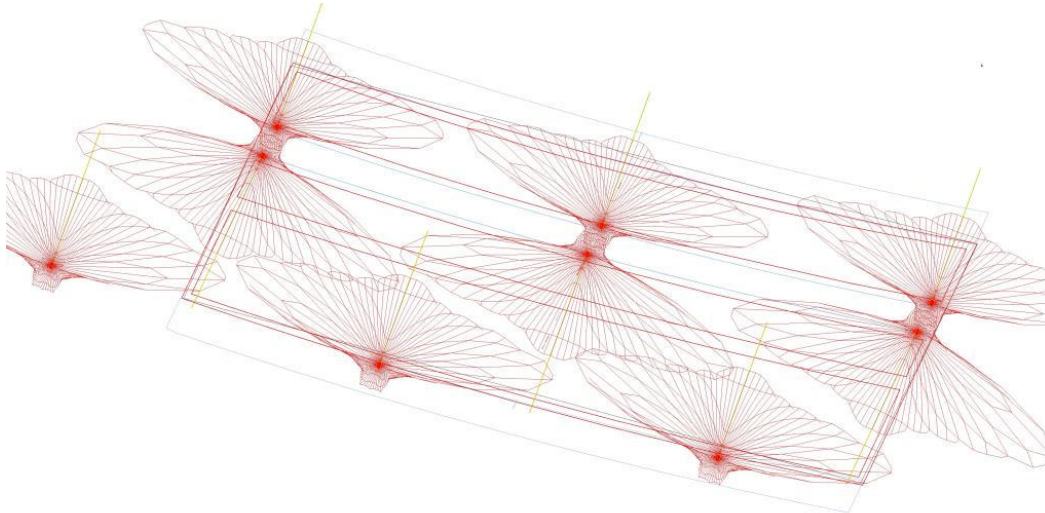


Fig. 51 Esquema de ubicación de luminarias

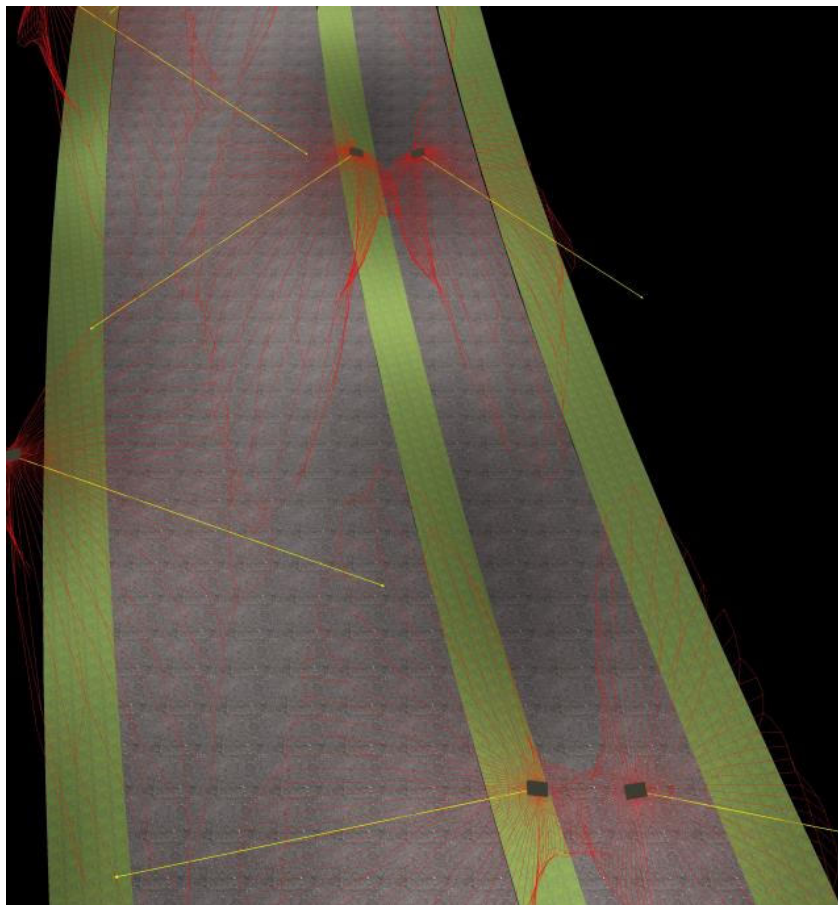


Fig. 52 Luminancias 3D - Zona 4 y 5

4.4.1. Estimaciones para el punto de medición 1 de la zona 4

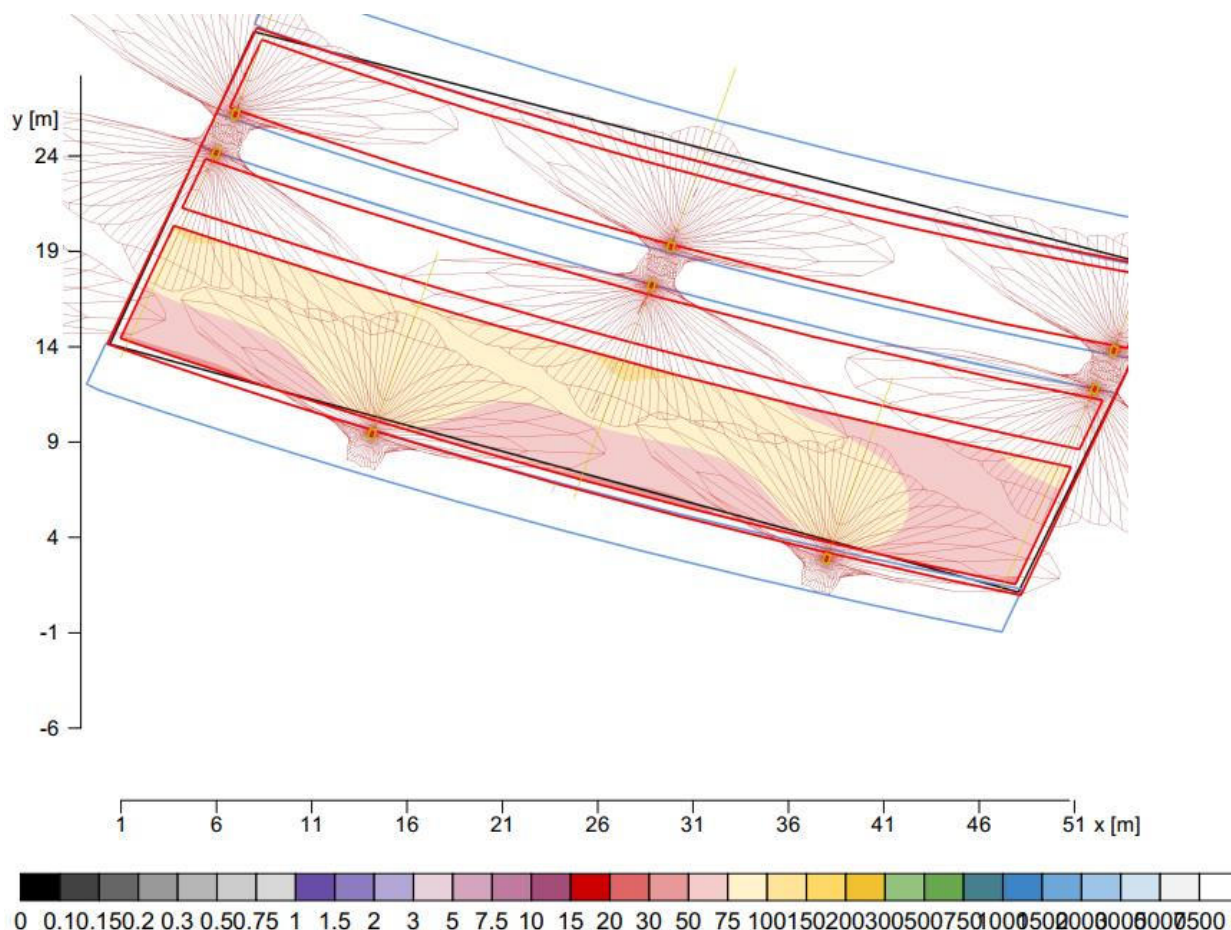


Fig. 53 Simulación medición 1 - Zona 4 - Colores falsos

Tabla 39 Simulación medición 1 - Zona 4 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	76 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	45 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	106 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,59
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,42

4.4.2. Estimaciones para el punto de medición 2 de la zona 4

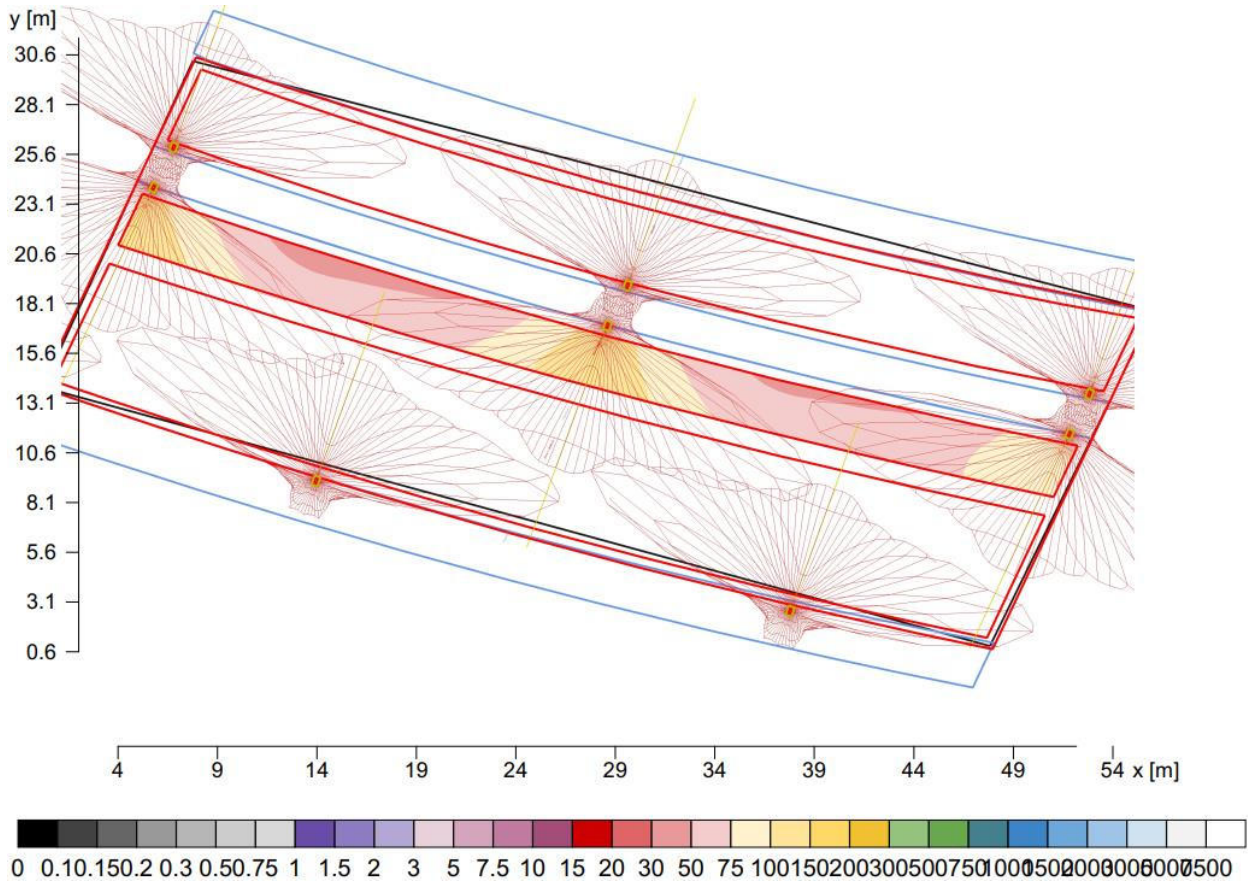


Fig. 54 Simulación medición 2 - Zona 4 - Colores falsos

Tabla 40 Simulación medición 2 - Zona 4 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	74 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	41 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	114 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,36

4.4.3. Estimaciones para el punto de medición de la zona 5

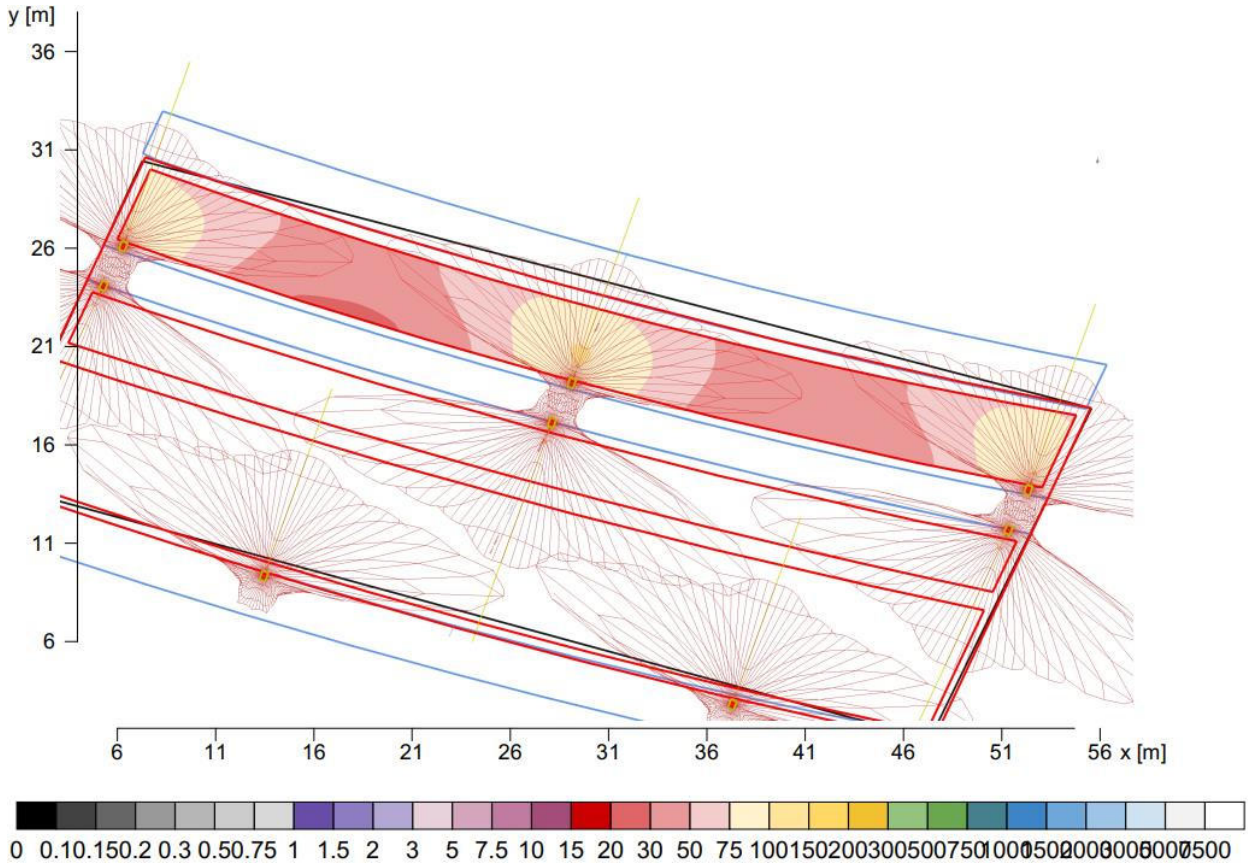


Fig. 55 Simulación Zona 5 - Colores falsos

Tabla 41 Simulación medición Zona 5 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	60 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	27 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	101 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,46
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,27

4.5. Estimaciones zona 6

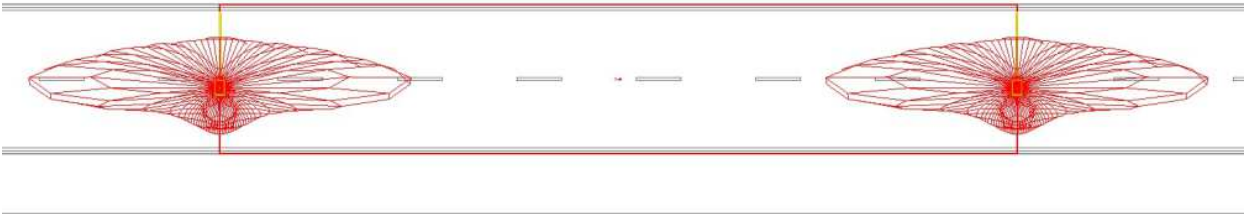


Fig. 56 Esquema de ubicación de luminarias



Fig. 57 Luminancias 3D - Zona 6

4.5.1. Resultados obtenidos

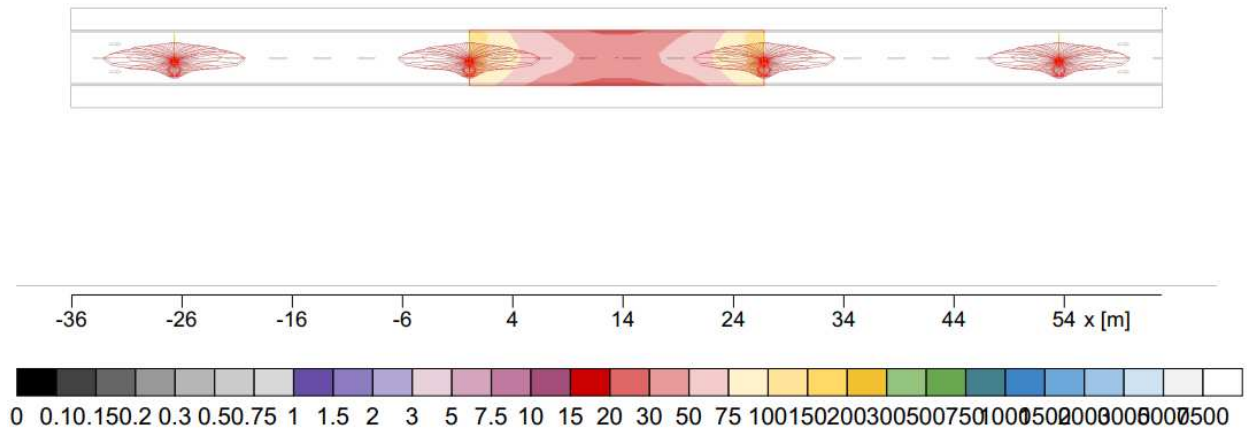


Fig. 58 Simulación - Colores falsos

Tabla 42 Simulación - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	62 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	27 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	104 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,44
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,26

4.6. Estimaciones zona 7

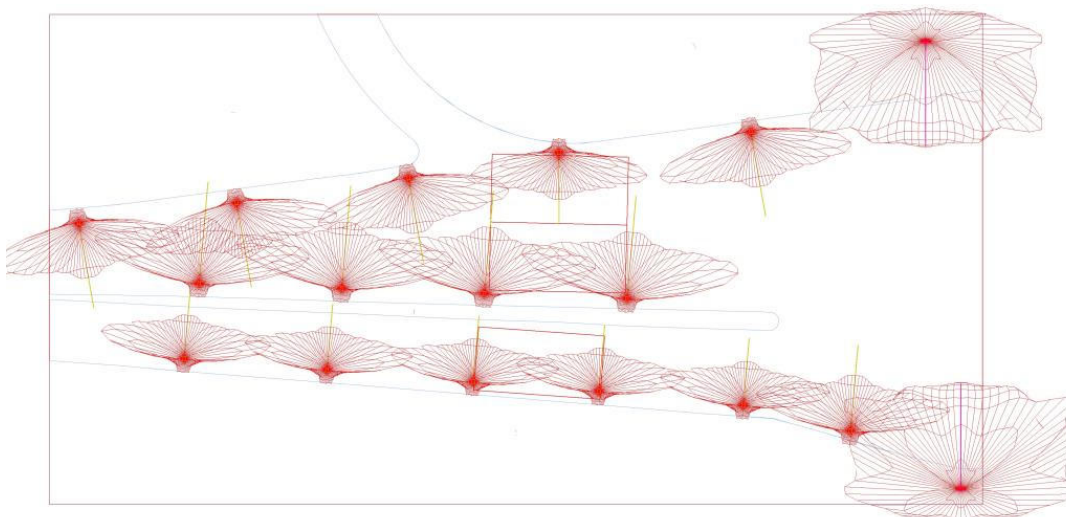


Fig. 59 Esquema de ubicación de luminarias

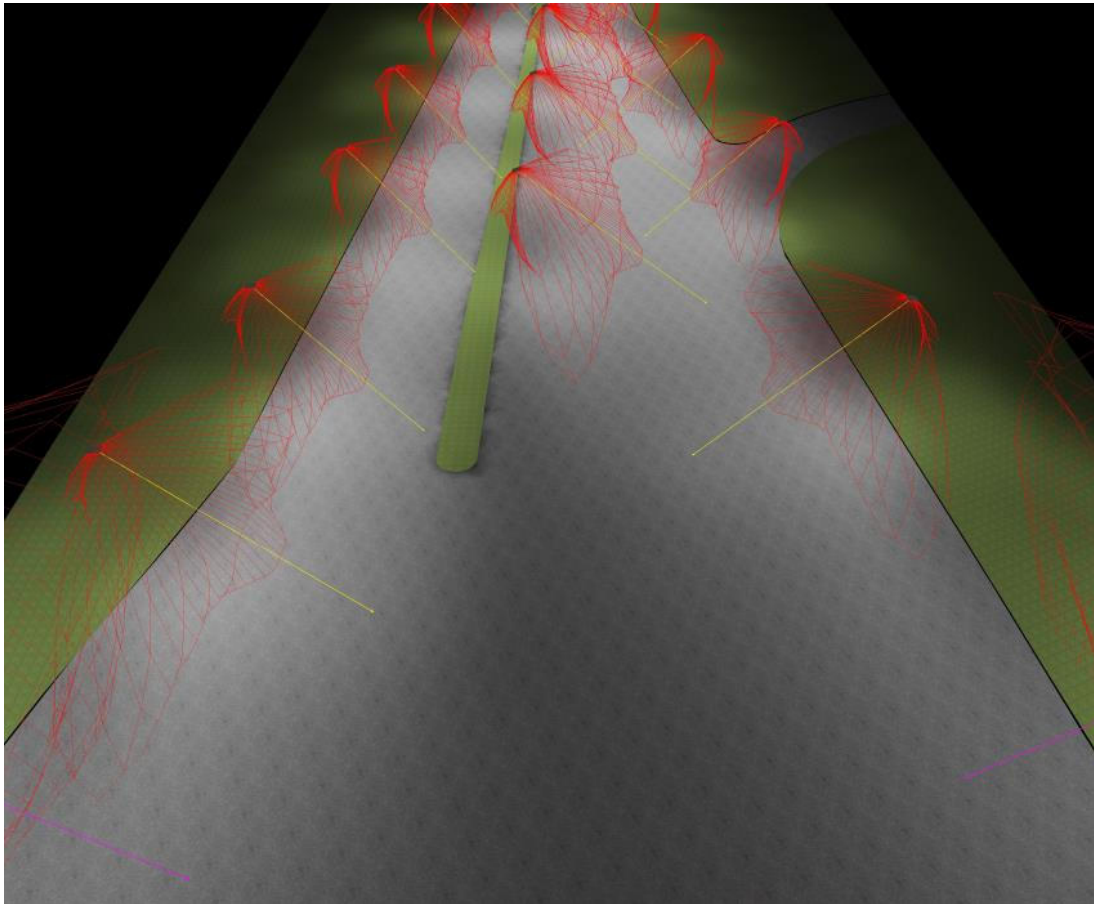


Fig. 60 Luminancias 3D - Zona 7

4.6.1. Estimaciones para el punto de medición 1

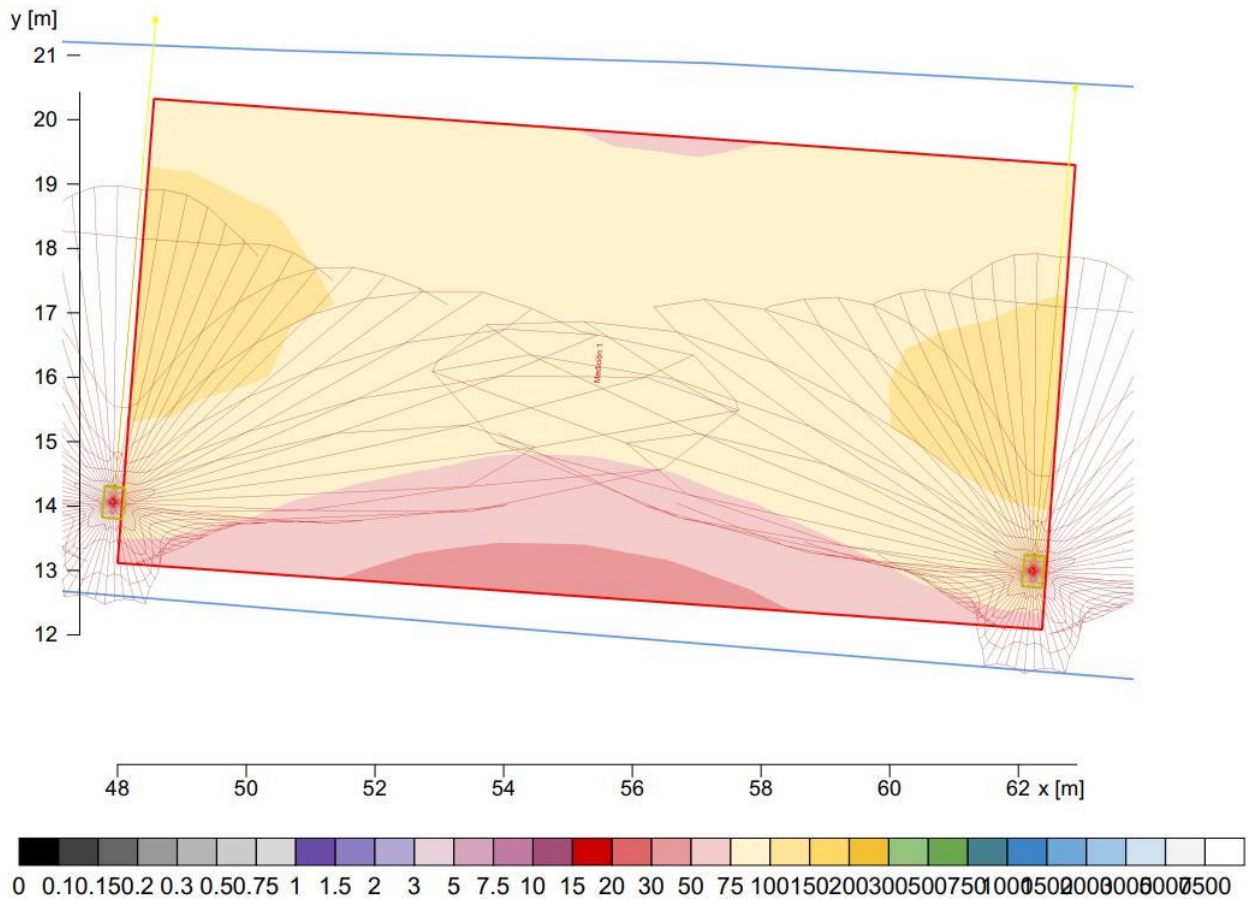


Fig. 61 Simulación medición 1- Colores falsos

Tabla 43 Simulación medición 1 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	86 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	45 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	106 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,52
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,43

4.6.2. Estimaciones para el punto de medición 2

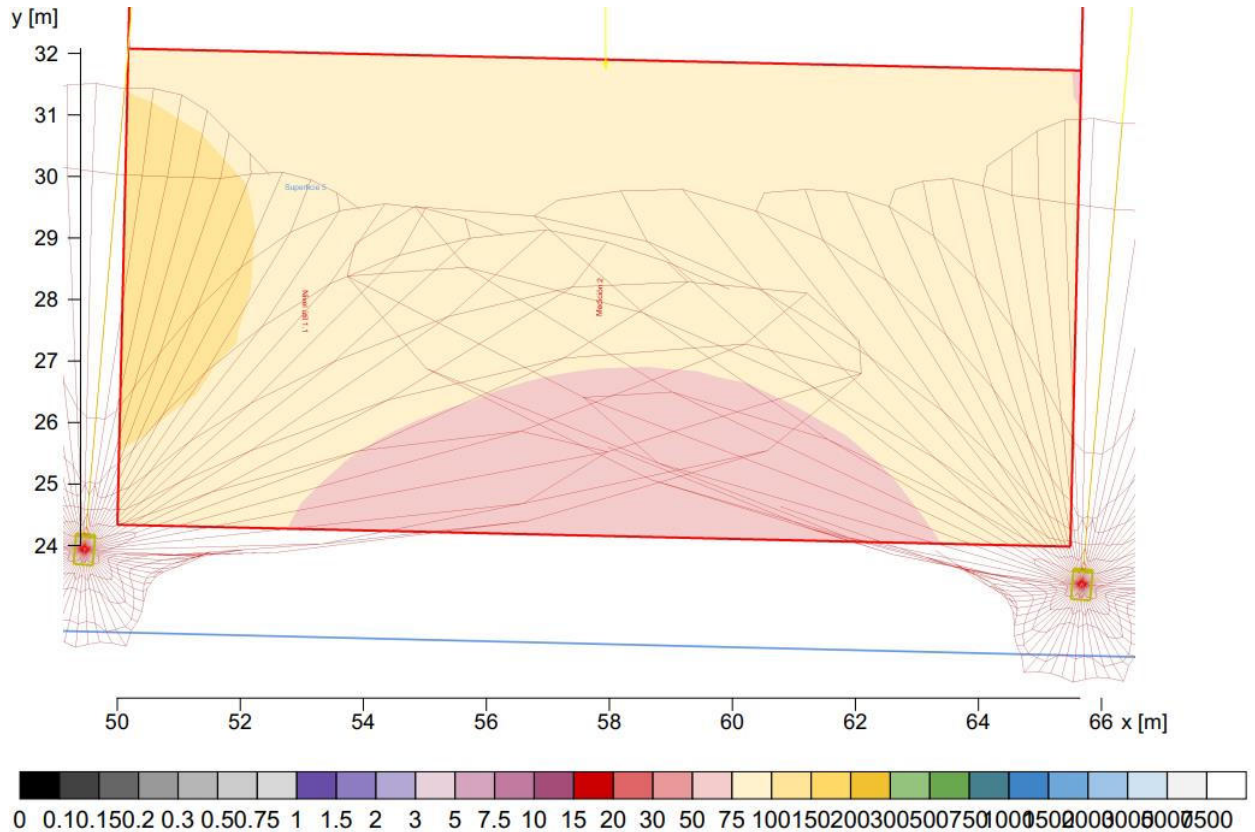


Fig. 62 Simulación medición 2- Colores falsos

Tabla 44 Simulación medición 2 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	84 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	53 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	107 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,63
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,50

4.6.3. Estimaciones para el punto de medición 3

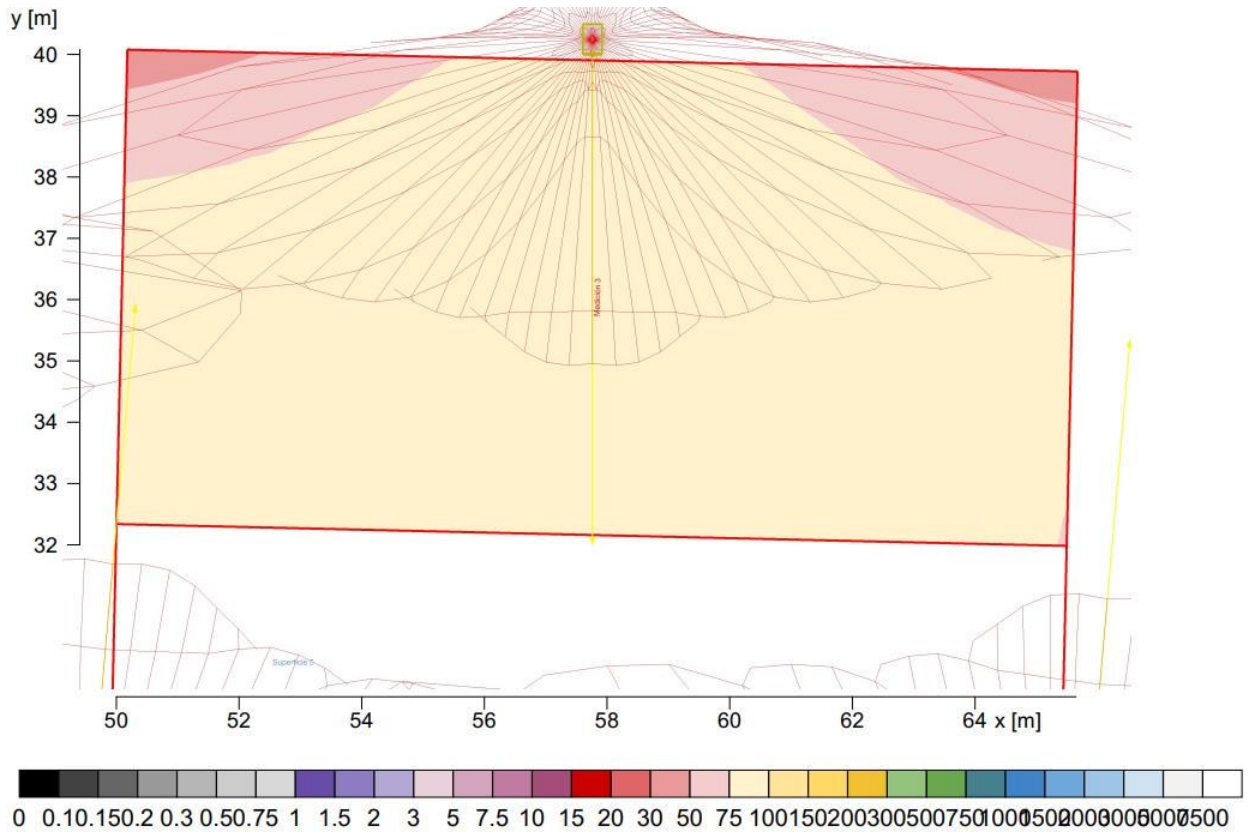


Fig. 63 Simulación medición 3 - Colores falsos

Tabla 45 Simulación medición 3 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	86,5 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	48 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	99,6 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,55
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,48

4.7. Estimaciones zona 8

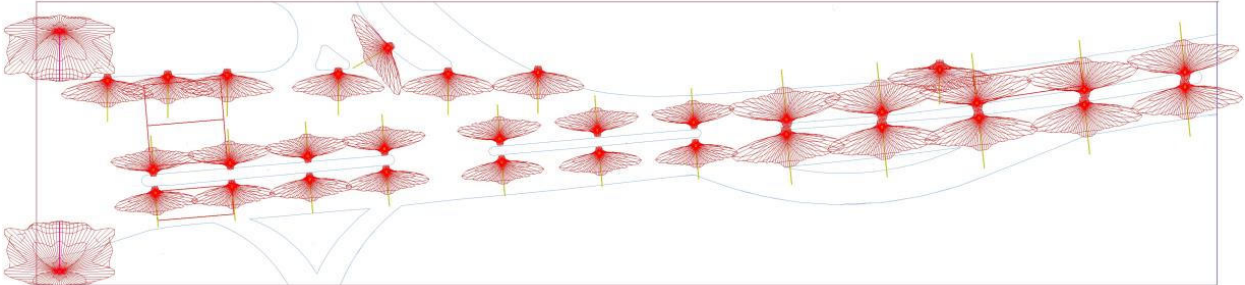


Fig. 64 Esquema de ubicación de luminarias

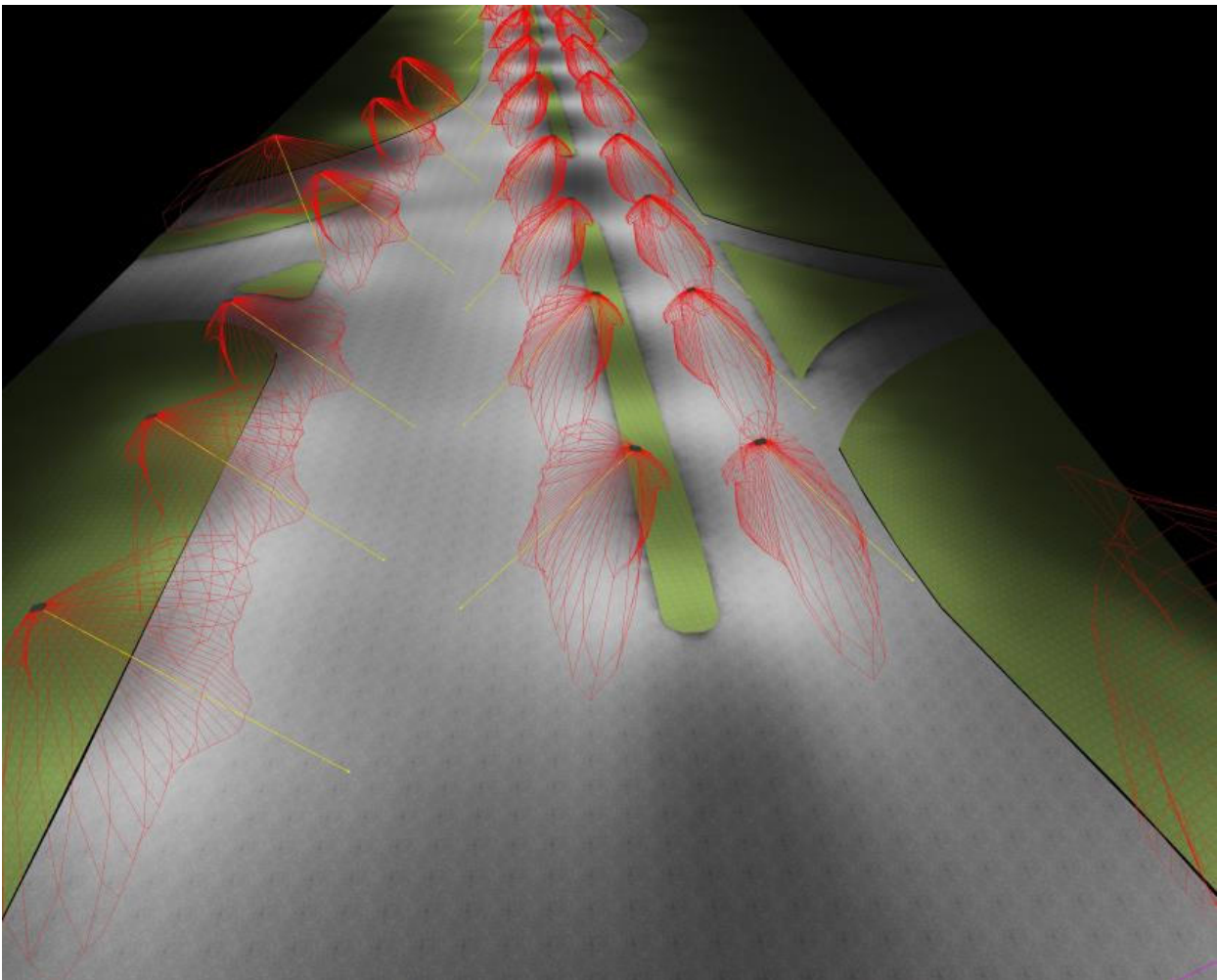


Fig. 65 Luminancias 3D - Zona 8

4.7.1. Estimaciones para el punto de medición 1

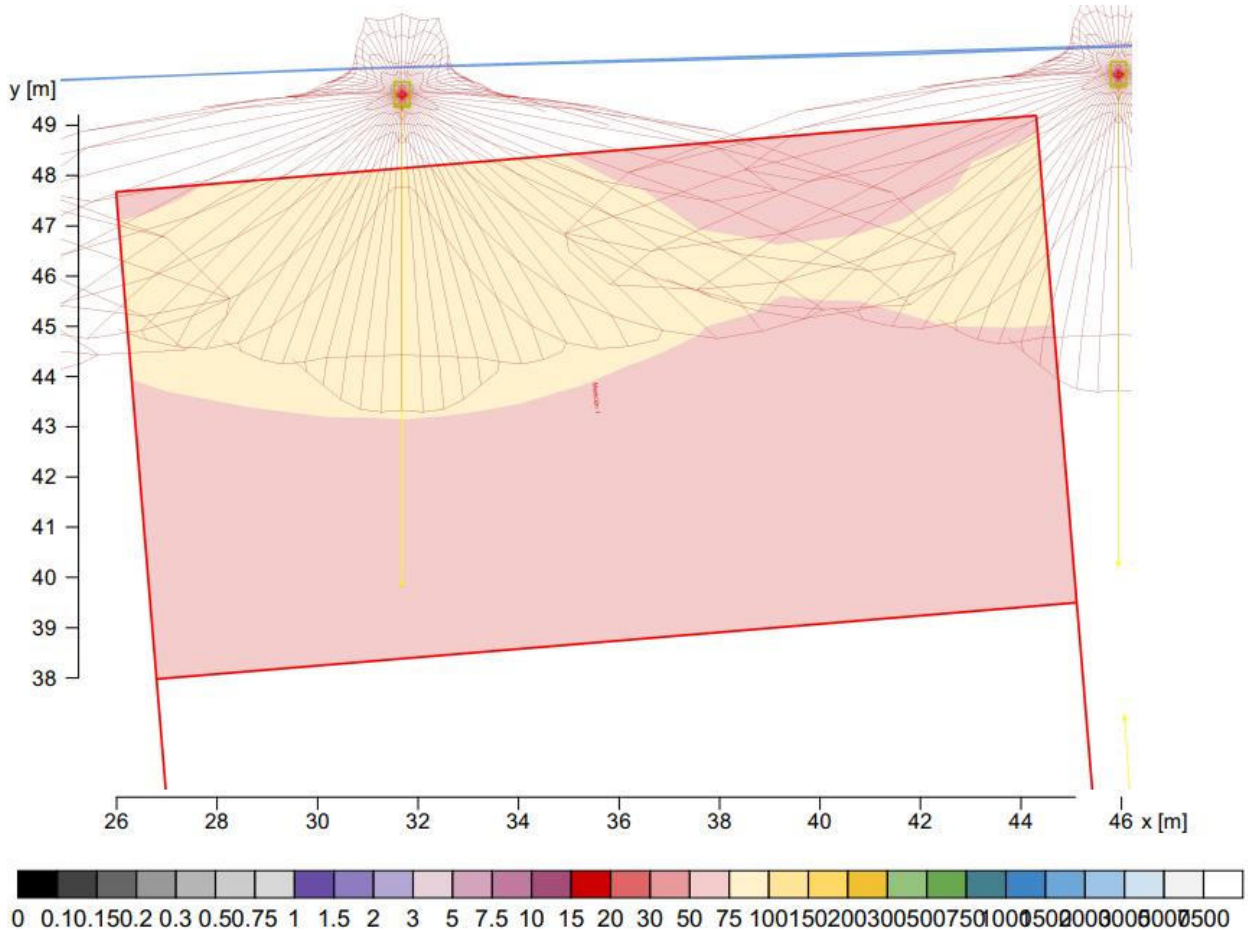


Fig. 66 Simulación medición 1 - Colores falsos

Tabla 46 Simulación medición 1 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	70,6 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	52 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	97,5 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,74
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,53

4.7.2. Estimaciones para el punto de medición 2

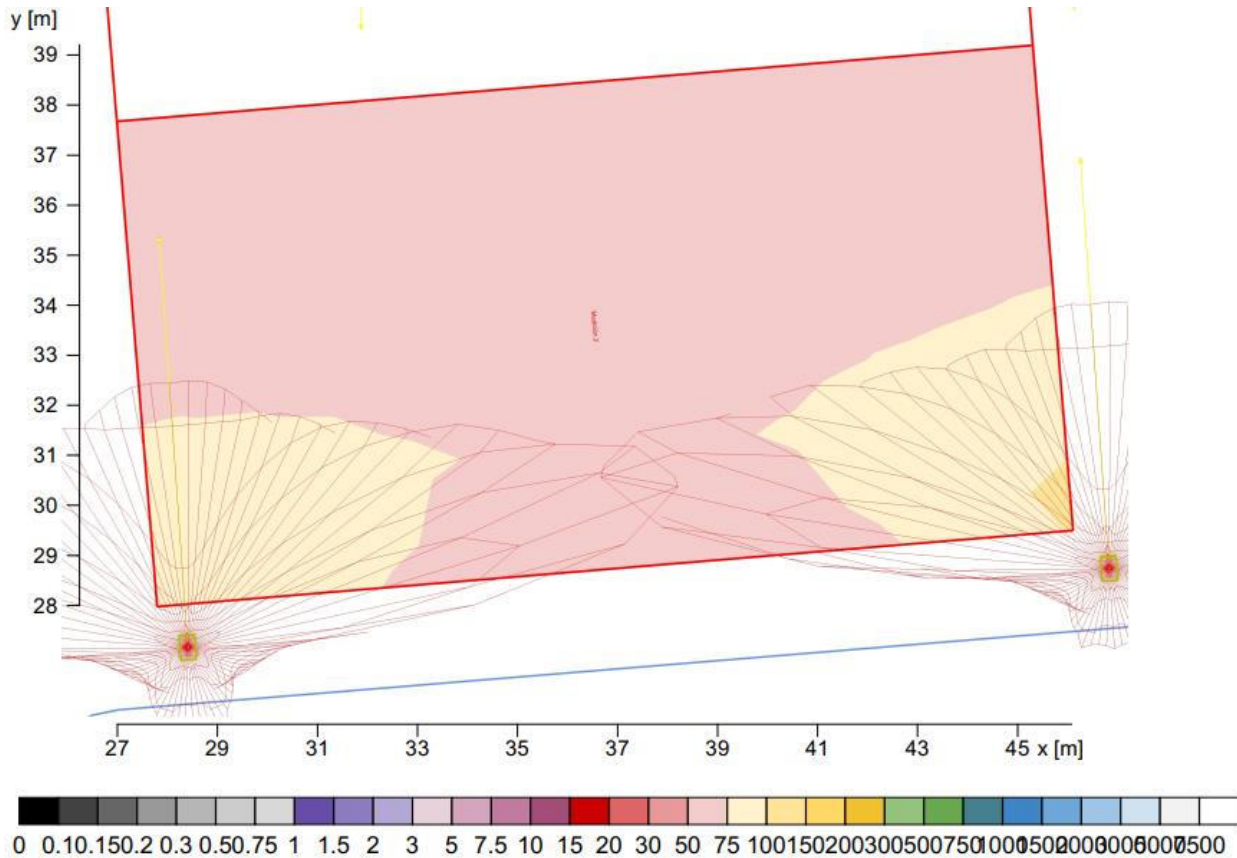


Fig. 67 Simulación medición 2 - Colores falsos

Tabla 47 Simulación medición 2 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	68 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	55 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	100 [lx]
Uniformidad	$G1 = E_{min}/E_{med}$	0,80
Uniformidad	$G2 = E_{min}/E_{máx}$	0,55

4.7.3. Estimaciones para el punto de medición 3

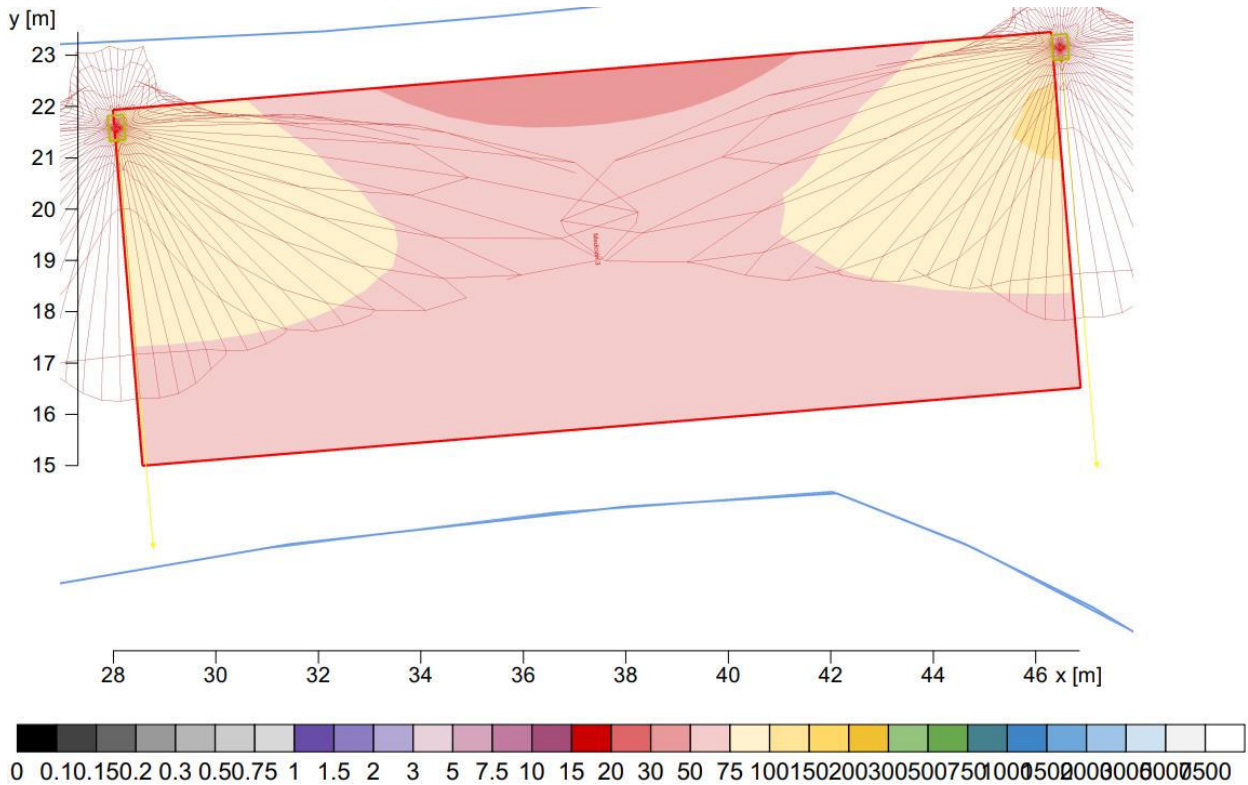


Tabla 48 Simulación medición 3 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	70 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	39 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	102 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,39

4.7.4. Estimaciones para el punto de medición 4

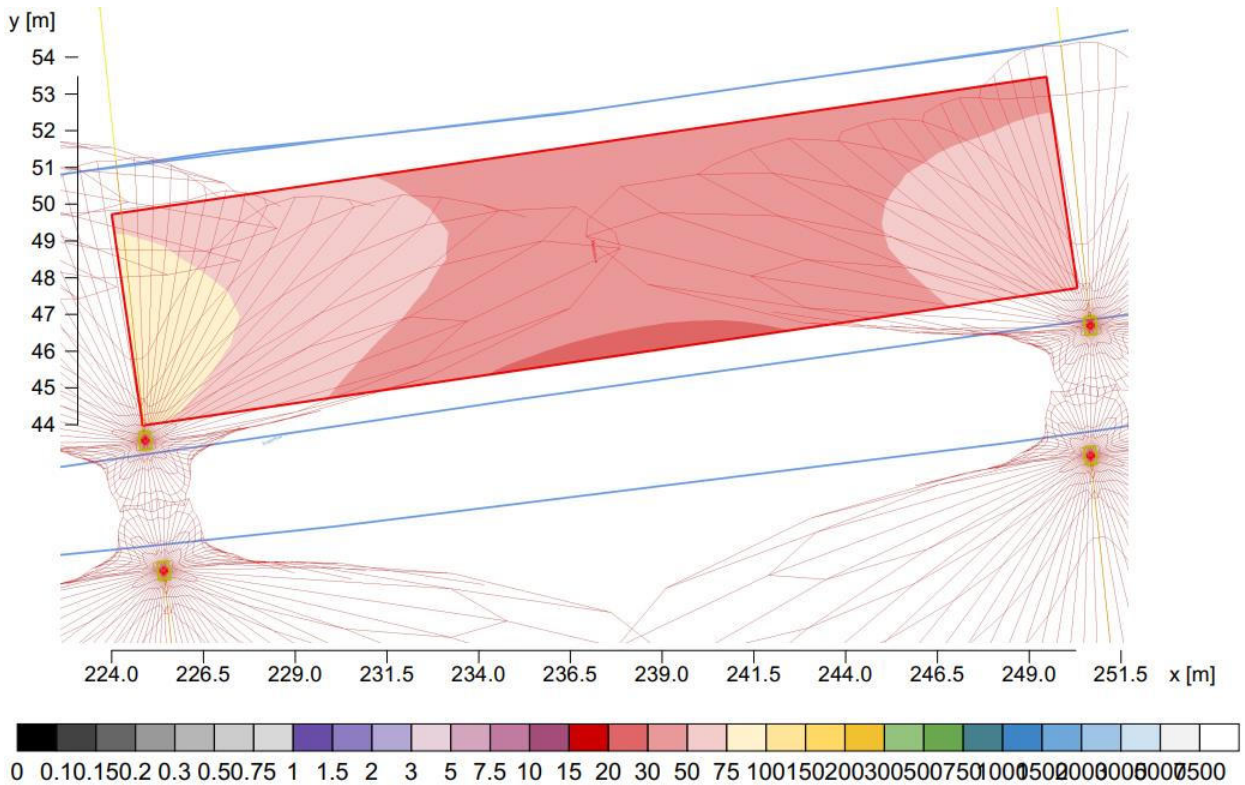


Fig. 69 Simulación medición 4 - Colores falsos

Tabla 49 Simulación medición 4 - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	50,9 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	27,7 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	84,1 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,54
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,33

4.8. Estimaciones zona de acostumbramiento lado de Santa Fe

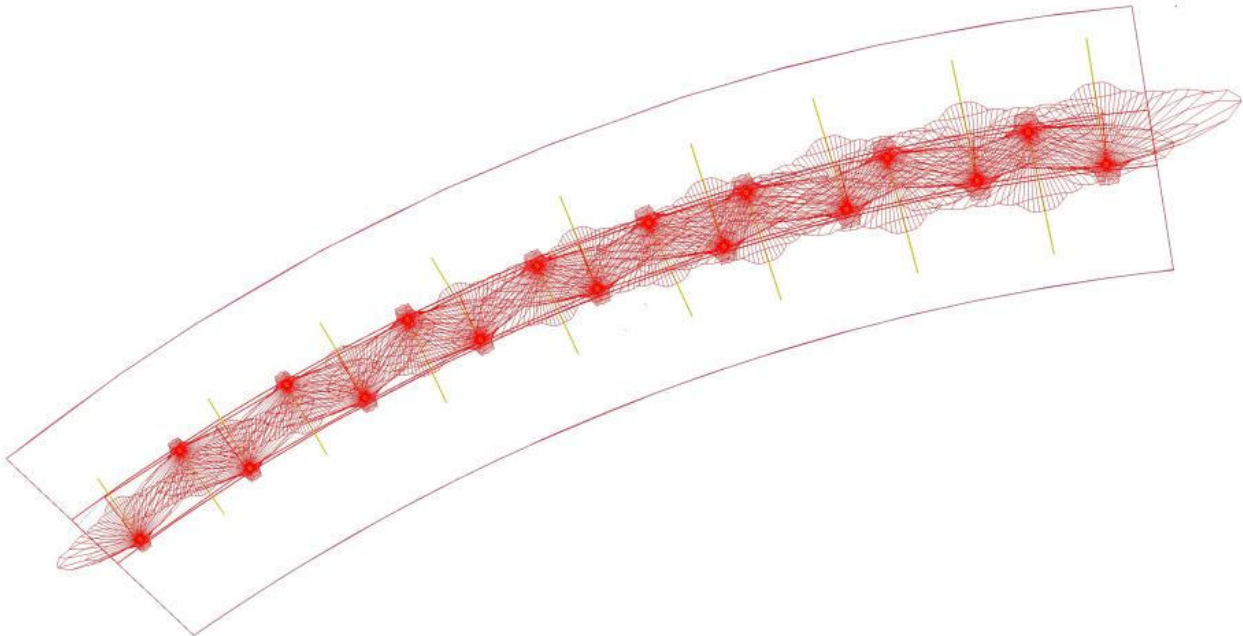


Fig. 70 Esquema de ubicación de luminarias

Como se mencionó anteriormente, en esta zona no hay uniformidad en la distribución de luminarias. En consecuencia, se simuló la totalidad del recorrido particionándolo en 8 “zonas de simulación”, delimitadas por luminarias contiguas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos desde el principio de la zona de acostumbramiento hasta el ingreso al túnel.

4.8.1. Zona de simulación 1

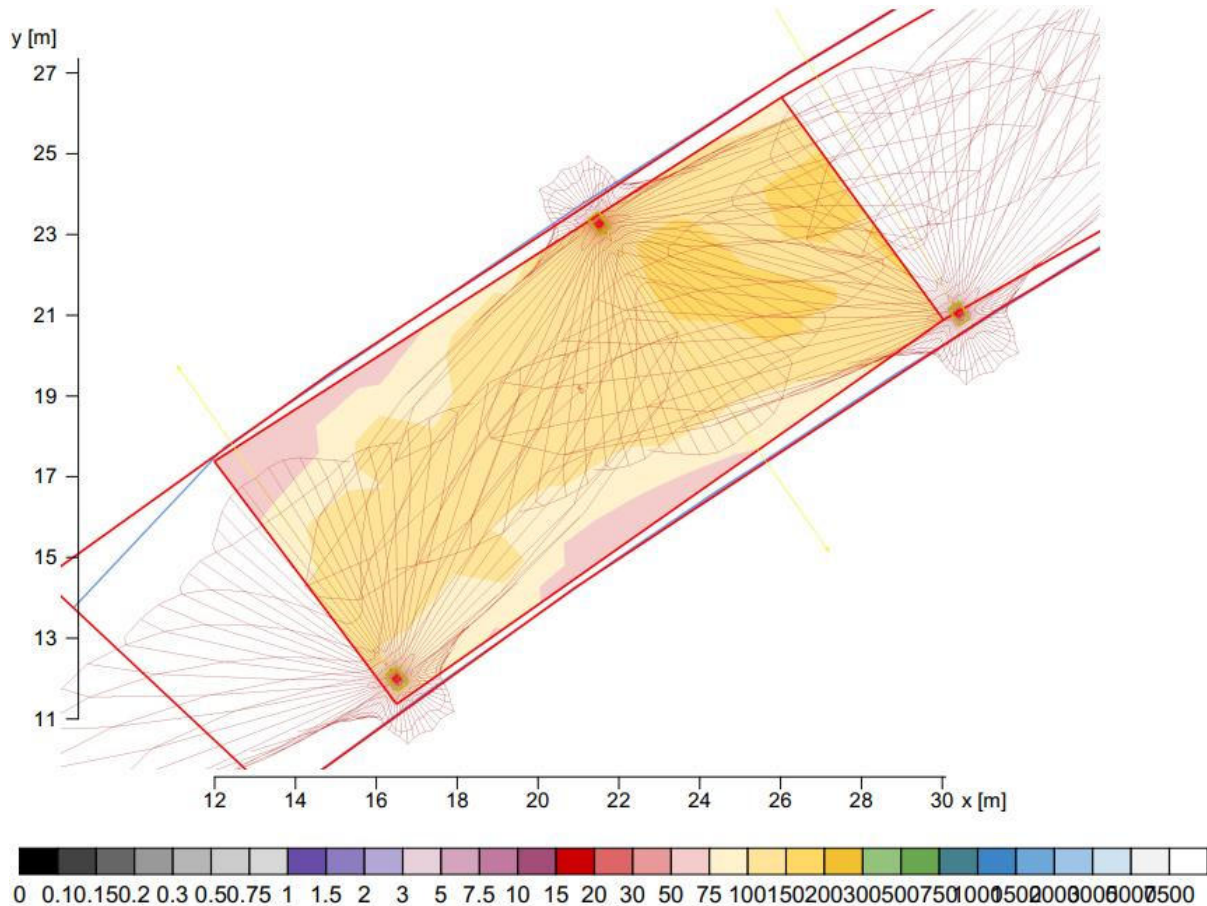


Fig. 71 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 50 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	113 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	58 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	181 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,51
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,32

4.8.2. Zona de simulación 2

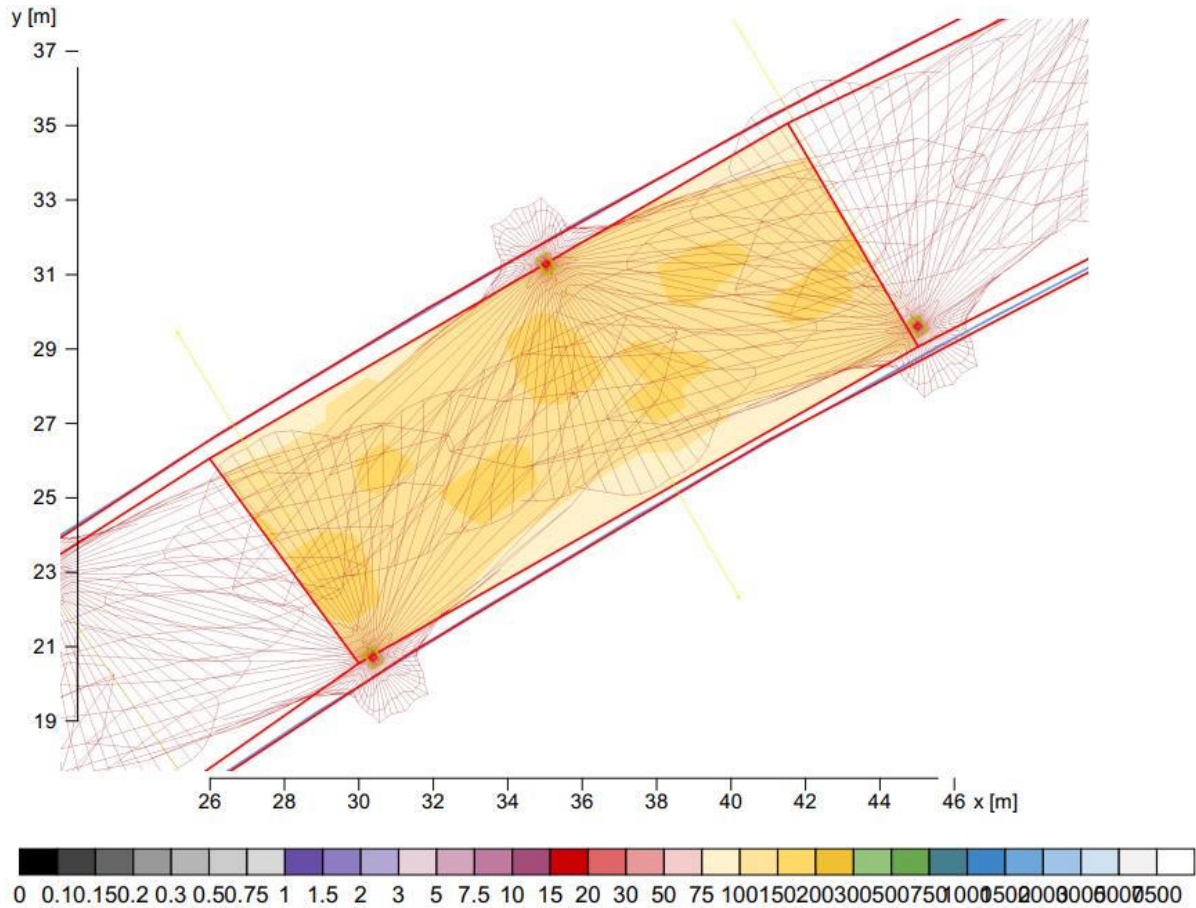


Fig. 72 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 51 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	128 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	82 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	175 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,64
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,47

4.8.3. Zona de simulación 3

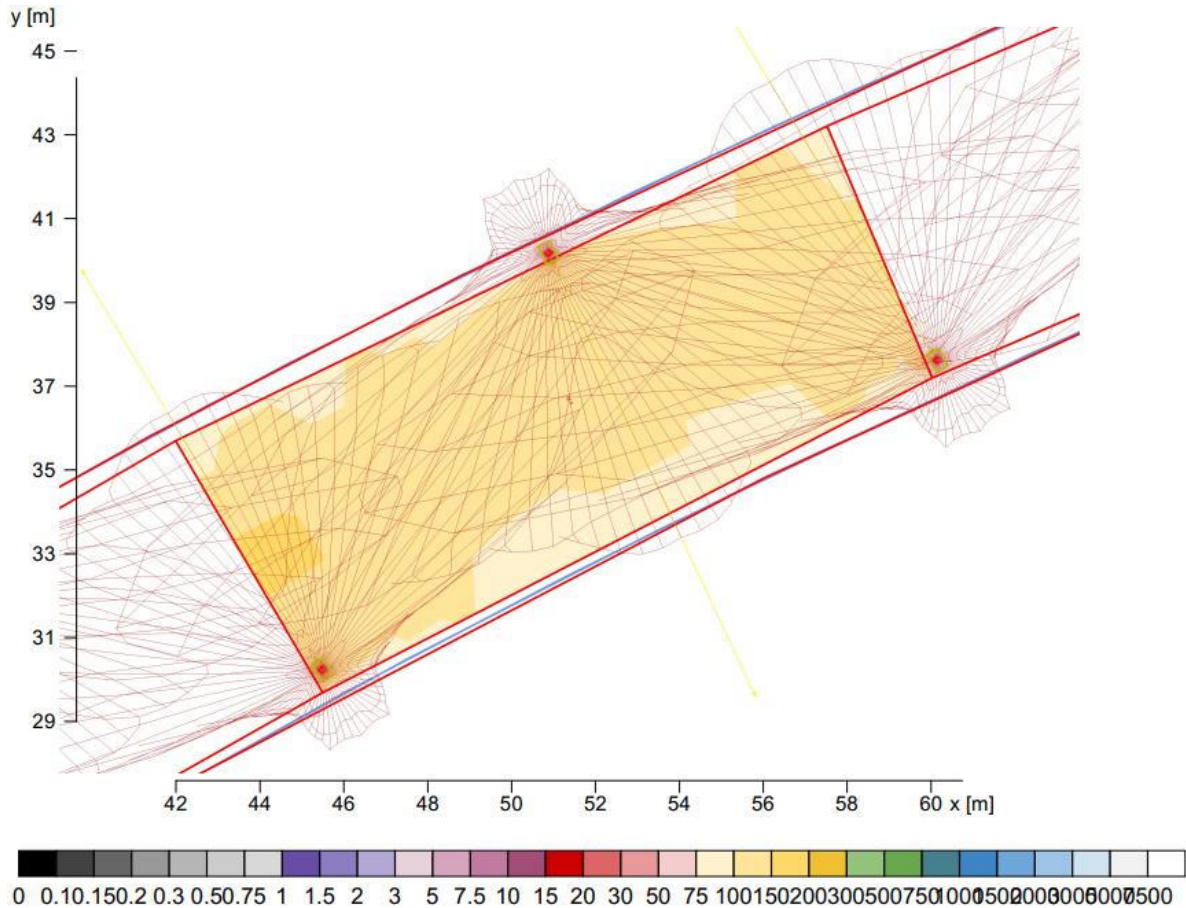


Fig. 73 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 52 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	114 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	75 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	170 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,66
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,44

4.8.4. Zona de simulación 4

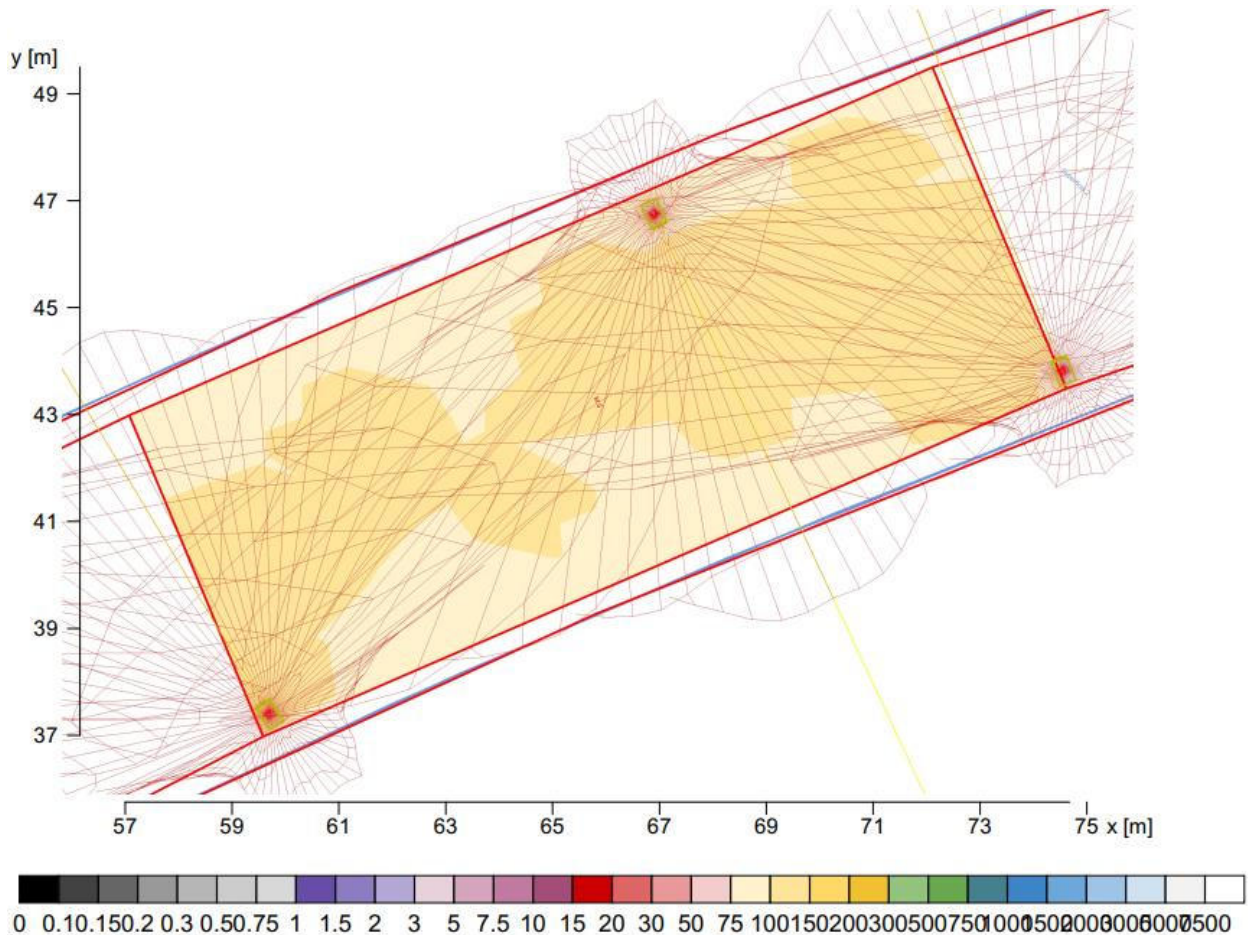


Fig. 74 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 53 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	E _{med}	103 [lx]
Iluminancia mínima	E _{min}	78 [lx]
Iluminancia máxima	E _{máx}	132 [lx]
Uniformidad	G1 = E _{min} /E _{med}	0,76
Uniformidad	G2 = E _{min} /E _{máx}	0,59

4.8.5. Zona de simulación 5

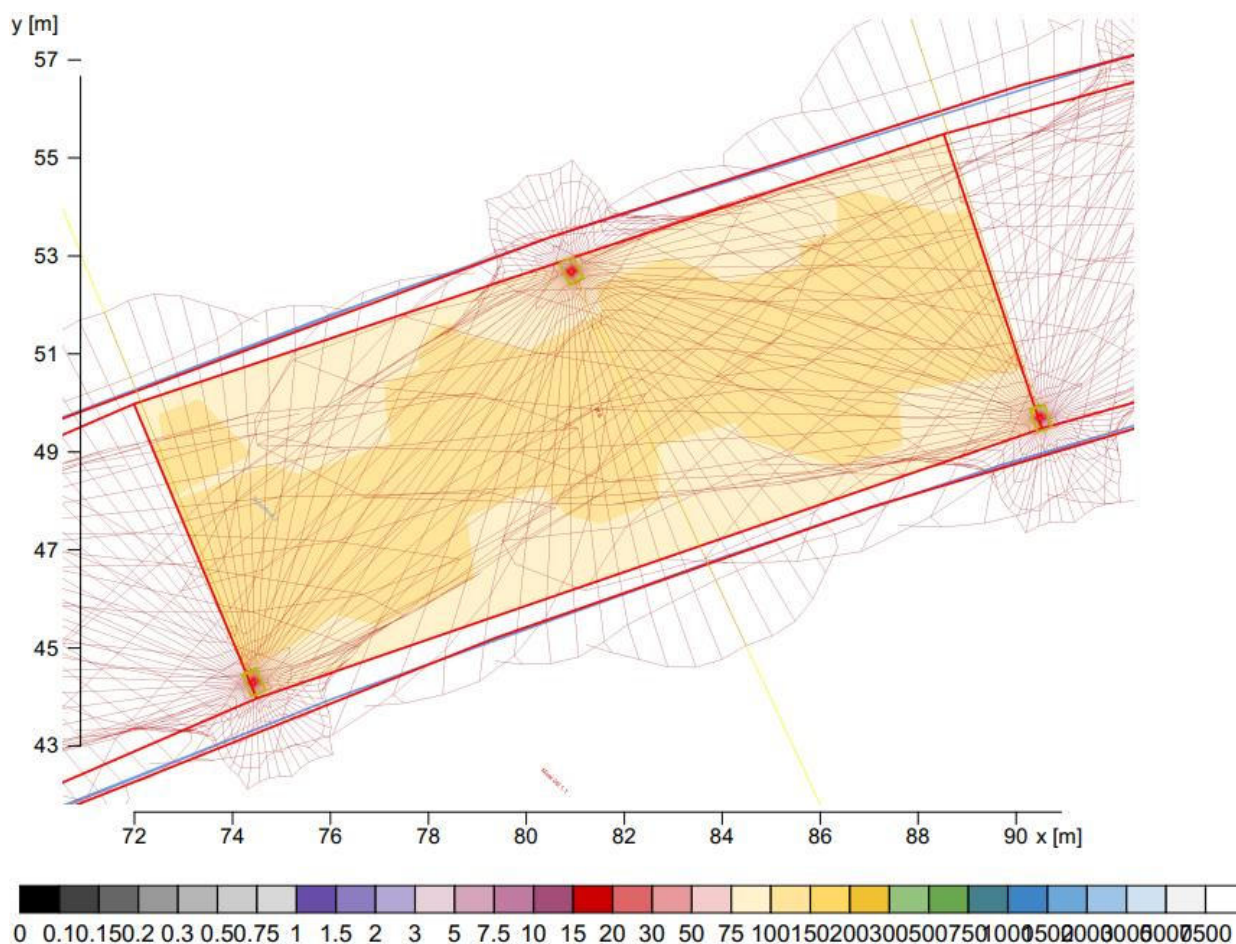


Fig. 75 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 54 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	104 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	79 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	138 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,75
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,57

4.8.6. Zona de simulación 6

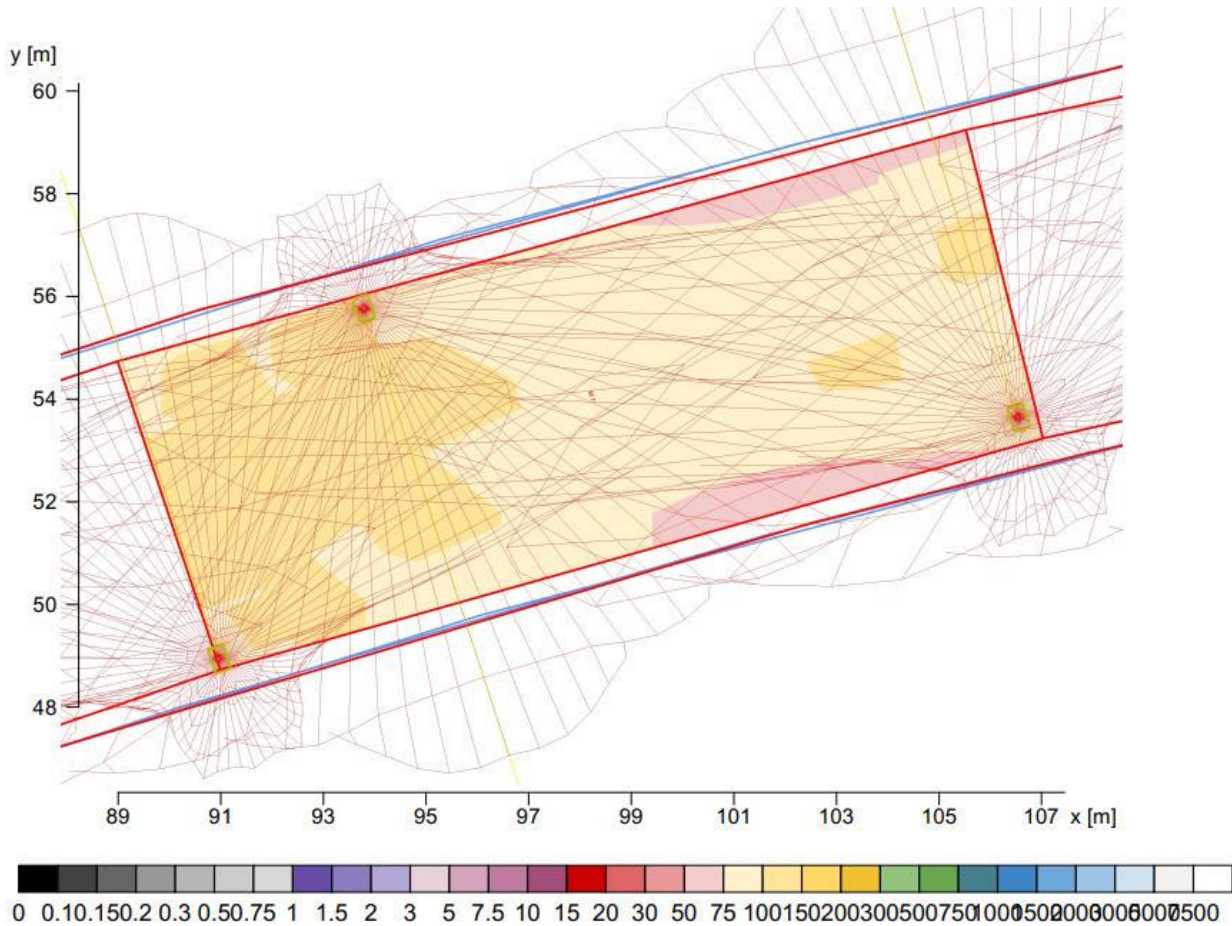


Fig. 76 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 55 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	93 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	70 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	130 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,76
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,54

4.8.7. Zona de simulación 7

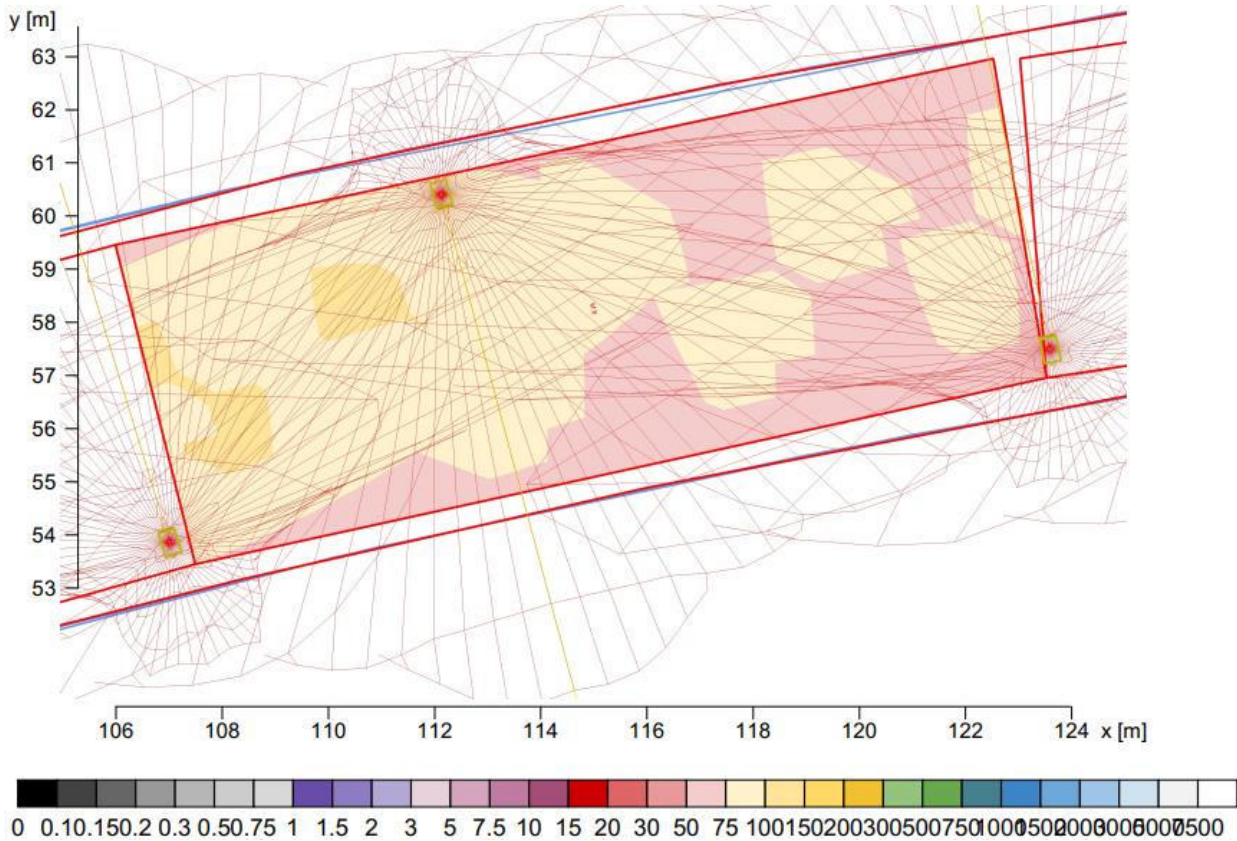


Fig. 77 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 56 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	80 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	62 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	105 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,77
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,59

4.8.8. Zona de simulación 8

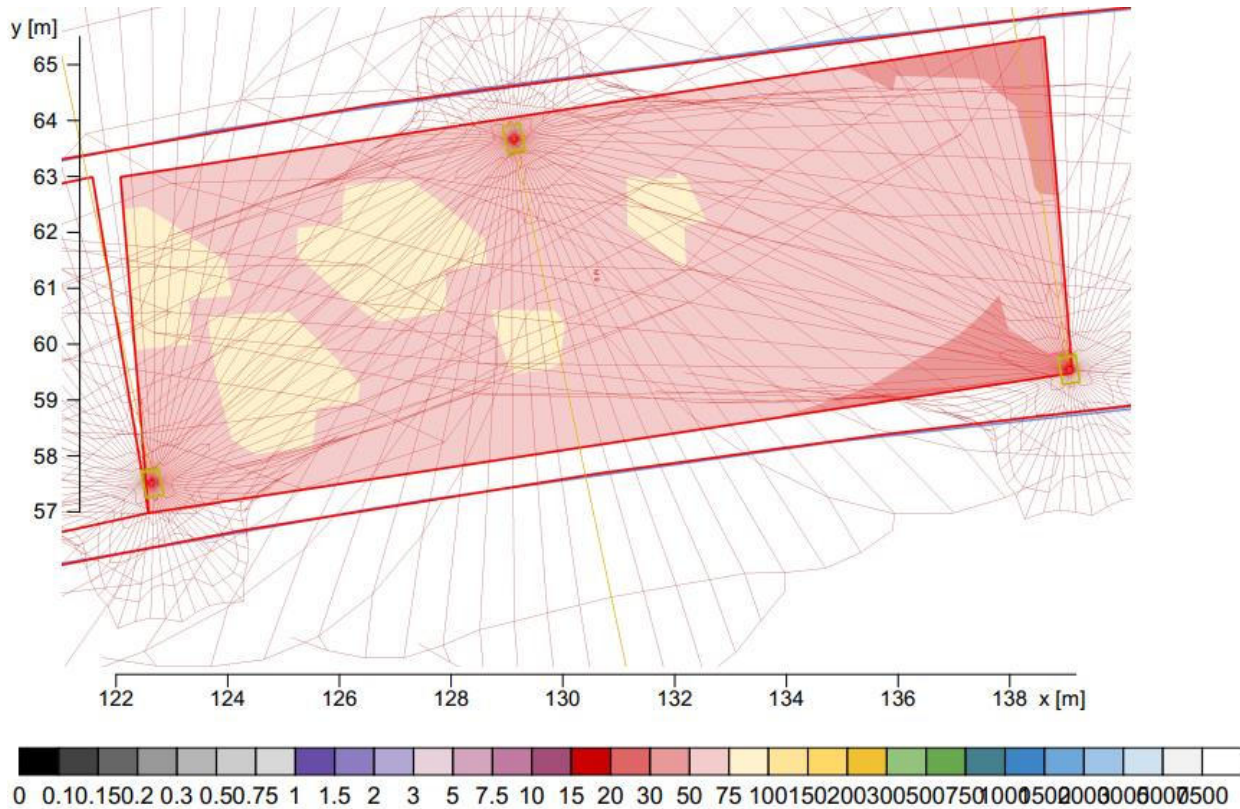


Fig. 78 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 57 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	64,6 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	43,8 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	87,3 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,68
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,50

4.9. Estimaciones zona de acostumbramiento lado de Paraná

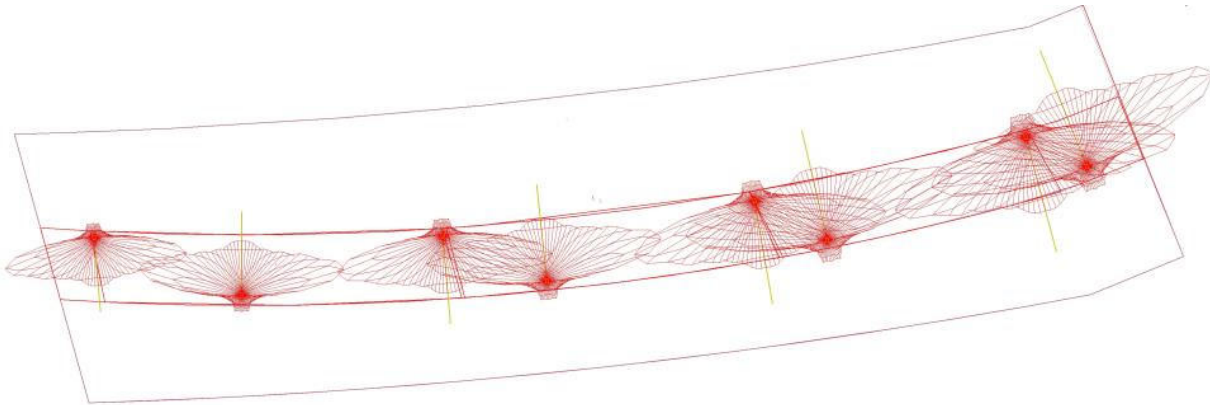


Fig. 79 Esquema de ubicación de luminarias

En este caso, el recorrido se fracciona en 3 partes y al igual que en el caso anterior, se presentan los resultados desde el ingreso al recorrido hasta la entrada el túnel.

4.9.1. Zona de simulación 1

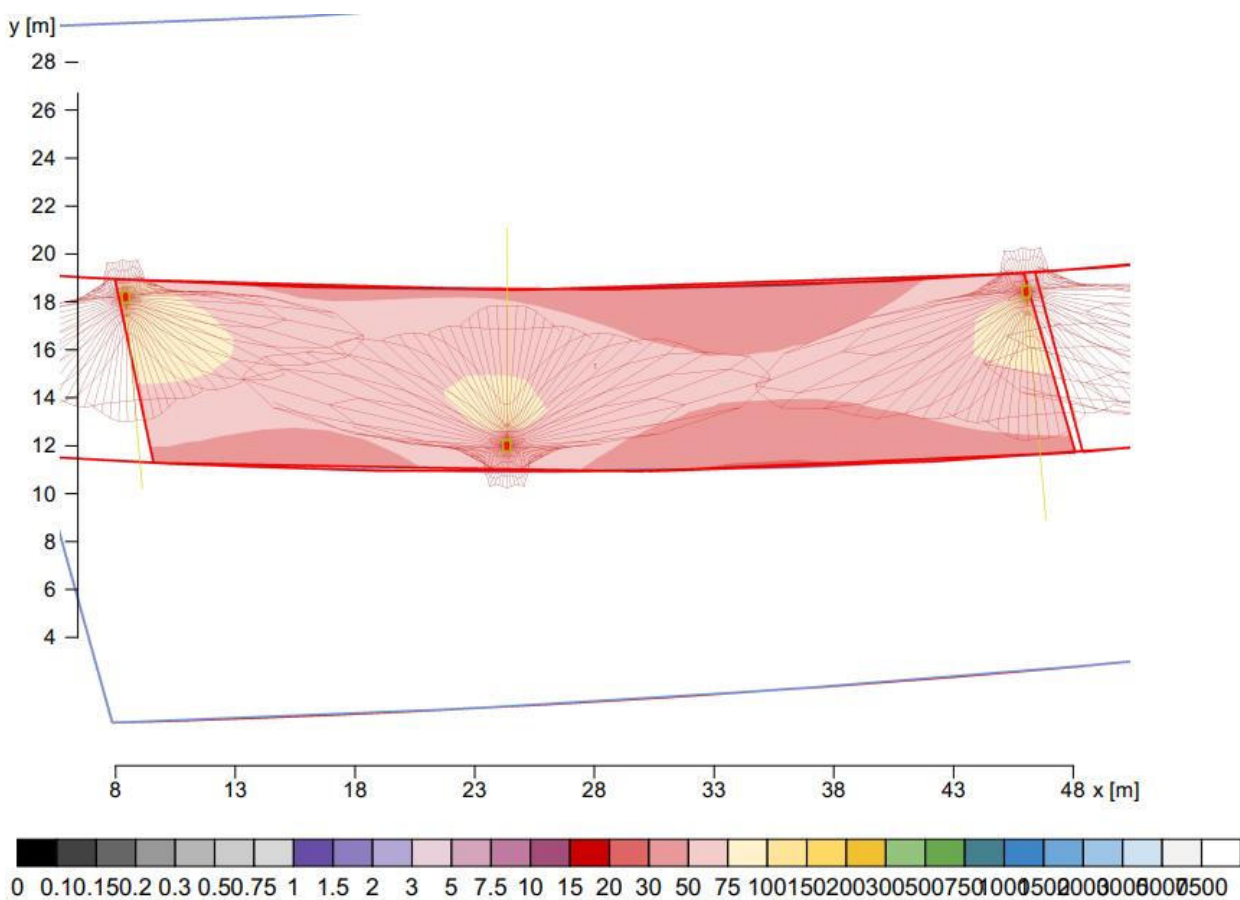


Fig. 80 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 58 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	58 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	29,9 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	92,5 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,52
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,32

4.9.2. Zona de simulación 2

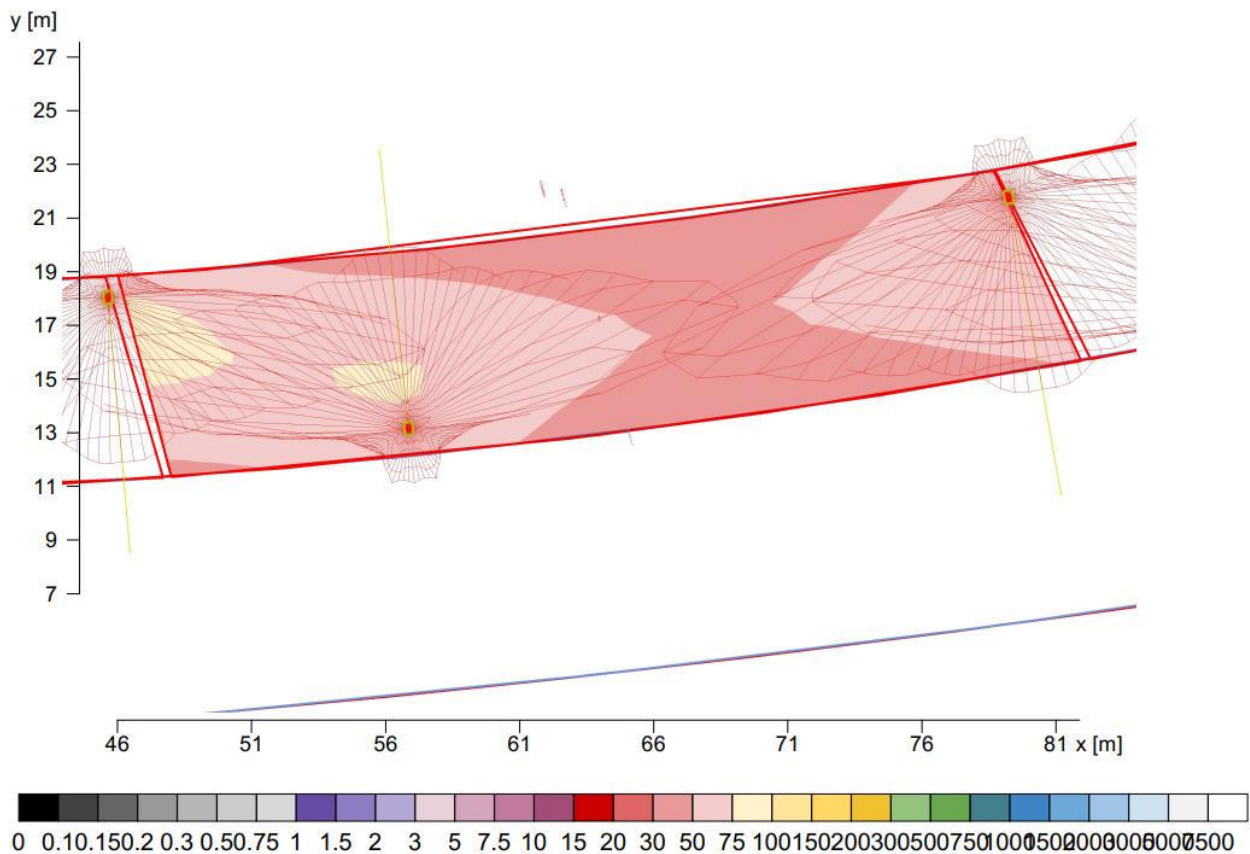


Fig. 81 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 59 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	55,7 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	32,8 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	82,2 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,59
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,40

4.9.3. Zona de simulación 3

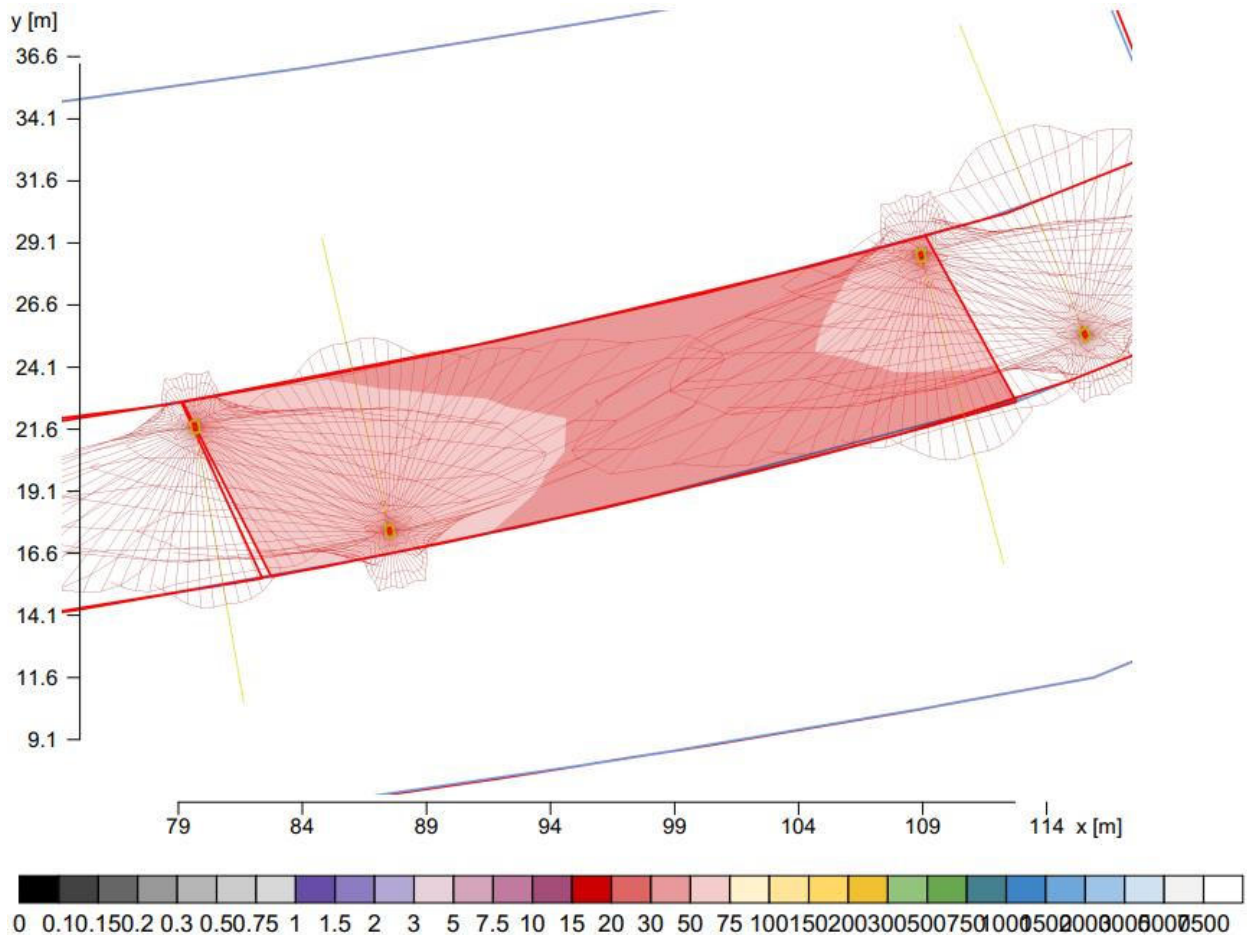


Fig. 82 Simulación zona acostumbramiento - Colores falsos

Tabla 60 Simulación zona acostumbramiento - Resultado de parámetros característicos

Iluminancia media	Emed	51,8 [lx]
Iluminancia mínima	Emin	34,1 [lx]
Iluminancia máxima	Emáx	72,2 [lx]
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,66
Uniformidad	G2 = Emin/Emáx	0,47

5. COMPARACIÓN ENTRE VALORES MEDIDOS ACTUALES Y ESTIMADOS CON LUMINARIAS LED – ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. Zona 1

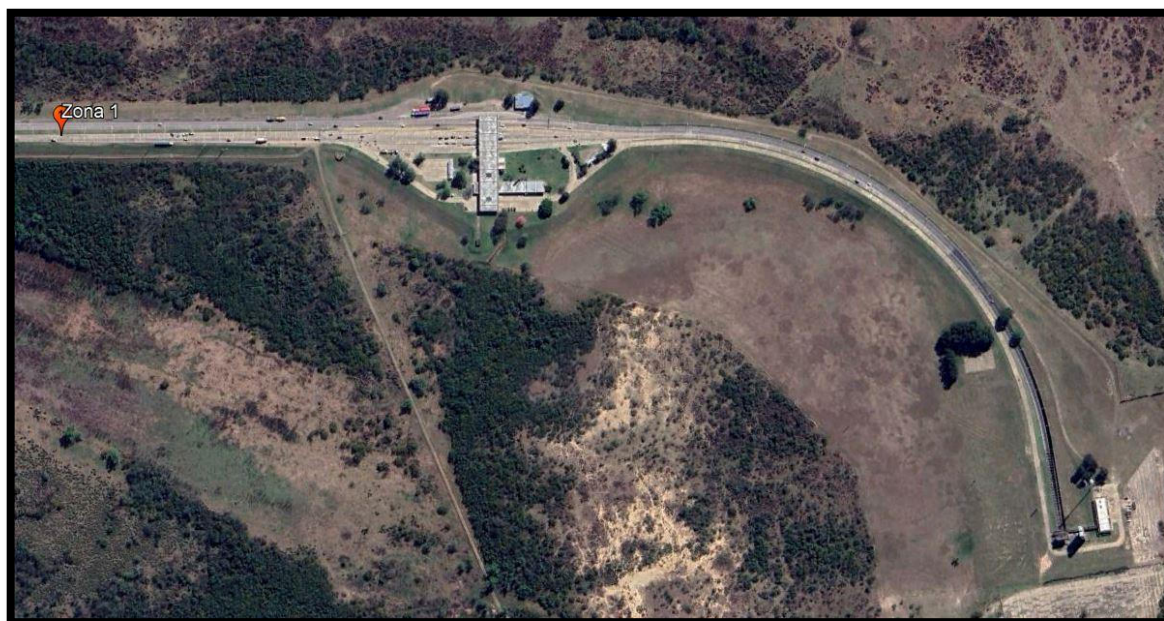


Fig. 83 Posicionamiento zona 1

Tabla 61 Comparación de resultados - Zona 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
luminancia media	Lmed	7,11	-	2,7
Uniformidad	$U0 = Lmin/Lmed$	0,64	-	0,4
Uniformidad	$UI = Lcmin/Lcmax$	0,92	-	0,6

Esta zona se define como clase A (Norma IRAM AADL 2022-2). Para esta clase de ruta, el método de las luminancias no es aplicable por lo que no vale la comparación con los valores medidos. No obstante, si pueden realizarse comparaciones con las simulaciones realizadas, resultando éstas en valores satisfactorios.

5.2. Zona 2

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

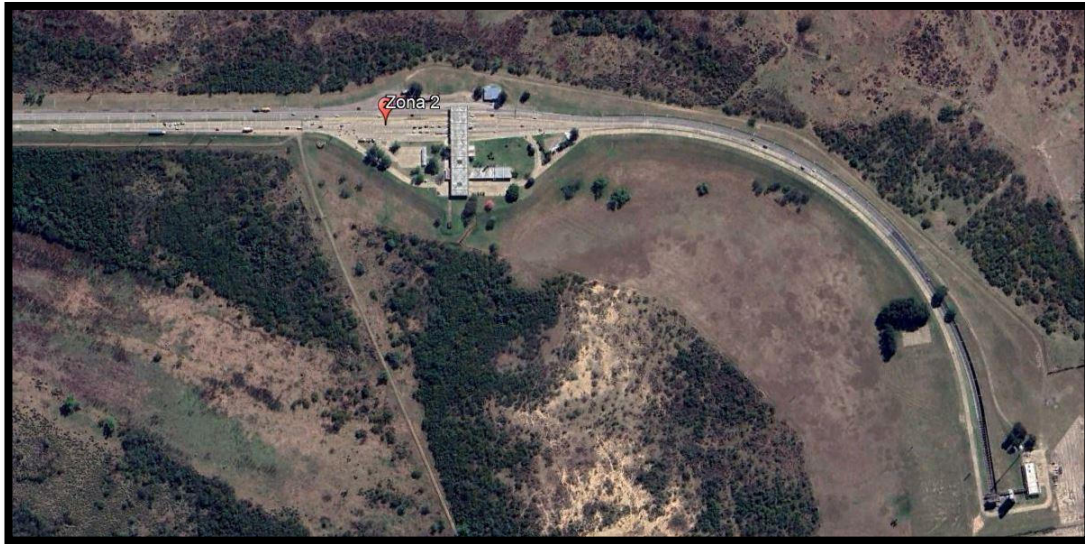


Fig. 84 Posicionamiento zona 2

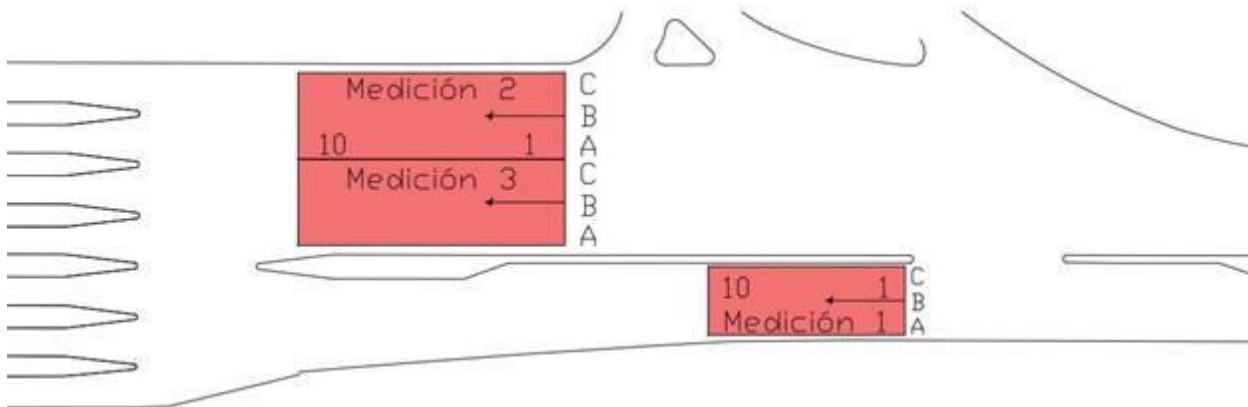


Fig. 85 Posicionamiento de las mediciones en la Zona 2

Tabla 62 Comparación de resultados - Zona 2 - Medición 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	57,9	48,93	40
Iluminancia mínima	Emin	35,7	23	-
Iluminancia máxima	Emax	76	89	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,62	0,47	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,47	0,26	0,25

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Tabla 63 Comparación de resultados - Zona 2 - Medición 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	78	37,2	40
Iluminancia mínima	Emin	49	15	-
Iluminancia máxima	Emax	107	62	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,62	0,4	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,46	0,24	0,25

Tabla 64 Comparación de resultados - Zona 2 - Medición 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	56,5	21,17	40
Iluminancia mínima	Emin	37,7	6	-
Iluminancia máxima	Emax	75,9	49	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,67	0,28	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,5	0,12	0,25

Como puede observarse, los valores estimados para iluminación LED en todos los casos satisfacen las necesidades establecidas para esta zona. Para el caso de los valores medidos actuales, algunos de los parámetros no satisfacen los valores exigidos en la norma.

5.3. Zona 3

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

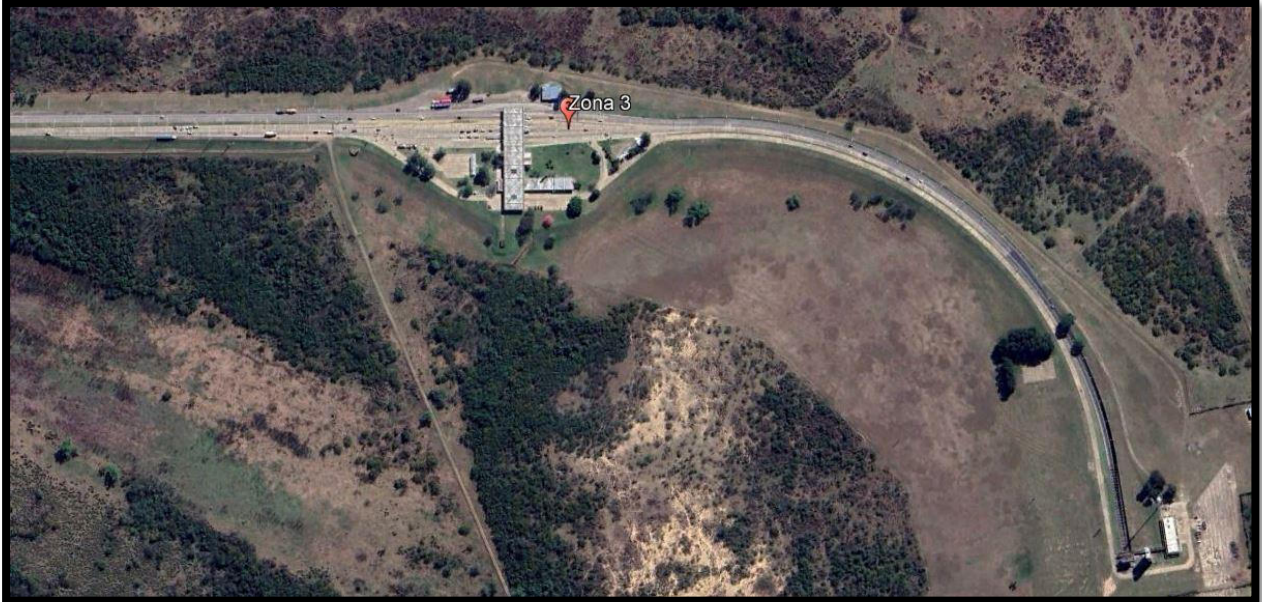


Fig. 86 Posicionamiento Zona 3

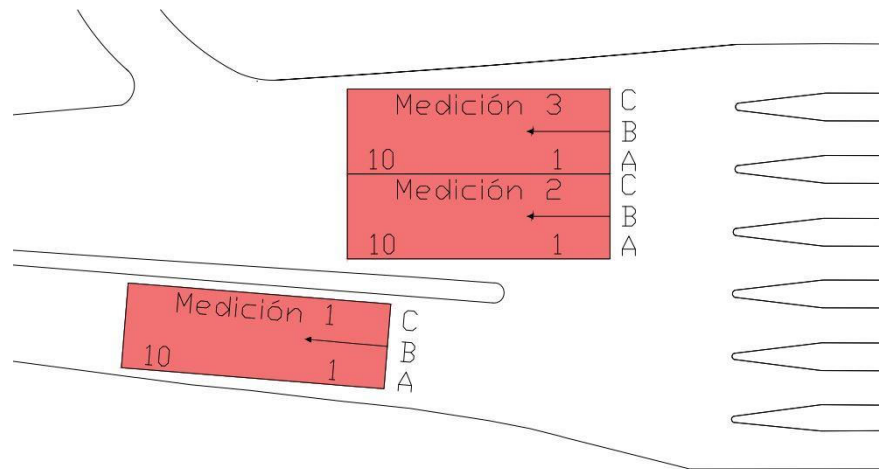


Fig. 87 Posicionamiento de las mediciones en la Zona 3

Tabla 65 Comparación de resultados - Zona 3 - Medición 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	104	28,93	40
Iluminancia mínima	Emin	64	16	-
Iluminancia máxima	Emax	121	48	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,62	0,55	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,53	0,33	0,25

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Tabla 66 Comparación de resultados - Zona 3 - Medición 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	61,1	27,9	40
Iluminancia mínima	Emin	47	20	-
Iluminancia máxima	Emax	88,2	39	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,77	0,72	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,53	0,51	0,25

Tabla 67 Comparación de resultados - Zona 3 - Medición 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	62,9	32	40
Iluminancia mínima	Emin	35,2	17	-
Iluminancia máxima	Emax	84,1	53	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56	0,53	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,42	0,32	0,25

Como puede observarse, los valores estimados para iluminación LED en todos los casos satisfacen las necesidades establecidas para esta zona. Para el caso de los valores medidos actuales, la iluminancia media no satisface los valores exigidos en la norma.

5.4. Zona 4

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

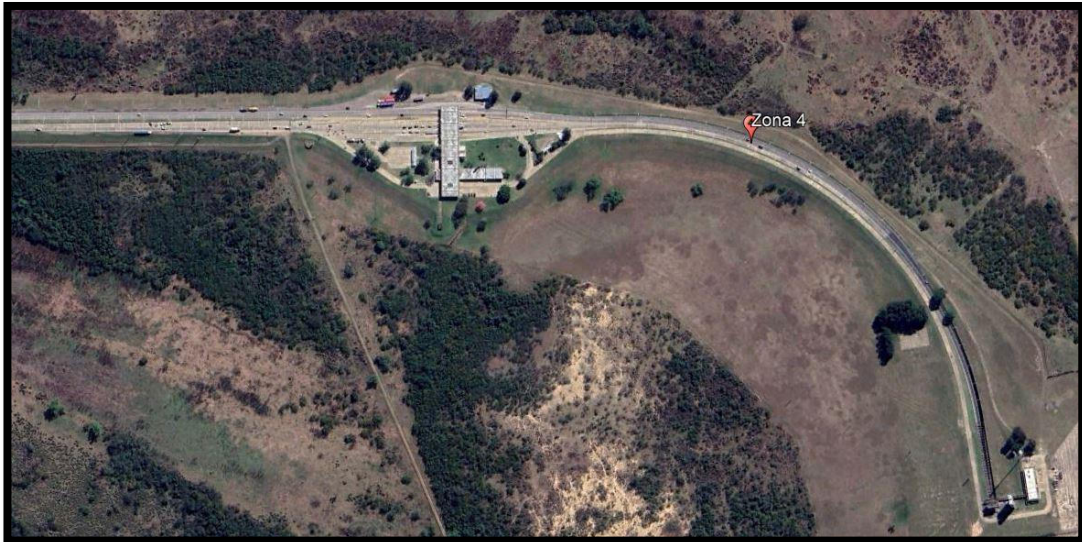


Fig. 88 Posicionamiento Zona 4

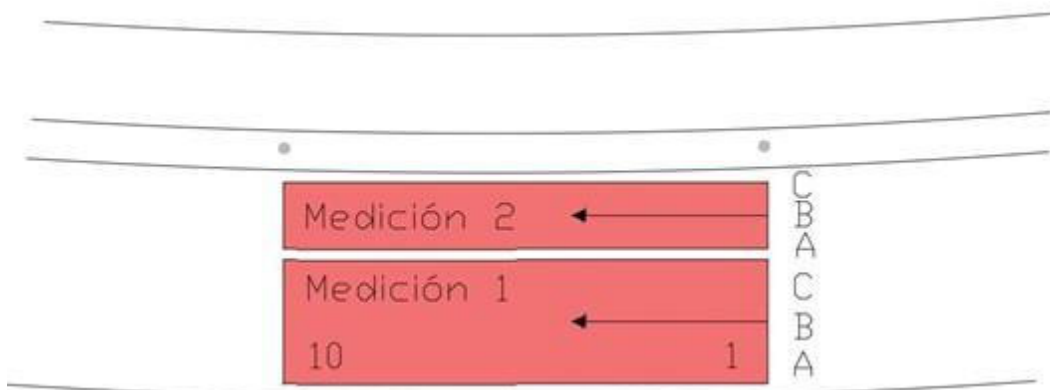


Fig. 89 Posicionamiento mediciones en la Zona 4

Tabla 68 Comparación de resultados - Zona 4 - Medición 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	76	43,9	40
Iluminancia mínima	Emin	45	22	-
Iluminancia máxima	Emax	106	77	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,59	0,5	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,42	0,29	0,25

Tabla 69 Comparación de resultados - Zona 4 - Medición 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	74	41,37	40
Iluminancia mínima	Emin	41	22	-
Iluminancia máxima	Emax	114	69	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56	0,53	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,36	0,32	0,25

Para esta zona, tanto los valores simulados como los valores medidos satisfacen los valores establecidos por normativa.

5.5. Zona 5

Esta zona se la clasifica como clase E. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

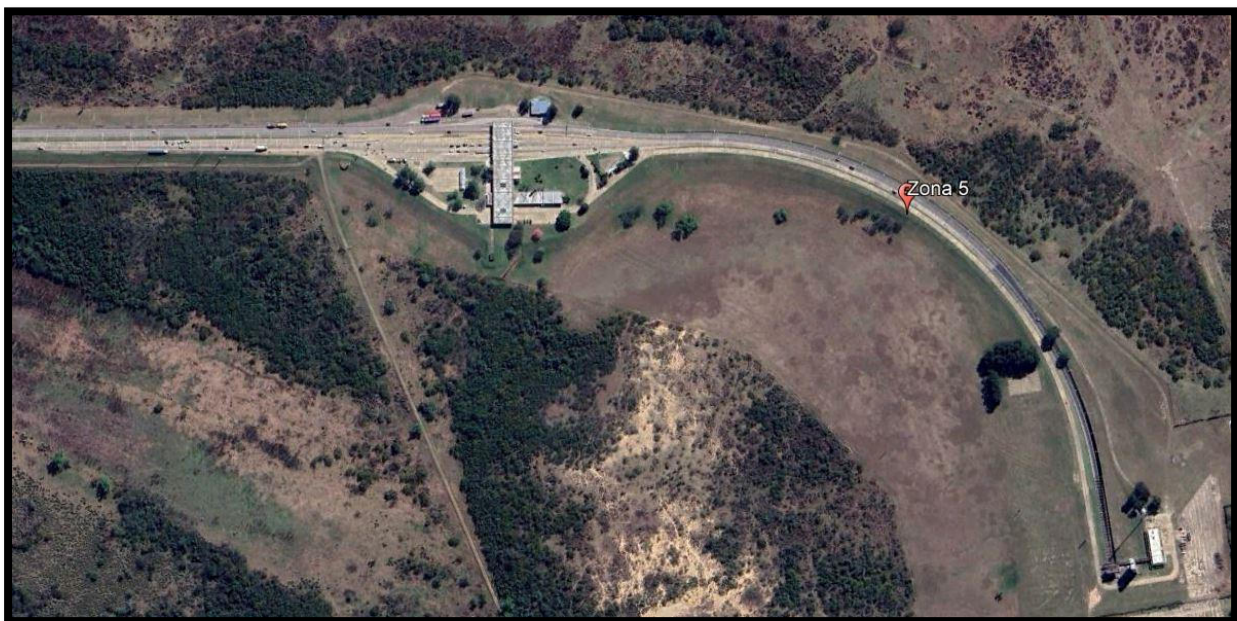


Fig. 90 Posicionamiento Zona 5

Tabla 70 Comparación de resultados - Zona 5

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	60	17,43	16
Iluminancia mínima	Emin	27	10	-
Iluminancia máxima	Emax	101	34	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,46	0,57	0,25
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,27	0,29	0,125

Tanto los valores estimados como los medidos satisfacen los valores establecidos por normativa.

5.6. Zona 6

Esta zona se la clasifica como clase E. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.



Fig. 91 Posicionamiento Zona 6

Tabla 71 Comparación de resultados - Zona 6

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	62	-	16
Iluminancia mínima	Emin	27	-	-
Iluminancia máxima	Emax	104	-	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,44	-	0,25
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,26	-	0,125

Dada la escasa relevancia de esta zona, no se realizaron mediciones. No obstante, las estimaciones con iluminación led presentan valores que satisfacen las exigencias de la norma.

5.7. Zona 7

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

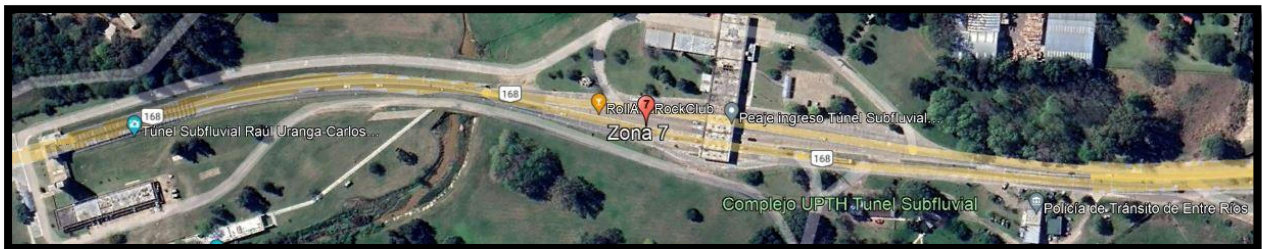


Fig. 92 Posicionamiento Zona 7

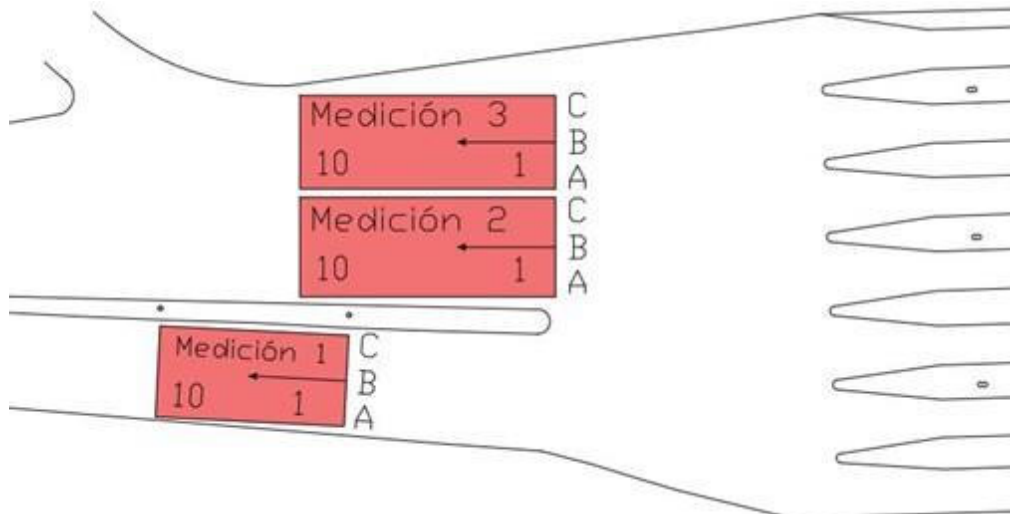


Fig. 93 Posicionamiento de las mediciones en la Zona 7

Tabla 72 Comparación de resultados - Zona 7 - Medición 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	86	50,83	40
Iluminancia mínima	Emin	45	29	-

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia máxima	E _{max}	106	70	-
Uniformidad	G1 = E _{min} /E _{med}	0,52	0,57	0,5
Uniformidad	G2 = E _{min} /E _{max}	0,43	0,41	0,25

Tabla 73 Comparación de resultados - Zona 7 - Medición 2

		Valor simulado	Valor medido	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	E _{med}	84	60,13	40
Iluminancia mínima	E _{min}	53	34	-
Iluminancia máxima	E _{max}	107	99	-
Uniformidad	G1 = E _{min} /E _{med}	0,63	0,57	0,5
Uniformidad	G2 = E _{min} /E _{max}	0,5	0,34	0,25

Tabla 74 Comparación de resultados - Zona 7 - Medición 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	E _{med}	86,5	47,6	40
Iluminancia mínima	E _{min}	48	27	-
Iluminancia máxima	E _{max}	99,6	74	-
Uniformidad	G1 = E _{min} /E _{med}	0,55	0,57	0,5
Uniformidad	G2 = E _{min} /E _{max}	0,48	0,36	0,25

Para esta zona, tanto los valores simulados como los valores medidos satisfacen los valores establecidos por normativa.

5.8. Zona 8

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.



Fig. 94 Posicionamiento Zona 8

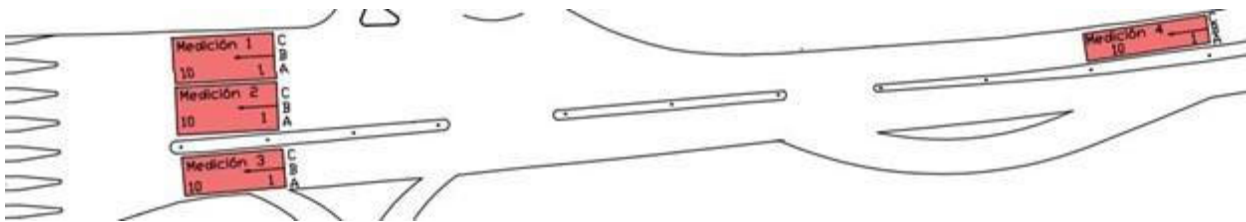


Fig. 95 Posicionamiento de las mediciones en la Zona 8

Tabla 75 Comparación de resultados - Zona 8 - Medición 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	70,6	17,47	40
Iluminancia mínima	Emin	52	10	-
Iluminancia máxima	Emax	97,5	41	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,74	0,57	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,53	0,24	0,25

Tabla 76 Comparación de resultados - Zona 8 - Medición 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	68	21,83	40
Iluminancia mínima	Emin	55	14	-
Iluminancia máxima	Emax	100	35	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,8	0,53	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,55	0,4	0,25

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Tabla 77 Comparación de resultados - Zona 8 - Medición 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	70	20,7	40
Iluminancia mínima	Emin	39	11	-
Iluminancia máxima	Emax	102	32	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,56	0,53	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,39	0,34	0,25

Tabla 78 Comparación de resultados - Zona 8 - Medición 4

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	50,9	46,83	40
Iluminancia mínima	Emin	27,7	27	-
Iluminancia máxima	Emax	84,1	70	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,54	0,58	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,33	0,39	0,25

Como puede observarse, los valores estimados para iluminación LED en todos los casos satisfacen las necesidades establecidas para esta zona. Para el caso de los valores medidos actuales, algunos de los parámetros no satisfacen los valores exigidos por la normativa.

5.9. Acostumbramiento lado Santa Fe

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

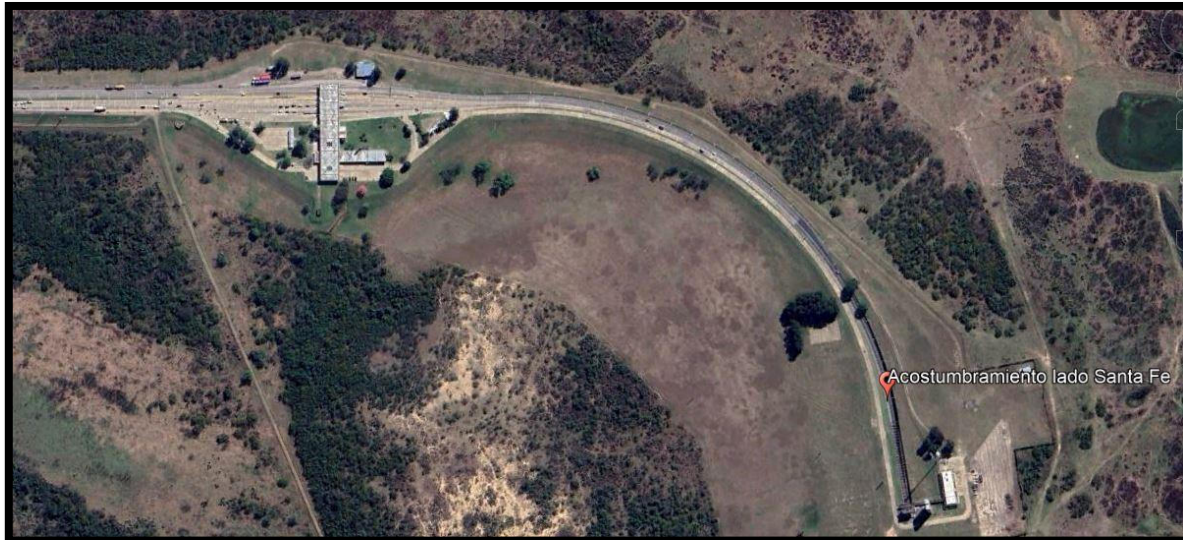


Fig. 96 Posicionamiento de la zona de acostumbramiento del lado Santa Fe

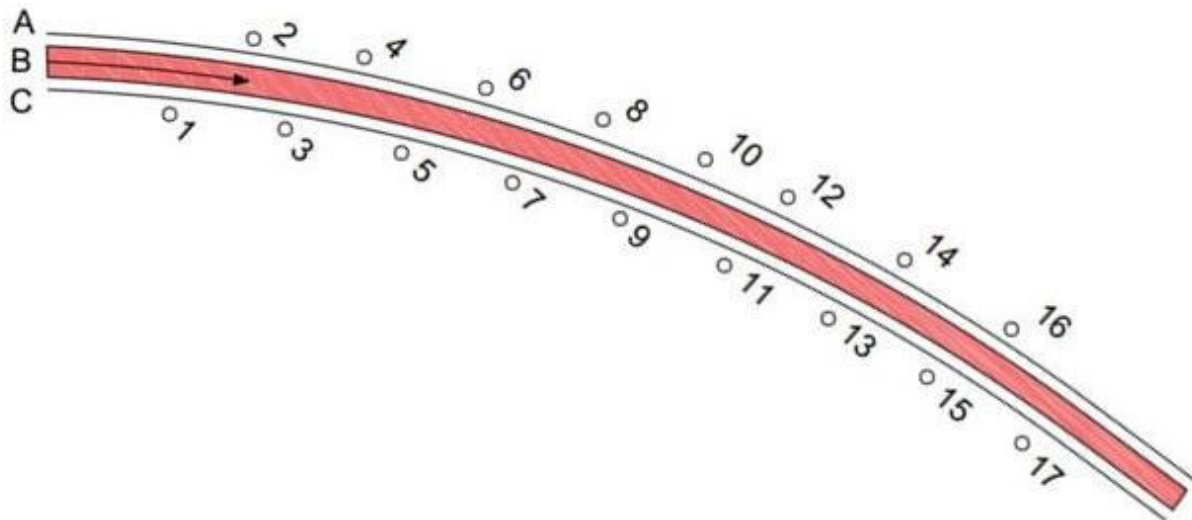


Fig. 97 Sentido del particionado de las distintas partes

Tabla 79 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	113	64,83	40
Iluminancia mínima	Emin	58	48	-
Iluminancia máxima	Emax	181	92	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,51	0,74	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,32	0,52	0,25

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Tabla 80 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	128	81,67	40
Iluminancia mínima	Emin	82	65	-
Iluminancia máxima	Emax	175	96	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,64	0,8	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,47	0,68	0,25

Tabla 81 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	114	89,67	40
Iluminancia mínima	Emin	75	75	-
Iluminancia máxima	Emax	170	103	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,66	0,84	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,44	0,73	0,25

Tabla 82 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 4

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	103	83,17	40
Iluminancia mínima	Emin	78	58	-
Iluminancia máxima	Emax	132	103	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,76	0,7	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,59	0,56	0,25

Tabla 83 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 5

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	104	62,08	40

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia mínima	Emin	79	49	-
Iluminancia máxima	Emax	138	78	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,75	0,79	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,57	0,63	0,25

Tabla 84 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 6

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	93	56,33	40
Iluminancia mínima	Emin	70	48	-
Iluminancia máxima	Emax	130	64	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,76	0,85	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,54	0,75	0,25

Tabla 85 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 7

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	80	66	40
Iluminancia mínima	Emin	62	60	-
Iluminancia máxima	Emax	0,77	74	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,59	0,91	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax		0,81	0,25

Tabla 86 Comparación de resultados - Acostumbramiento Santa Fe - Parte 8

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	64,6	50,11	40
Iluminancia mínima	Emin	43,8	34	-
Iluminancia máxima	Emax	87,3	63	-

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,68	0,68	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,5	0,54	0,25

Para esta zona, tanto los valores simulados como los valores medidos satisfacen los valores establecidos por normativa.

5.10. Acostumbramiento lado Paraná

Esta zona se la clasifica como clase C. Los valores permitidos para los niveles de iluminancia se definen en la norma Norma IRAM AADL 2022-2. La comparación con los valores medidos y estimados para cada punto se muestran en las siguientes tablas.

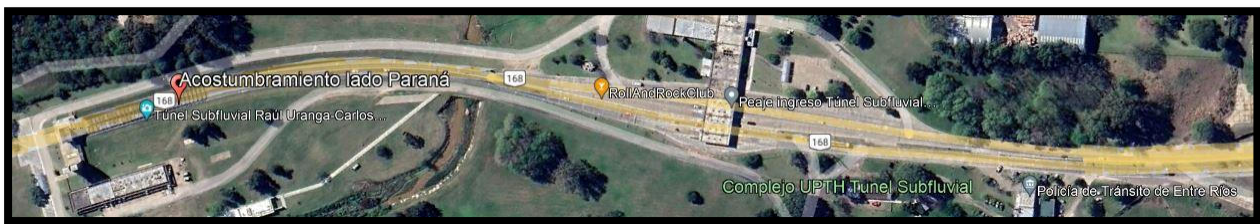


Fig. 98 Posicionamiento de la zona de acostumbramiento del lado Paraná

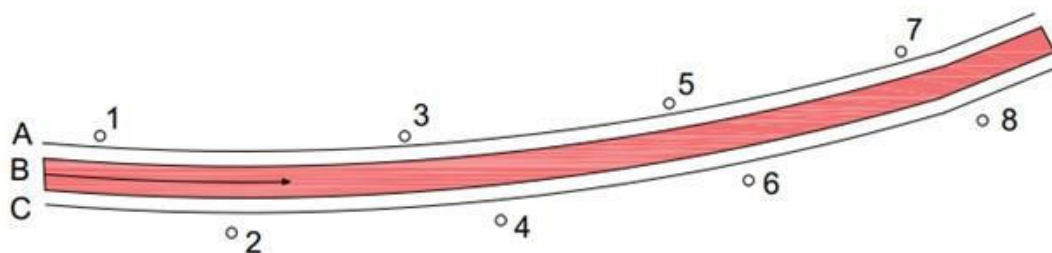


Fig. 99 Sentido del particionado de las distintas partes

Tabla 87 Comparación de resultados - Acostumbramiento Paraná - Parte 1

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	58	44,33	40
Iluminancia mínima	Emin	29,9	22	-
Iluminancia máxima	Emax	92,5	86	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,52	0,5	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,32	0,26	0,25

Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

Tabla 88 Comparación de resultados - Acostumbramiento Paraná - Parte 2

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	55,7	44,42	40
Iluminancia mínima	Emin	32,8	24	-
Iluminancia máxima	Emax	82,2	102	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,59	0,54	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,4	0,24	0,25

Tabla 89 Comparación de resultados - Acostumbramiento Paraná - Parte 3

		Valor estimado LED	Valor medido actual	Valor establecido por normativa
Iluminancia media	Emed	51,8	57	40
Iluminancia mínima	Emin	34,1	16	-
Iluminancia máxima	Emax	72,2	153	-
Uniformidad	G1 = Emin/Emed	0,66	0,28	0,5
Uniformidad	G2 = Emin/Emax	0,47	0,1	0,25

Como puede observarse, los valores estimados para iluminación LED en todos los casos satisfacen las necesidades establecidas para esta zona. Para el caso de los valores medidos actuales, los parámetros de uniformidad no satisfacen los valores exigidos en algunos puntos.

6. CONCLUSIONES

En función de las estimaciones realizadas se puede concluir que es técnicamente posible realizar el cambio de la iluminación exterior a tecnología led utilizando las mismas distribuciones y alturas de las columnas ya existentes en las instalaciones del túnel subfluvial.

En algunos casos, como en las zonas 2, 3, 8 y la zona de acostumbramiento del lado de Paraná los valores medidos con las actuales luminarias no satisfacen los valores establecidos por normativa. En el resto de las zonas, tanto valores simulados como medidos, satisfacen los valores establecidos por normativa. Puede observarse, asimismo, que con el cambio a luminarias LED se logra una mejora sustancial respecto de los niveles de iluminación actual. Cabe aclarar, en cuanto a la zona 1, que la misma es la única que entra en una clasificación de calzada A. En consecuencia, no es aplicable el método de las iluminancias, por lo tanto, no se pudo realizar una comparación con los valores medidos. No obstante, se pudo realizar la simulación y compararla con valores establecidos por normativa, resultando valores satisfactorios.

Bajo una estimación preliminar, si se realizara el cambio de luminarias por unas de potencia similar a las utilizadas en las simulaciones, podría llegar a ahorrarse hasta un 37,53% en la energía eléctrica consumida.

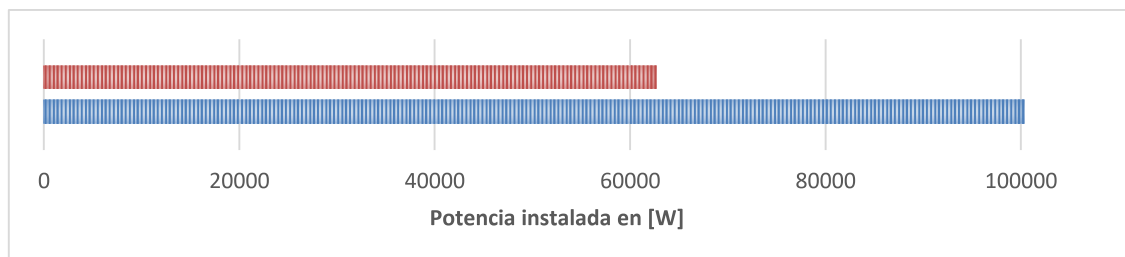


Fig. 100 Comparativa entre potencias instaladas

Esta estimación surge de realizar una comparación entre la potencia instalada con las luminarias actuales en el predio (información suministrada por la administración del túnel) y la potencia de las luminarias utilizadas para las simulaciones suponiendo un cambio directo. En las zonas de espacios verdes se considera el cambio directo por las luminarias tipo 1 presentadas en el punto 4 del presente informe.

Por otro lado, considerando las distintas alternativas de luminarias ofrecidas por el mercado argentino, se observa que, en su mayoría, éstas cuentan con la posibilidad de incorporar telegestión y son del tipo *plug and play* (de fácil implementación). A su vez, tiene grandes ventajas asociadas, como ser, una gestión eficiente, reporte de informes de fallas y permiten una mejor planificación de reparación/mantenimiento. La implementación de esta tecnología brinda datos precisos para tomar decisiones en base a información concreta y, además, brinda una fácil adaptación del sistema de iluminación para distintos eventos/circunstancias. Por otro lado, varias alternativas existentes en el mercado están preparadas para un fácil conexionado con



**Centro de I+D en Ingeniería
Eléctrica y Sistemas Energéticos**

**ÁREA PROYECTOS
ESPECIALES**

UTN * SANTA FE

INFORME N°: 2022-12-01

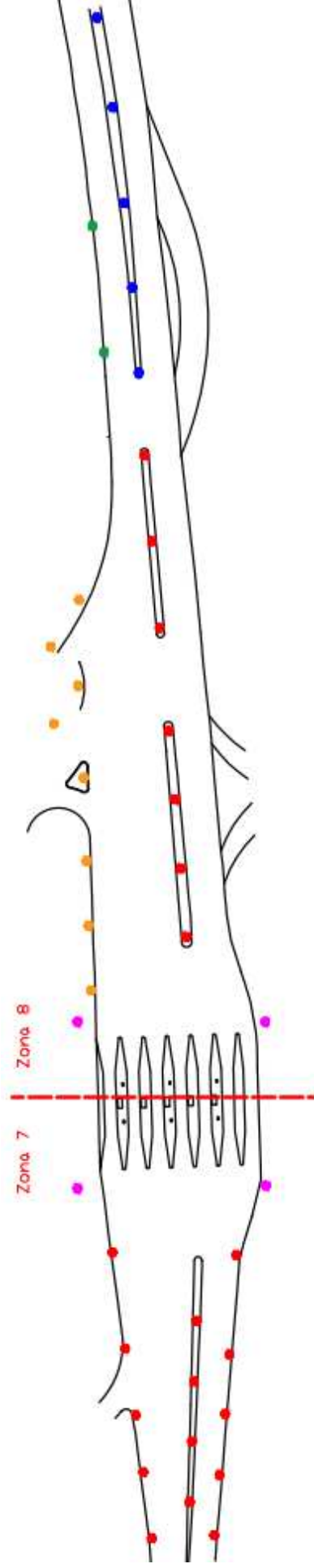
Reemplazo LED de la iluminación externa correspondiente al predio del Ente Interprovincial Túnel Subfluvial Raúl Uranga - Carlos Sylvestre Begnis (EITS).

dispositivos IoT, lo que permitiría maximizar el ahorro de energía y minimizar el impacto ecológico.



7. ANEXO A

7.1. Croquis lado Paraná



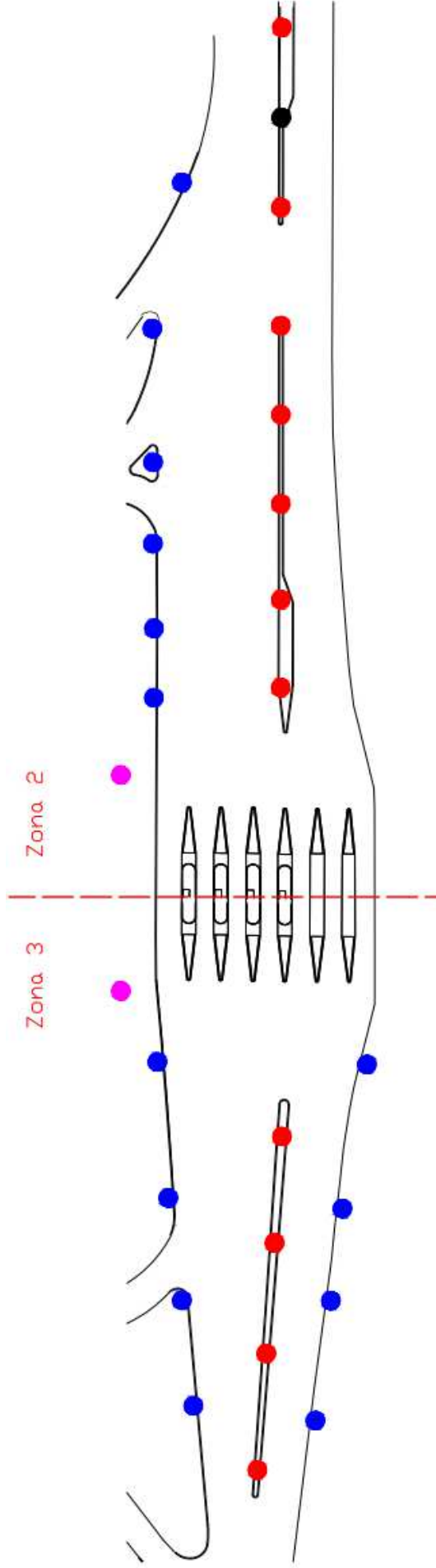
Referencias:

- Zona 7:
- Luminaria N°1
 - Luminaria N°2
 - Luminaria N°3
 - Luminaria N°4
- Zona 8:
- Luminaria N°1
 - Luminaria N°2
 - Luminaria N°3
 - Luminaria N°4

En ambas zonas aparecen luminarias ● las cuales no están presentes en el relevamiento por el hecho de que no son luminarias de calles, estas son torres de 12 metros aproximadamente con 3 reflectores cada una, para iluminar los accesos al peaje. Estas luminarias son tenidas en cuenta a la hora de realizar las simulaciones.

NOTA: Las luminarias indicadas anteriormente corresponden a los tipos de luminarias especificadas en el relevamiento de cada zona.

7.2. Croquis lado Santa Fe



Referencias:

- | | | | |
|---------|---------------|---------|--|
| Zona 2: | Luminaria N°1 | Zona 3: | En ambas zonas aparecen luminarias |
| | Luminaria N°2 | | presentes en el relevamiento por el hecho de que no son luminarias de |
| | | | calle, estas son torres de 12 metros aproximadamente con 3 reflectores |
| | | | cada una, para iluminar los accesos al peaje. Estas luminarias son tenidas |
| | | | en cuenta a la hora de realizar las simulaciones. |

NOTA: Las luminarias indicadas anteriormente corresponden a los tipos de luminarias especificadas en el relevamiento de cada zona.