



# Autostrada dei Fiori

Tronco A10: Savona - Ventimiglia (confine francese)

## NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE

CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD  
Progr. Km 47+545

### PROGETTO DEFINITIVO

### IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Relazione di calcolo illuminotecnico

<b>PROGETTISTA</b>	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE ATTIVITÀ SPECIALISTICHE</b>	<b>IMPRESA</b>	<b>COMMITTENTE</b>
Dott. Ing. Ivano BARILLI Ordine degli Ingegneri Provincia di VCO n° 122	Dott. Ing. Enrico GHISLANDI Ordine degli Ingegneri Provincia di Milano n° 16993		Autostrada dei Fiori S.p.A. Via della Repubblica, 46 18100 Imperia (IM)
			

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.	RIESAME	DATA	SCALA
							Febbraio 2020	-
							<b>N. Progr.</b>	
B	Febbraio 2020	REVISIONE PER AFFINAMENTO PROGETTUALE	SINA	DT/IMP	DT	DT		
A	Gennaio 2020	PRIMA EMISSIONE	SINA	DT/IMP	DT	DT		

<b>CODIFICA</b>	PROGETTO	LIV	TRONCO	DOCUMENTO	REV	<b>WBS</b>
	P280	D	A10	IMP RC 004	B	A10IBT0001
						<b>CUP</b>
						I44E14000810005

<b>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>	<b>VISTO DELLA COMMITTENTE</b>





**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO**



**Autostrada dei Fiori S.p.a.  
Tronco A10: Savona - Ventimiglia (confine francese)**

**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE  
DI VADO LIGURE  
CARREGGIATA SUD / CARREGGIATA NORD  
Progr. Km 47+545**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>ELENCO DELLE AREE DI PROGETTO (O STUDIO)</b>	<b>6</b>
3.1.	CALCOLI IN LUMINANZA	6
3.2.	CALCOLI IN ILLUMINAMENTO	6
<b>4.</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>7</b>
4.1.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	7
<b>5.</b>	<b>ILLUMINAZIONE DELLE RAMPE</b>	<b>9</b>
5.1.	DATI TECNICI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO	9
5.2.	DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI	9
5.2.1.	DEFINIZIONI	9
5.2.2.	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO	10
5.2.3.	ANALISI DEI RISCHI - VALUTAZIONE DEI PARAMETRI DI INFLUENZA	11
5.2.4.	ADEGUAMENTO DELL'ILLUMINAZIONE TRA ZONE ILLUMINATE E ZONE BUIE	12
5.2.5.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO E DEL MANTO STRADALE	13
5.2.6.	CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE DEGLI APPARECCHI PER LE RAMPE	13
<b>6.</b>	<b>ILLUMINAZIONE DEI PIAZZALI DI ESAZIONE</b>	<b>15</b>
6.1.	ANALISI DEL RISCHIO	15
6.2.	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO SUI PIAZZALI DI ESAZIONE	16
6.3.	CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE DEGLI APPARECCHI PER I PIAZZALI	16
<b>7.</b>	<b>ILLUMINAZIONE DEI VARCHI</b>	<b>17</b>
<b>8.</b>	<b>ILLUMINAZIONE DEL PIAZZALE DI SOSTA</b>	<b>19</b>
<b>9.</b>	<b>ILLUMINAZIONE DEI SOTTOPASSI</b>	<b>20</b>
9.1.	SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A10	20
9.2.	SOTTOPASSO STRADA PER BOSSARINO	21
<b>10.</b>	<b>FATTORE DI MANUTENZIONE</b>	<b>22</b>
<b>11.</b>	<b>APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI</b>	<b>23</b>
11.1.	APPARECCHI ILLUMINANTI PER RAMPE E PIAZZALI	23
11.2.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DA PARETE (PROIETTORI)	24



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO**



11.3.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DA INCASSO (PENSILINE)	25
<b>12.</b>	<b>CALCOLI ILLUMINOTECNICI</b>	<b>26</b>
<b>13.</b>	<b>VERIFICA DEL RISPETTO DELLE L.R. LIGURIA</b>	<b>27</b>
<b>14.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>28</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto illuminotecnico definitivo del Nuovo Svincolo di VADO LIGURE dell'Autostrada A10

- Il documento intende evidenziare i seguenti contenuti:
- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento illuminotecnico degli impianti
- i dati tecnici di ingresso per il progetto
- la procedura di calcolo seguita
- risultati dei calcoli

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada. Il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli è costituito dalla percezione di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico esistenti e, in tempo utile, decidere ed effettuare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Le soluzioni progettuali adottate inoltre tengono in considerazione l'esigenza di contenere i consumi energetici, gli oneri di manutenzione e l'inquinamento luminoso verso l'alto.

La presente relazione riguarda unicamente il progetto illuminotecnico; linee elettriche, quadri e sostegni sono esclusi dal presente lavoro.

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto esecutivo degli impianti di illuminazione.

### Leggi e Decreti

- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – “Nuovo Codice della Strada”, D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, “Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada” e s.m.i.
- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Legge Regionale (L.R.) Liguria n.22 del 29/05/2007 – “Norme in materia di energia”
- Regolamento regionale n° 5 del 15 settembre 2009 “Contenimento del risparmio energetico e dell’inquinamento luminoso”
- D.M. del 27/09/2017 – “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

### Norme UNI

- Norma UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI EN13201-2:2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
- Norma UNI EN13201-3:2016 - Illuminazione stradale parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Norma UNI EN 12464-2 - Illuminazione dei posti di lavoro in esterno
- Norma UNI 10819 – Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI EN 12665:2011 Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici

### **3. ELENCO DELLE AREE DI PROGETTO (O STUDIO)**

Nel contesto del presente progetto le aree da illuminare sono state suddivise in base alla loro tipologia ed ai risultati illuminotecnici prescritti dalla normativa in essere: luminanza oppure illuminamento.

#### **3.1. CALCOLI IN LUMINANZA**

Rampe a senso unico di marcia

Rampe a doppio senso di marcia

#### **3.2. CALCOLI IN ILLUMINAMENTO**

Piazzali di pedaggio

Piazzale di sosta

Pensilina – Tratto cabine

Pensilina – Tratto controlli

Sottopassi

Le caratteristiche di qualità dei diversi impianti sono definite dalle relative norme.

## 4. GENERALITA'

Lo sviluppo del progetto è stato eseguito facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

Ubicazione:	Comune di: Vado Ligure (SV - Liguria)
Altitudine:	< 500 m s.l.m.
Destinazione ambienti:	opere all'aperto
Temperature e umidità di riferimento:	T invernale: -2 °C UR invernale: 90 % T estiva: 28 °C UR estiva: 58 %
Classificazione strade (D.M.5/11/2001-UNI 11248):	Tipo A (autostrada) Tipo F2 (locale extraurbana per i collegamenti alla viabilità esistente)

### 4.1. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

L'altezza dei sostegni varia in funzione della dimensione trasversale delle superfici da illuminare, non superando comunque i 12,5 m dal piano viario. Il loro posizionamento è stato definito sulla base delle imposizioni di sicurezza richieste dalla presenza di barriere di sicurezza, dei cordoli di delimitazione delle superfici di transito, delle linee aeree di media ed alta tensione (laddove realmente vincolanti) e dei vincoli di gasdotti.

L'interdistanza dei centri luminosi è funzione della loro altezza. Viene comunque rispettato, laddove consentito dai requisiti di sicurezza ai quali si è dato ovviamente priorità, il rapporto 3,7 tra interdistanza ed altezza fissato dalla L. R. in materia di risparmi energetici.

L'arretramento dell'asse pali dal bordo delle barriere di sicurezza è stato fissato in 2 m, indipendentemente dal tipo di barriera presente. In alcuni casi questa assunzione ha richiesto l'utilizzo di sbracci terminali, come precisato in planimetria, e conseguentemente l'impiego di apparecchi di illuminazione del tipo a sbraccio piuttosto che apparecchi per montaggio a testa palo.

Nei tratti di superfici in curva si conviene che l'interdistanza dei sostegni sia misurata lungo la linea bianca continua di delimitazione della carreggiata, più vicina alla palificazione. L'orientamento azimutale degli apparecchi di illuminazione è stabilito perpendicolare alla suddetta linea bianca nel punto di localizzazione del sostegno.

Per i risultati in illuminamento le superfici di calcolo, rappresentative dei relativi tratti illuminati, sono schematizzate da rettangoli, riportati in planimetria. Su ciascun rettangolo (campo di calcolo) sono indicati i punti di calcolo, centrati sulle relative superfici: ciascun punto corrisponde ad un valore calcolato riportato negli allegati di calcolo.

Nel caso di zone di calcolo (o studio) non rettangolari dal reticolo di calcolo sono eliminati i punti da non considerare.

Come prescritto dalla norma UNI 12464-2, i punti di calcolo sono ai vertici di un quadrato di lato massimo definito dalla formula:

$$p = 0,2 * 5^{\log(d)} \quad (\text{dove } (d) \text{ è la dimensione massima del campo di calcolo in m})$$

Ciascun campo di calcolo riporta in basso a sinistra un sistema di assi coordinati XY atti a definire l'orientamento azimutale degli apparecchi di illuminazione che possono aver influenza sul reticolo di calcolo.

I punti di calcolo si trovano al suolo, su di un piano orizzontale, definito dall'altezza di calcolo dal centro focale dell'apparecchio di illuminazione.

Nel caso dei rami di svincolo (calcoli in luminanza) il campo di calcolo, rappresentativo dell'intero ramo, è definito dalla larghezza della carreggiata e dall'interdistanza dei centri luminosi. Sul campo di calcolo il reticolo di calcolo conta trasversalmente 3 punti per ogni corsia e longitudinalmente un numero di punti tale da contenere la distanza tra 2 punti minore o uguale a 3 m, con un minimo di 10 punti. Come per gli illuminamenti il piano di calcolo s'intende orizzontale al suolo.

Nel caso di zone di calcolo non rettangolari dal reticolo di calcolo sono eliminati i punti da non considerare.

## 5. ILLUMINAZIONE DELLE RAMPE

### 5.1. DATI TECNICI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO

Costituiscono oggetto del presente paragrafo i dati di progetto derivanti da vincoli al contorno non aventi carattere illuminotecnico.

Nel caso specifico rientra in tale ambito la definizione della posizione dei sostegni rispetto ai limiti della carreggiata, o meglio, rispetto alle eventuali barriere di sicurezza collocate ai margini della stessa.

### 5.2. DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI

Per conoscere le altezze di installazione degli apparecchi illuminanti si faccia riferimento agli allegati di calcolo ed alle sezioni dei manufatti.

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla norma nazionale UNI 11248 – “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche” ed alla UNI EN 13201-2 – “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”.

Nelle suddette norme sono riportate le modalità di classificazione dei tratti di strada da illuminare nonché i requisiti illuminotecnici per la progettazione, la verifica e la manutenzione dell’impianto di illuminazione. Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità longitudinale e generale di luminanza, limitazione dell’abbagliamento ed illuminazione dei bordi della carreggiata. Essi sono dati in funzione della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, la quale risulta a sua volta definita in relazione alla classificazione della strada sulla base sia del “Nuovo codice della strada” sia di altri parametri di influenza.

#### 5.2.1. Definizioni

Si riportano nel seguito alcune definizioni tratte dalla Norma UNI 11248:

- carreggiata: Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia e, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.
- categoria illuminotecnica: categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l’illuminazione di una data zona di studio.
- categoria illuminotecnica di ingresso: categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
- categoria illuminotecnica di progetto: categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base al valore dei parametri di influenza considerati nell’analisi del rischio.
- complessità del campo visivo: parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell’utente della strada, indica quanto l’utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito. La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell’ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell’occhio. Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti

sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta a lato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente.

- parametro di influenza: Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi.
- segnale cospicuo: segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e che pertanto sono facilmente individuati dagli stessi e correttamente interpretati.
- zona di conflitto: zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- zona di studio: Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

### 5.2.2. Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso

La norma UNI 11248 considera diversi tipi di strada, suddivisi secondo classi da A a F, a ciascuno dei quali viene attribuita una "Categoria illuminotecnica di ingresso" (vedi prospetto 1 sotto riportato).

#### Prospetto 1 Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A1	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1

	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
F bis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 5).

3) Vedere punto 6.3

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N°151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada"

In ambito autostradale la categoria di ingresso è M1.

### 5.2.3. Analisi dei rischi - Valutazione dei parametri di influenza

Nota la categoria illuminotecnica d'ingresso si deve procedere con l'analisi dei rischi che consiste nella valutazione dei parametri di influenza, costanti nel lungo periodo, di cui al prospetto 2 della UNI riportato nel seguito:

#### Prospetto 2 - Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto <sup>1) 2)</sup>	1
Segnaletica cospicua <sup>3)</sup> nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Pericolo di aggressione non segnalato	1
<sup>1)</sup> In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse <sup>2)</sup> È compito del progettista definire il limite di bassa densità <sup>3)</sup> Riferimenti in CIE 137	

Tramite la loro valutazione, si arriva all'individuazione delle "Categorie illuminotecniche di progetto" alle quali risultano associati i relativi requisiti prestazionali dell'impianto di illuminazione.

Vanno ovviamente valutati, caso per caso, i soli parametri più significativi.

Inoltre, la stessa UNI 11248, con utilizzo di apparecchi che emettano luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 (come nel caso in oggetto) e rapporto di visione scotopica/fotopica S/P  $\geq 1,10$  permette una riduzione di una categoria illuminotecnica. Nel caso specifico, per le zone di studio

individuata, si riportano nella seguente tabella i parametri di influenza ritenuti rilevanti con l'indicazione della conseguente variazione della categoria illuminotecnica di progetto:

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Utilizzo di sorgenti a luce bianca (LED)	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Pericolo di aggressione non segnalato	1

La norma UNI 11248 prescrive però che la riduzione massima non può superare le 2 categorie illuminotecniche. Pertanto la categoria illuminotecnica di progetto per le rampe dello svincolo risulta essere **la categoria M3**.

Per la categoria illuminotecnica di progetto individuata la Norma UNI EN 13201-2, riporta nel prospetto 2, i requisiti prestazionali minimi richiesti all'impianto di illuminazione nel caso di pavimentazione asciutta:

- Luminanza minima mantenuta  $L_m 1 \text{ cd/m}^2$
- Uniformità generale minima  $U_0 0,40$
- Uniformità longitudinale minima sull'asse di ogni corsia  $0,60$
- Limitazione dell'abbagliamento – massimo valore di  $f_{TI} 15\%$
- Illuminamento ai bordi della carreggiata – minimo valore di  $REI 0,30$

In fase di esercizio ed in presenza di scarso flusso di traffico (inferiore rispettivamente al 50% ed al 25% del massimo traffico previsto per la strada) la Norma UNI 11248 permette di "declassare" rispettivamente di una o due categorie il livello di progetto, mantenendo però inalterati tutti gli altri parametri di qualità.

Per questo scopo l'impianto sarà equipaggiato di adeguati sistemi di regolazione del flusso luminoso, del tipo ad onde radio, con intervento sui singoli punti luce.

I documenti di calcolo allegati illustrano i risultati raggiungibili con gli apparecchi di illuminazione previsti dal progetto.

Per tener conto delle incertezze, nell'effettuare i calcoli si è cercato di considerare un livello maggiore del 10% rispetto ai valori teorici prescritti, ma di non superare gli stessi del 20%, secondo le prescrizioni CAM.

#### **5.2.4. Adeguamento dell'illuminazione tra zone illuminate e zone buie**

La norma UNI 11248 edizione 2016 prevede che i tratti di svincolo in derivazione dalla carreggiata autostradale siano illuminati in quanto considerati zone a traffico conflittuale. La stessa norma precisa inoltre che il passaggio dalle zone buie dell'autostrada a quelle illuminate dello svincolo sia graduale al fine di permettere il progressivo adattamento visivo degli utenti dell'autostrada. Per soddisfare questa

prescrizione all'inizio della decelerazione ed alla fine della zona di accelerazione sono previsti rispettivamente 2 apparecchi con il 56% circa di potenza in meno.

#### 5.2.5. Caratteristiche dell'impianto e del manto stradale

Trascurando la loro leggera pendenza, sulle rampe di decelerazione e di accelerazione l'impianto prevede un livello di luminanza di  $1 \text{ cd/m}^2$ , corrispondenti ad un livello d'illuminamento di circa 20 lux.

I reticoli dei punti di calcolo sono centrati sul campo di calcolo, e per le luminanze l'osservatore è posto a 60 m prima del campo di calcolo, al centro di ogni corsia.

Il campo di calcolo rispecchia le 2 situazioni principali delle superfici da illuminare, vale a dire:

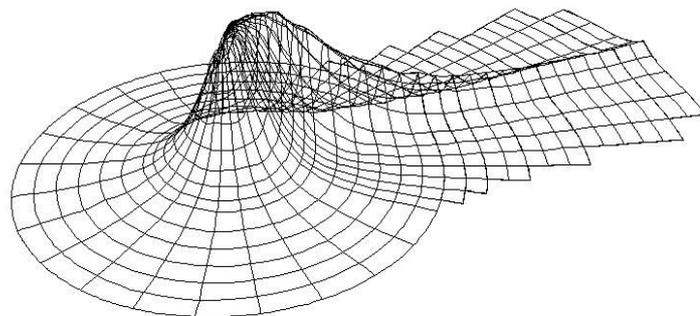
- corsia a senso unico di marcia con altezza dei centri luminosi a 8,25 m su pali a sbraccio di 1 m
- corsia a doppio senso di marcia con altezza dei centri luminosi di 10 m con montaggio a testa palo.

Per ciascun calcolo sono considerati tutti gli apparecchi che possono influire sul risultato, tenuto conto delle relative posizioni rispetto alla carreggiata.

Per queste rampe si è supposto un manto stradale (presente o futuro) del tipo auto drenante scuro, classificato come C2, con coefficiente medio di luminanza  $Q_0 = 0,06 \text{ sr/m}^2$ .

La figura seguente illustra la ripartizione tipica dei coefficienti di riflessione ridotti  $r$  del manto stradale C2:

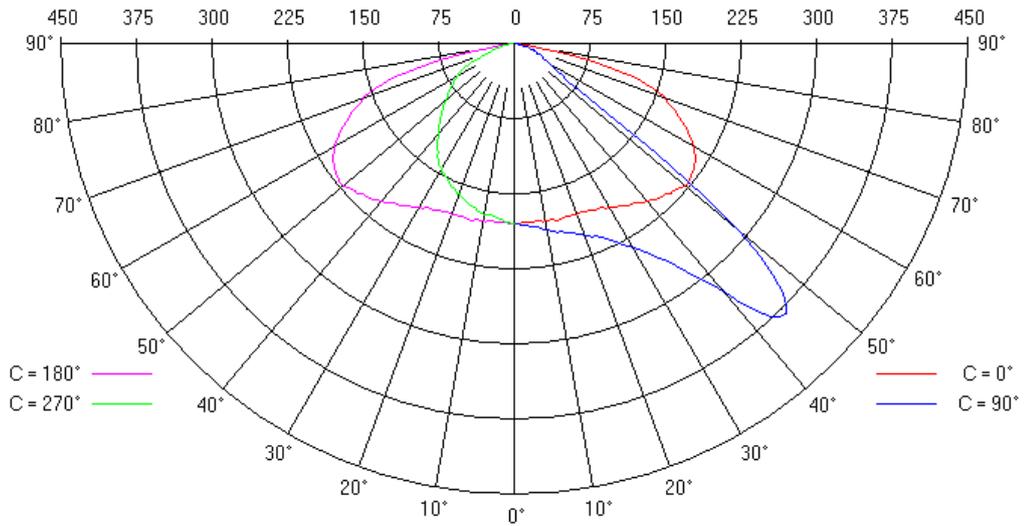
**Ripartizione tipica dei coefficienti ridotti  $r$  del manto C2**



#### 5.2.6. Caratteristiche fotometriche degli apparecchi per le rampe

Sull'intero svincolo si sono utilizzati apparecchi per illuminazione stradale, con accentuata emissione frontale, ma con emissione nulla verso l'alto.

La figura seguente rappresenta la ripartizione fotometrica tipica degli apparecchi usati nei calcoli.



Le ripartizioni fotometriche degli apparecchi di illuminazione utilizzate per i calcoli illuminotecnici sono simili a quelle normalmente riscontrabili negli apparecchi d'illuminazione di fabbricazione corrente e le loro caratteristiche sono riportate nel seguito. Resta comunque l'obbligo dell'impresa installatrice di rifare lo studio illuminotecnico con le ottiche che saranno realmente installate, e di verificare che i risultati ottenuti non siano inferiori a quelli di progetto.

## 6. ILLUMINAZIONE DEI PIAZZALI DI ESAZIONE

I piazzali di pedaggio sono stati suddivisi in 2 zone:

- Zona 1 → Parte del piazzale per chi arriva dalla viabilità ordinaria, prima delle barriere di esazione
- Zona 2 → Parte del piazzale per chi arriva dall'autostrada, dopo le barriere di esazione.

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione devono garantire sui piazzali si è fatto riferimento alla norma nazionale UNI 11248.

Data l'incertezza dei calcoli in luminanza sui piazzali o sulle strade in curva è consuetudine definire le prestazioni del progetto con calcoli in illuminamento anziché in luminanza. In questi casi per definire la categoria di ingresso la norma UNI 11248 suggerisce di fare riferimento alle categorie tipo C piuttosto che alle categorie M. Avendo supposto l'utilizzo di un manto di riferimento con un coefficiente medio di luminanza  $Q_0 = 0,06 \text{ sr/m}^2$  (vedi punto 4.2.5), alla categoria di ingresso M1 corrisponde una categoria di ingresso C1, come risulta dal prospetto 6 della norma UNI 11248 nel quale i gruppi di categorie illuminotecniche di livello luminoso comparabile sono riportate nella stessa colonna.

**Prospetto 6 Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categorie illuminotecniche comparabili						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4

Nota: Per il valore di  $Q_0$  vedere punto 12 e l'appendice B.

### 6.1. ANALISI DEL RISCHIO

Le zone 1 e 2 del piazzale di esazione sono da considerarsi a tutti gli effetti "Zone di conflitto". Per queste zone è consigliabile ridurre la categoria di ingresso di una sola unità, passando dalla categoria C1 alla categoria **di progetto C2**.

Per la categoria illuminotecnica di progetto individuata la Norma UNI EN 13201-2, riporta nel prospetto 2, i requisiti prestazionali minimi richiesti all'impianto di illuminazione nel caso di pavimentazione asciutta:

- Illuminamento orizzontale minimo mantenuto  $E_m \geq 20 \text{ lx}$
- Uniformità generale minima  $U_0 \geq 0,40$

Per la gestione dell'impianto in fase di esercizio, valgono le considerazioni del punto 4.2.3 con l'avvertenza di non ridurre i livelli al disotto del 50%.

Per la riduzione dei livelli d'illuminamento nel caso di scarso traffico l'impianto sarà equipaggiato di adeguati sistemi di regolazione del flusso luminoso, del tipo ad onde radio, con intervento sui singoli punti luce.

I documenti di calcolo allegati illustrano i risultati raggiungibili con gli apparecchi di illuminazione previsti dal progetto. Questi documenti tengono conto dell'apporto di luce derivante dall'illuminazione dei varchi.

Per tener conto delle incertezze, nell'effettuare i calcoli si è cercato di considerare un livello maggiore del 10% rispetto ai valori teorici prescritti, ma di non superare gli stessi del 20%, secondo le prescrizioni CAM.

### 6.2. CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO SUI PIAZZALI DI ESAZIONE

La larghezza delle superfici da illuminare per i 2 piazzali è contenuta: 38.7 m; la lunghezza è stata fissata in 63 m. Per un'altezza dei centri luminosi di 12 m (12,5 m con lo sbraccio) è possibile illuminare il piazzale con apparecchi ad emissione stradale, ma con elevata ripartizione lato strada.

Questa soluzione evita l'uso di torrifaro, con costi di primo impianto più contenuti, miglior resa dell'impianto e minor impatto ambientale.

Per ciascuna zona sono previsti 4 apparecchi stradali, disposti 2 a 2 su ciascun lato dei piazzali ed orientati perpendicolarmente al senso di marcia. La loro posizione evita interferenze sia con le linee elettriche aeree, sia con le condutture sotterranee dei gasdotti presenti.

I calcoli allegati illustrano i risultati illuminotecnici sui 234 punti del reticolo di calcolo, ciascuno situato ai vertici di un quadrato di lato:

$$d \leq 0,2 * 5^{\log(63)} \leq 3,62$$

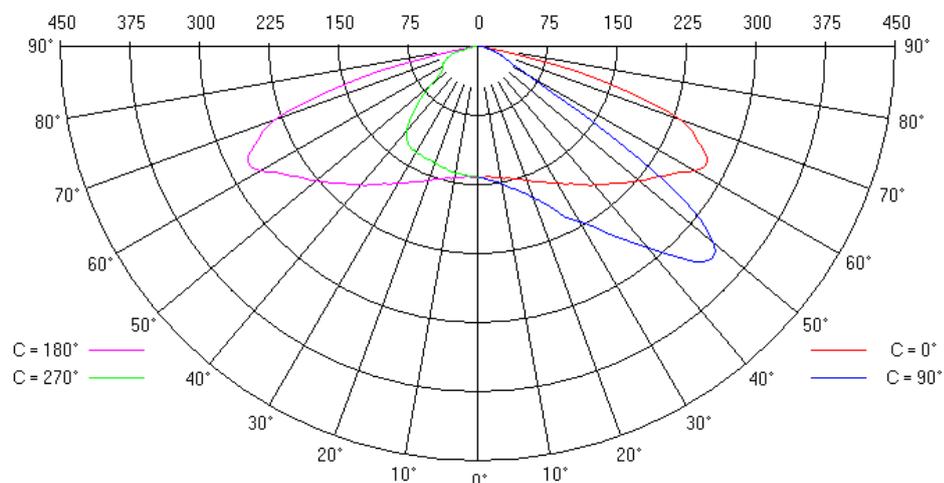
arrotondato a 3 m.

Per ciascun calcolo sono considerati tutti gli apparecchi che possono influire sul risultato, tenuto conto del loro effettivo orientamento e delle relative posizioni rispetto alla carreggiata.

### 6.3. CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE DEGLI APPARECCHI PER I PIAZZALI

Su entrambe le zone del piazzale si sono utilizzati apparecchi per illuminazione stradale, con accentuata emissione frontale, ma con emissione nulla verso l'alto.

La figura seguente rappresenta la ripartizione fotometrica tipica degli apparecchi usati nei calcoli.



## 7. ILLUMINAZIONE DEI VARCHI

Conformemente allo standard in uso per l'illuminazione dei varchi di pedaggio presso il tronco A10 dell'Autostrada dei Fiori, l'illuminazione dei varchi è realizzata dalla pensilina con apparecchi ad incasso e sorgenti a LED con temperatura dal colore di 4000°K.

Il tratto di varco coperto dalla pensilina è stato suddiviso in 2 zone, speculari rispetto all'asse maggiore della pensilina, e questa suddivisione è stata adottata sia per i varchi normali (larghezza 3,3 m), sia per i varchi adibiti al passaggio di carichi eccezionali (larghezza 5 m).

Per la zona dei box, supposta di lunghezza 6 m (calcolo su 3 m grazie alle simmetrie), è stato scelto un livello di 180 lx al suolo per un'altezza di calcolo di 5,5 m; per le zone prima e dopo i box il livello decresce, mantenendo però una media superiore ai 130 lx.

I livelli suddetti sono in linea con il rigo 5 del prospetto 5.6 della norma UNI 12464 -2 – "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno", relativi all'illuminazione di lettura delle pompe di distribuzione dei carburanti che fissa come illuminamento minimo medio 150 lx con un'uniformità generale maggiore dello 0,40.

Gli illuminamenti suddetti tengono conto dei soli apparecchi montati sopra il singolo varco, escludendo l'apporto degli apparecchi dei varchi adiacenti che in caso di necessità possono essere spenti. In particolare sarà possibile ridurre il livello sui varchi ad esazione tramite TELEPASS.

Rispetto alla soluzione standard è stata introdotta la seguente variante al fine di migliorare l'illuminamento verticale sulla parete dei box rivolta verso i conducenti:

- tutti gli apparecchi della fila di sinistra dirigono la luce del semipiano a 90° sulla parete di destra e viceversa quelli della fila di destra puntano a sinistra. Questo accorgimento è schematizzato sulla sezione longitudinale della pensilina.

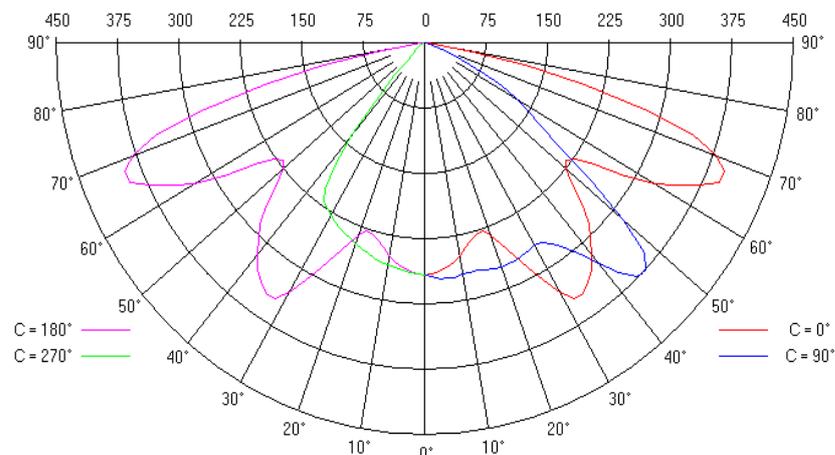
Il reticolo di calcolo è stato definito con un quadrato di lato:

$$p \leq 0,2 * 5^{\log(3,3)} \leq 0,461 \text{ arrotondato a } 0,4 \text{ per il varco di } 3,3 \text{ m}$$

$$p \leq 0,2 * 5^{\log(5)} \leq 0,616 \text{ arrotondato a } 0,6 \text{ per il varco di } 5 \text{ m}$$

I risultati illuminotecnici sono compendati nei relativi allegati.

La figura seguente rappresenta la ripartizione fotometrica tipica degli apparecchi usati nei calcoli.





**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO**



Per la riduzione dei livelli d'illuminamento nel caso di scarso traffico l'impianto sarà equipaggiato di adeguati sistemi di regolazione del flusso luminoso, del tipo ad onde radio, con intervento sui singoli punti luce.

## 8. ILLUMINAZIONE DEL PIAZZALE DI SOSTA

Nell'ambito degli interventi per la realizzazione del nuovo svincolo di Vado Ligure, è previsto il rifacimento e l'illuminazione di un piazzale di sosta per auto e mezzi pesanti.

Per quest'area occorre far riferimento alla norma UNI 12464 -2 – "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno" ed in particolare ai valori di cui al punto 5.9.2 del prospetto 5.9.

### Prospetto 5.9 . Aree di parcheggio

N° riferimento	Tipo di zona, compito o attività	$E_m$ lx	$U_0$ -	$R_{GL}$ -	$R_a$ -
5.9.1	Traffico leggero, per es. aree di parcheggio di negozi, villette a schiera e condomini; parchi ciclistici	5	0,25	55	20
5.9.2	Traffico medio, per es. aree di parcheggio di supermercati, uffici, impianti industriali, complessi di edifici sportivi e polivalenti	10	0,25	50	20
5.9.3	Traffico intenso, per es. aree di parcheggio dei principali centri commerciali, dei principali complessi di edifici sportivi e polivalenti	20	0,25	50	20

Nel prospetto 5.9 sono riportati i requisiti illuminotecnici per la progettazione di un impianto di illuminazione asservito ad aree parcheggio. Tali requisiti sono espressi in termini di livello di illuminamento medio, di uniformità generale, di limitazione dell'abbagliamento e di resa dei colori.

Trascurando i 2 ultimi indici grazie all'uso di apparecchi a ripartizione fotometrica stradale equipaggiati con sorgenti a led con temperatura dal colore di 3000°K (Luce bianca calda), ne consegue che i requisiti illuminotecnici richiesti per il piazzale di sosta sono i seguenti:

PARAMETRO	REQUISITI MINIMI
Valore minimo illuminamento medio (lux)	$\geq 10$
Uniformità generale minima ( $U_0 = E_{min}/E_{med}$ )	$\geq 0,25$

Trattandosi di un livello di illuminamento alquanto basso, in fase di esercizio non si ritiene necessaria un'ulteriore riduzione di livello in caso di scarsa frequentazione del parcheggio.

Gli allegati di calcolo illustrano i risultati raggiungibili.

Tenuto conto del contributo all'illuminazione del parcheggio di alcuni apparecchi della rampa a servizio dello stesso e della pendenza incerta della suddetta rampa, alcuni valori, calcolati per superfici in piano, potrebbero differire leggermente, senza però inficiare la qualità dell'impianto.

## 9. ILLUMINAZIONE DEI SOTTOPASSI

L'illuminazione dei sottopassi riguarda quei tratti di rampa ove gli apparecchi dell'illuminazione corrente non sono in grado di illuminare l'intera carreggiata a causa delle ombre proiettate sulla strada dalla struttura del viadotto sovrastante.

Nell'ambito dell'intervento questa situazione si presenta in 2 casi:

- il sottopasso dell'autostrada A10
- il sottopasso della strada per Bossarino.

Altri sottopassi pur facenti parte dell'intervento non richiedono ulteriori apparecchi.

### 9.1. SOTTOPASSO DELL'AUTOSTRADA A10

Malgrado le maggiori dimensioni della sezione del sottopasso, la superficie di carreggiata può essere schematizzata con un rettangolo di 40x10,5 m<sup>2</sup>.

La soluzione illuminotecnica prospettata consiste nell'integrare la luce degli apparecchi stradali previsti prima e dopo il manufatto con proiettori montati sulle pareti del sottopasso, ad un'altezza di 5 m. Tenuto conto dell'incertezza sulla quantità di flusso luminoso proveniente dagli apparecchi esterni, ma intercettato dagli elementi strutturali del viadotto, il livello medio di illuminamento è stato aumentato rispetto al valore teorico di 20 lx.

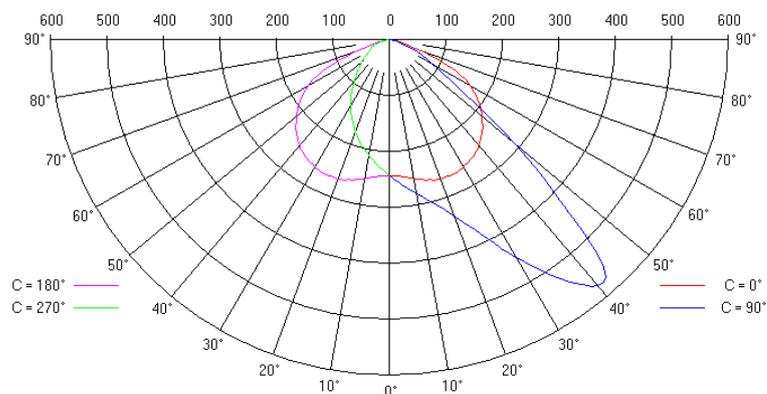
Come risulta dalla planimetria generale, il campo di calcolo del sottopasso risulta disassato rispetto alla posizione dei proiettori. Questo comporta un diverso angolo di puntamento dei proiettori di destra rispetto a quelli di sinistra.

Il reticolo dei punti di calcolo è costituito da un quadrato di lato:

$$p \leq 0,2 * 5^{\log(40)} \leq 2.635 \text{ arrotondato a } 2,5 \text{ m}$$

I proiettori, provvisti di opportuna staffa di regolazione, saranno installati a canalina porta cavi o fissati a staffa murale qualora la loro alimentazione elettrica risulti intubata.

La ripartizione fotometrica nei 4 semipiani principali per il sottopasso dell'A 10 figura dal diagramma polare qui riportato:





## **9.2. SOTTOPASSO STRADA PER BOSSARINO**

Trattasi di un sottopasso di dimensioni modeste, non più lungo di 12 m in cui gli apparecchi esterni contribuiscono prevalentemente alla sua illuminazione.

In questo caso il campo di calcolo è stato assimilato ad un tratto di anello circolare per tener conto della curvatura della rampa.

Il reticolo dei punti di calcolo è angolare, con una distanza massima sull'arco esterno minore di 3 m.

La sua posizione di montaggio è all'inizio del sottopasso, sul lato destro per chi percorre la rampa in direzione di Ventimiglia, ancorato alla struttura del cavalcavia, ad un'altezza di circa 12 m dal piano stradale (v. planimetria generale).

L'apparecchio è lo stesso usato per le rampe a senso unico di marcia, al quale si rimanda per le caratteristiche tecnico-fotometriche

## 10.FATTORE DI MANUTENZIONE

Nelle valutazioni illuminotecniche riportate in allegato 2 è stato assunto un fattore di manutenzione  $K_m=0,8$ .

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003 il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

- $K_{LMF}$ : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Nel caso di cui trattasi si assume  $K_{LMF} = 0,9$  in quanto si fa riferimento al parametro L90 ovvero si ipotizza di sostituire i led quando questi perdono il 10% del flusso iniziale
- $K_{LSF}$ : fattore che considera il numero di apparecchi fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume  $K_{LSF}=1$  ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio vengano prontamente sostituite "su guasto". Il guasto dei moduli LED risulta peraltro segnalato dal sistema di gestione
- $K_{MF}$ : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume  $K_{MF} =0,89$  in quanto gli apparecchi d'illuminazione utilizzati hanno grado di ermeticità  $IP>6X$ , si ipotizza un intervento con pulizia dei vetri ogni 2 anni e si considera "medio" il livello di inquinamento.

Pertanto il coefficiente  $K_m$ , sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, vale:

$$K_m = K_{LMF} \cdot K_{LSF} \cdot K_{MF} = 0,9 \cdot 1 \cdot 0,89 \approx 0,8$$

## 11. APPARECCHI ILLUMINANTI UTILIZZATI

### 11.1. APPARECCHI ILLUMINANTI PER RAMPE E PIAZZALI

Per l'illuminazione delle rampe e dei piazzali sono previsti apparecchi stradali con sorgenti LED, corpo in pressofusione di alluminio e vetro piano di chiusura.

La dissipazione del calore sarà gestita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua, è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

Altre caratteristiche degli apparecchi illuminanti si possono così riassumere:

- durata LED (L90B10): > 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente
- grado di protezione: IP66
- resistenza agli urti: IK09
- classe di isolamento: II
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 3.000°K
- corrente di pilotaggio nominale: variabile (vedi tabella in planimetria)
- potenza assorbita: variabile (vedi tabella in planimetria)
- flusso emesso: variabile (vedi allegati di calcolo e planimetria)
- ottica: stradale con elevata emissione frontale
- fattore di potenza:  $\geq 0,9$
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: variabile (comunque inferiore a 0,2 mq)
- peso: variabile da 11 kg a 18 kg circa
- predisposizione per montaggio indifferente su palo con sbraccio o testa palo
- temperatura di funzionamento da -40°C a +50°C.
- SPD integrato, tipo II, per sovratensioni di modo comune fino a 10 kV
- modulo di gestione / controllo a onde radio
- alimentazione da 220÷240V ac a 50Hz
- conforme a EN60598-1; EN 60598-2-3.

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

I sostegni installati sulle rampe a senso unico di marcia hanno sbraccio di lunghezza pari ad 1 m ed alzata di 0,25 m; quelli installati sui piazzali hanno sbraccio di 2 m ed alzata di circa 0,5 m.

Gli apparecchi saranno installati con inclinazione di 0° (vetro piano orizzontale), ed orientati perpendicolarmente alla linea di demarcazione della carreggiata più vicina ai sostegni. Rispetto ai campi di calcolo l'orientamento azimutale è riportato sugli elaborati illuminotecnici.

Lo stesso apparecchio delle rampe a senso unico di marcia è installato nel sottopasso della strada per Bossarino.

### **11.2. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DA PARETE (PROIETTORI)**

Per l'illuminazione del sottopasso all'A 10 sono previsti apparecchi a forte ripartizione frontale (proiettori), posti ad un'altezza di 5 m e dotati di sorgenti a LED.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua, è gestita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

Altre caratteristiche degli apparecchi illuminanti si possono così riassumere:

- durata LED (L90B10): > 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente
- grado di protezione: IP66
- resistenza agli urti: IK08
- classe di isolamento: II
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- corrente di pilotaggio nominale: 350 mA
- potenza assorbita a 500mA: circa 36 W
- flusso emesso a 500mA:  $\geq 5.856$  lm
- efficienza luminosa apparecchio a 350mA:  $\geq 142$  lm/W
- ottica: per proiezione diffusa
- fattore di potenza:  $\geq 0,9$
- peso 5.3 kg
- predisposizione con staffa di regolazione
- temperatura di funzionamento da -20°C a +50°C.
- SPD integrato, tipo II, per sovratensioni di modo comune fino a 10 kV
- modulo di gestione /controllo a onde radio
- alimentazione da 230V ac a 50Hz
- conforme a EN60598-1; EN 60598-2-3.

La posizione dei punti luce, nel sottopasso è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Gli apparecchi saranno installati all'interno del sottopasso, a 5 m di altezza, contro e parallelamente alla parete ed orientati come indicato sulle tavole grafiche.

### **11.3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE DA INCASSO (PENSILINE)**

Per l'illuminazione dei varchi sono previsti apparecchi da incasso, ad un'altezza di 5,5 m, dotati di sorgenti a LED.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua, è gestita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

Altre caratteristiche degli apparecchi illuminanti si possono così riassumere:

- durata LED (L90B10): > 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente
- grado di protezione: IP66
- classe di isolamento: II
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- corrente di pilotaggio nominale: 525/700 mA
- potenza assorbita a 525/700mA:  $\leq 13,5/20$  W
- flusso emesso sorgente dal singolo modulo LED a 525/700mA:  $\geq 1.560/2000$  lm
- efficienza luminosa apparecchio a 525/700mA:  $\geq 115/100$  lm/W
- ottica: stradale con elevata emissione frontale
- predisposizione per montaggio ad incasso su telaio
- temperatura di funzionamento da -20°C a +50°C.
- modulo di gestione /controllo a onde radio
- alimentazione da 220÷240V ac a 50Hz
- conforme a EN60598-1; EN 60598-2-3.

La posizione dei punti luce sopra i varchi è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Gli apparecchi sono installati con vetro orizzontale in doppia fila sopra i varchi di 3,3 m ed in triplice fila sopra i varchi di 5 m. L'orientamento del semipiano di 90° per ogni fila è rivolto verso il centro del varco; ogni apparecchio illumina longitudinalmente il percorso e, dalla fila opposta, verticalmente le pareti dei box rivolte verso il varco.

## 12.CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati effettuati con software dedicato.

Il programma esegue le verifiche illuminotecniche secondo le indicazioni fornite dalla Norma UNI EN 13201-3.

I risultati dei calcoli, in termini di distribuzione dei valori puntuali di illuminamento sono raccolti nei relativi elaborati.

Nella tabella che segue si evidenzia la sintesi dei principali risultati ottenuti dai calcoli illuminotecnici eseguiti in luminanza:

ZONA DI STUDIO	Luminanza media (cd/m <sup>2</sup> )		Uniformità longitudinale		Uniformità generale	
	Valore minimo	Valore calcolato	Valore minimo	Valore calcolato	Valore minimo	Valore calcolato
Rampa a senso unico di marcia	1,00	1,19	0,60	0,77	0,40	0,78
Rampa a doppio senso di marcia	1,00	1,12	0,60	0,76	0,40	0,65

Nella seguente tabella si evidenzia la sintesi dei principali risultati ottenuti dai calcoli illuminotecnici eseguiti in illuminamento:

ZONA DI STUDIO	Illuminamento medio (lux)		Uniformità generale	
	Valore prescritto	Valore calcolato	Valore prescritto	Valore calcolato
Piazzale esazione – Zona 1	20	20,5	0,40	0,51
Piazzale esazione – Zona 2	20	21,5	0,40	0,41
Pensilina – Zona box – Varco 3,3 m	180	180,1	0,60	0,85
Pensilina – Zona box – Varco 5 m	180	195,6	0,60	0,81
Piazzale parcheggio	10	11,4	0,25	0,32
Sottopasso autostrada	20	25,7	0,40	0,61
Sottopasso strada per Bossarino	20	23	0,40	0,76

I calcoli fanno riferimento a specifici apparecchi illuminanti presenti in commercio al solo fine di verifica del presente progetto, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro elaborazione. Sarà onere dell'Impresa esecutrice dei lavori produrre i calcoli di verifica condotti con i dati fotometrici dello specifico apparecchio di illuminazione da essa prescelto, qualora diverso da quello assunto nel presente progetto.

### **13.VERIFICA DEL RISPETTO DELLE L.R. LIGURIA**

La progettazione degli impianti di illuminazione di cui trattasi è stata redatta in conformità alle richieste delle seguenti disposizioni regionali vigenti in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso:

- Legge Regionale della Liguria n° 22 – “Norme in materia di energia”
- Regolamento regionale n° 5 del 15 settembre 2009 “Contenimento del risparmio energetico e dell'inquinamento luminoso”

In particolare, si evidenzia che:

- sono previsti apparecchi d'illuminazione aventi, per angoli gamma  $\geq 90$  gradi, un'intensità luminosa massima compresa tra 0 e 0,49 candele (cd) per 1.000 lm di flusso emesso
- sono previsti apparecchi illuminanti equipaggiati di lampade a tecnologia LED di nuova generazione ad alta efficienza (superiore a 90 lm/W) con ottica adatta alla specifica superficie stradale da illuminare
- sono previsti sistemi in grado di ridurre, entro l'orario che sarà stabilito dal gestore (entro comunque le ore 24), l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività
- si rispettano i “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica” (CAM) di cui al D.M. del 27/09/2017, in particolari vengono rispettati i parametri IPEA\* e IPEI.



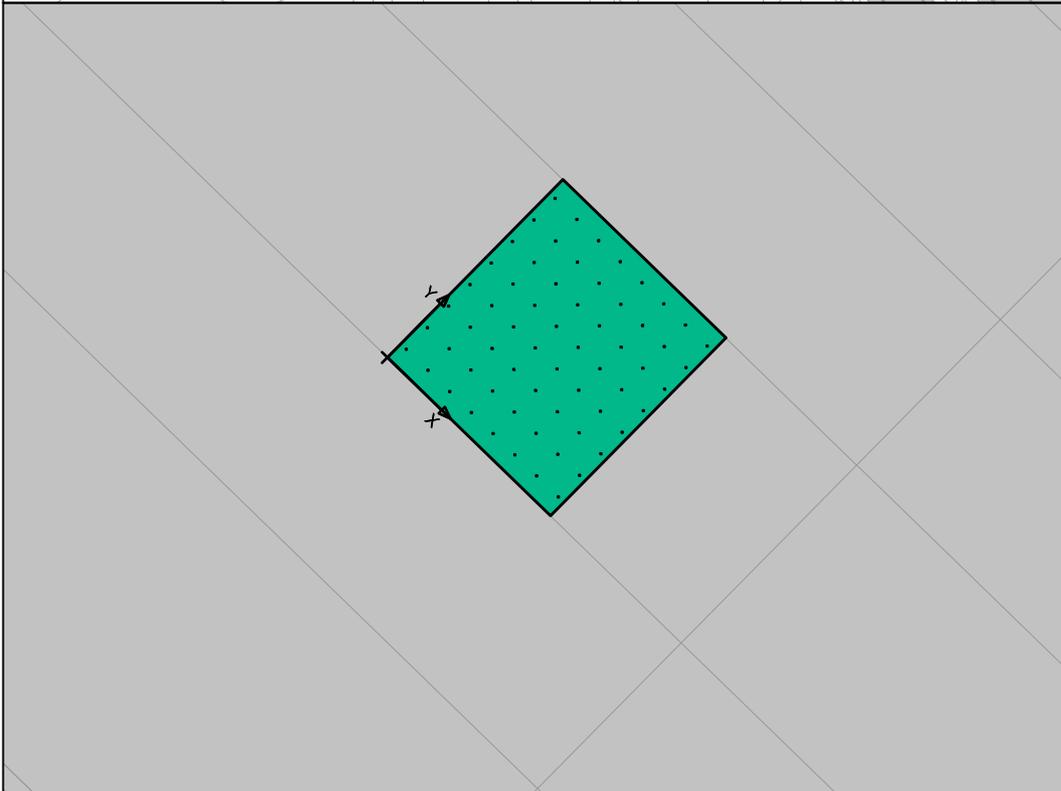
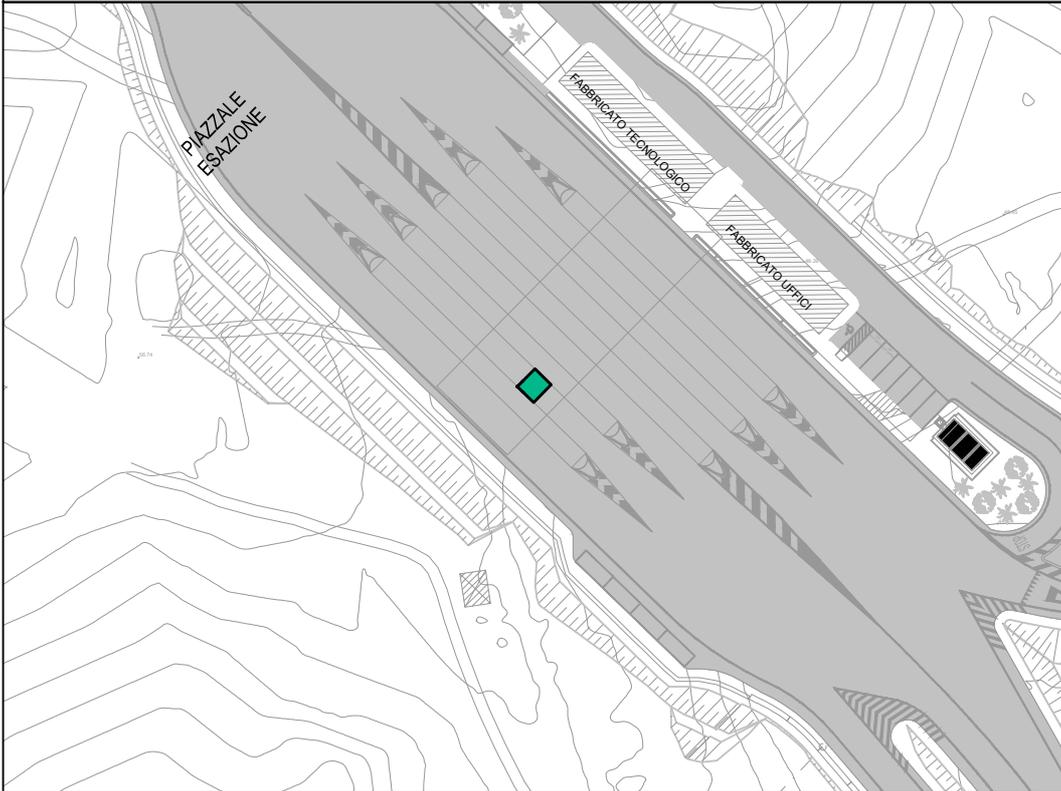
## **14.ALLEGATI**

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato 1: indicazione zone di studio
- Allegato 2: risultati dei calcoli illuminotecnici

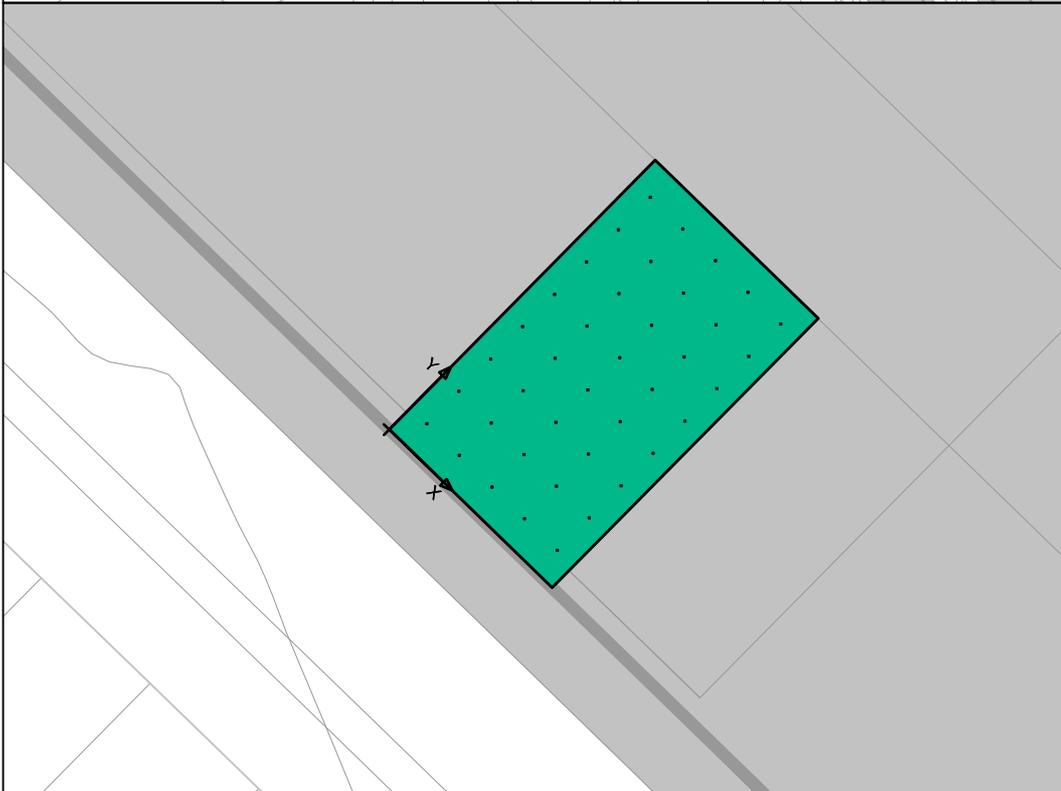
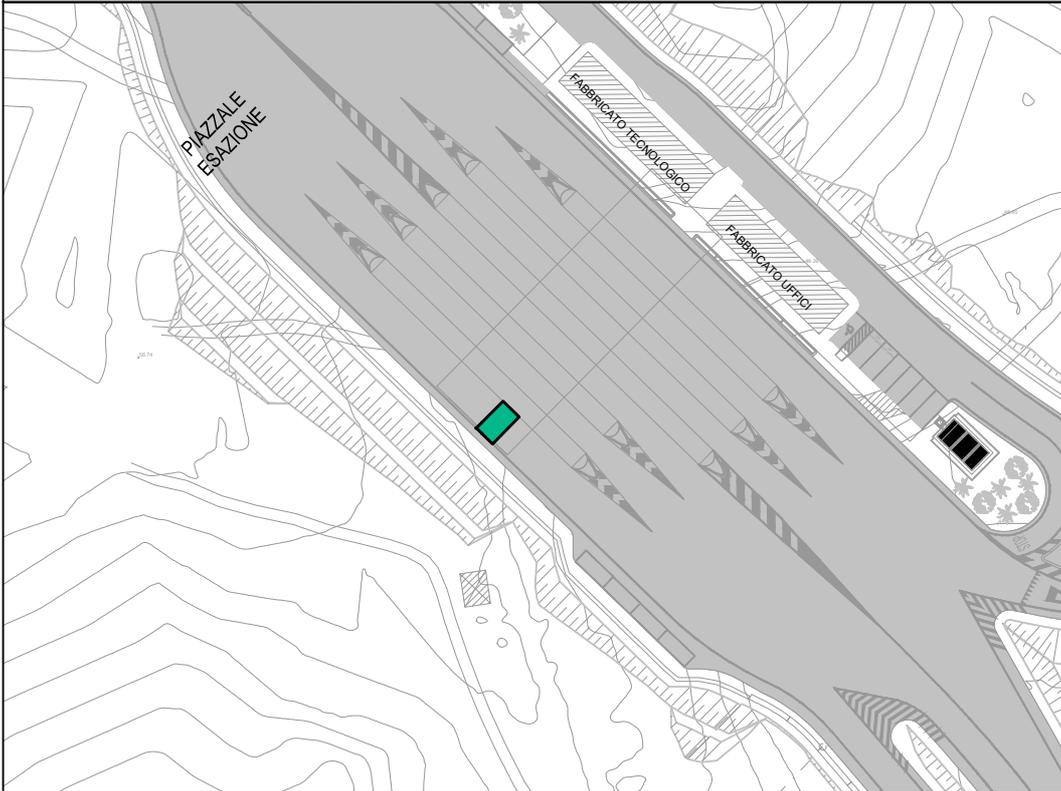
**ALLEGATO 1**  
**INDICAZIONE ZONE DI STUDIO**

PENSILINA - ZONA BOX 3.3  
SCALA 1:1000 - 1:100



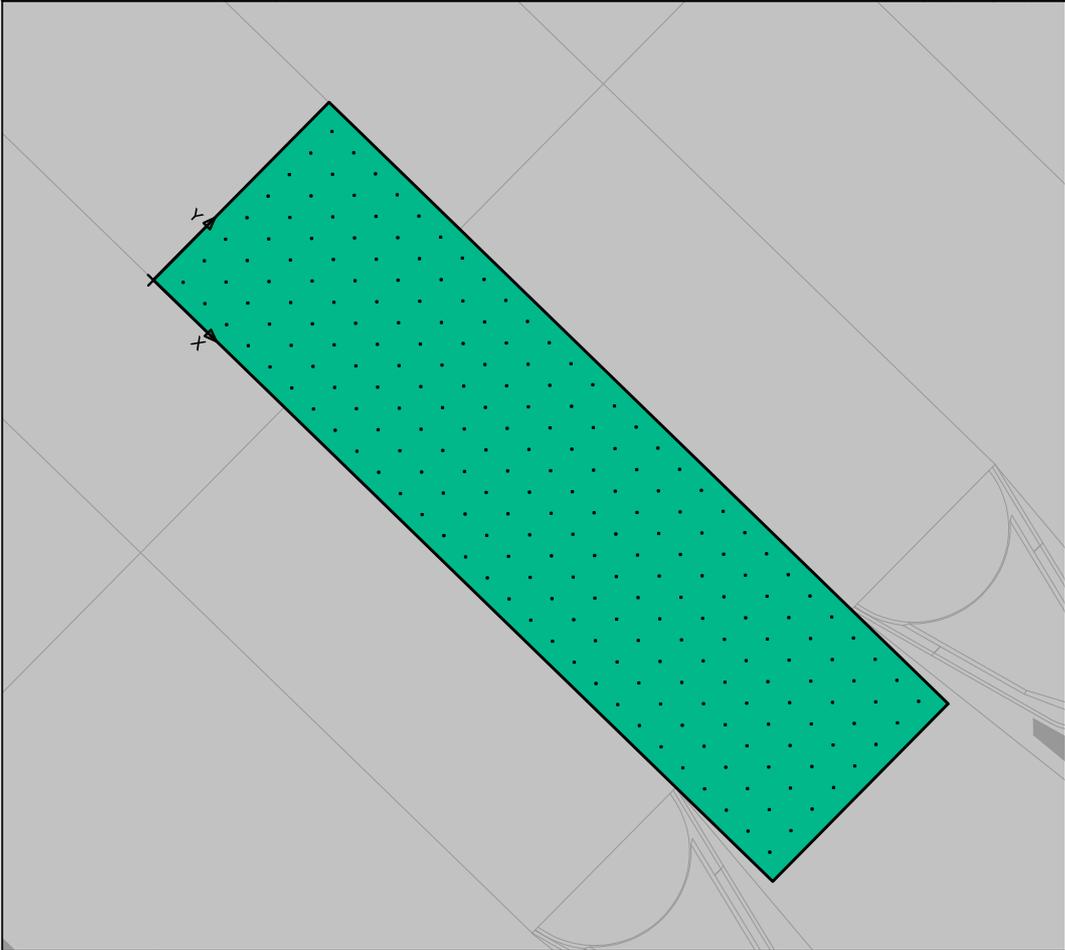
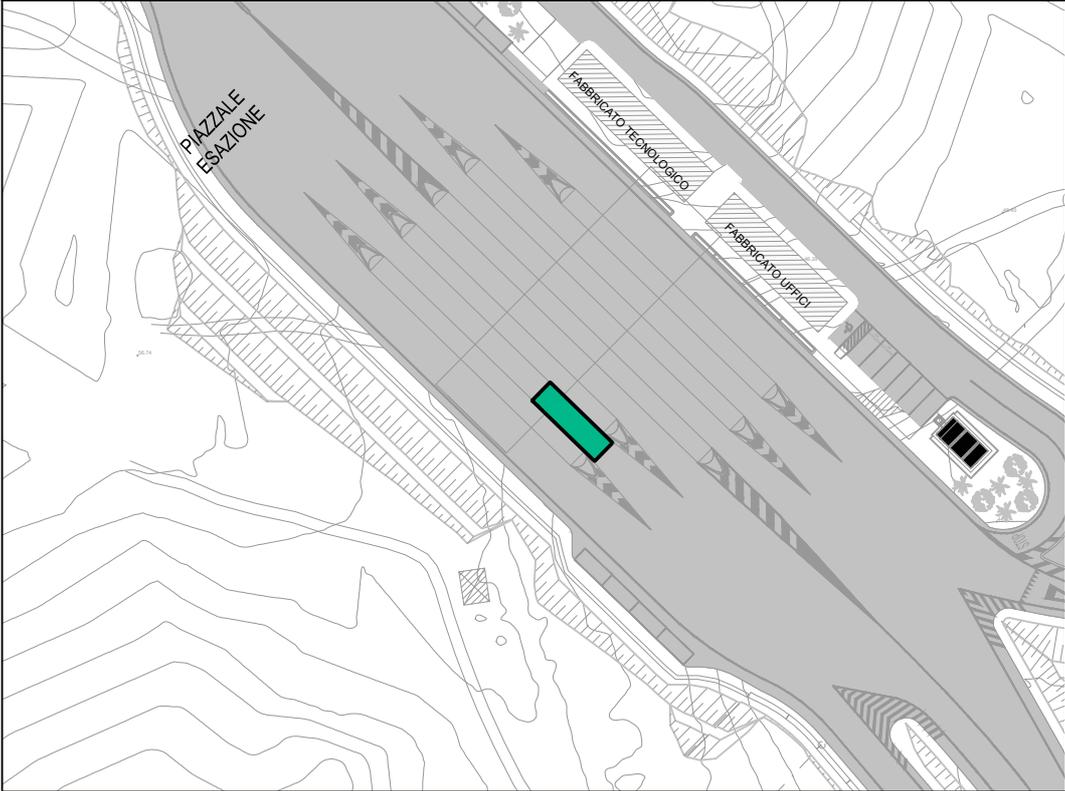
	AREA DI CALCOLO
	PUNTO DI CALCOLO

PENSILINA - ZONA BOX 5  
SCALA 1:1000 - 1:100



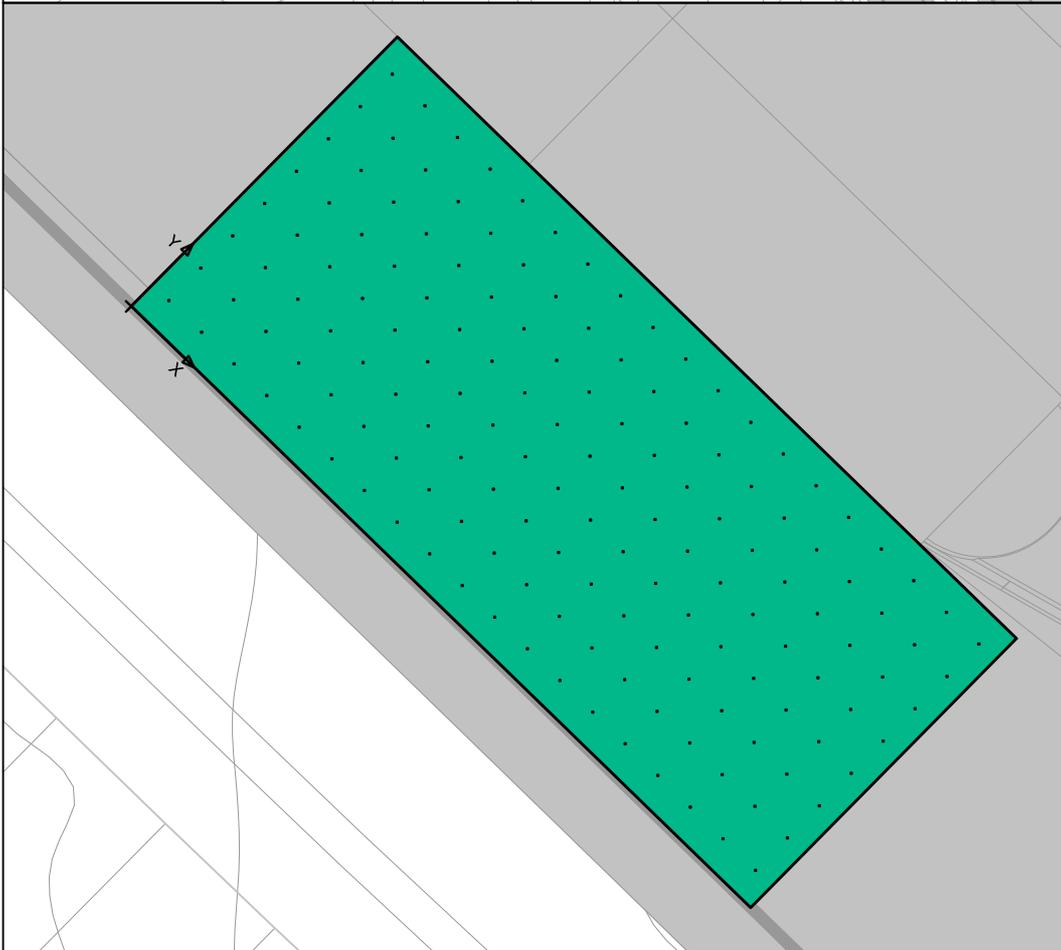
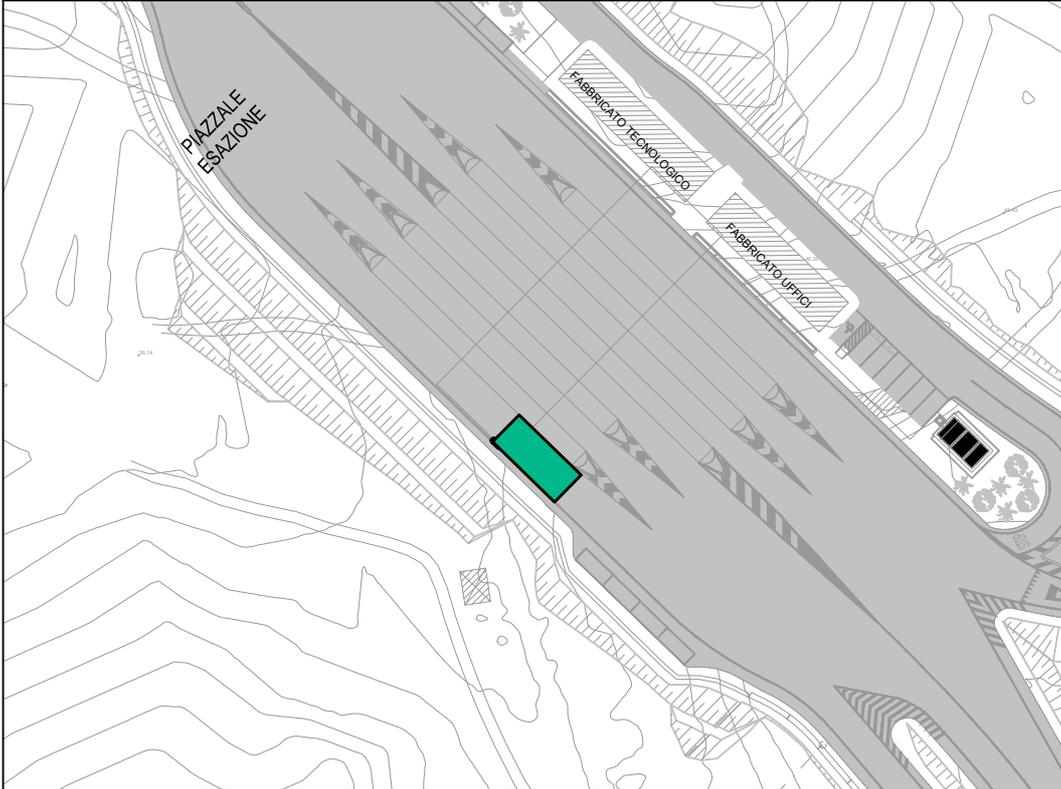
	AREA DI CALCOLO
	PUNTO DI CALCOLO

PENSILINA - ZONA LATERALE 3.3  
SCALA 1:1000 - 1:100



	AREA DI CALCOLO
	PUNTO DI CALCOLO

PENSILINA - ZONA LATERALE 5  
SCALA 1:1000 - 1:100

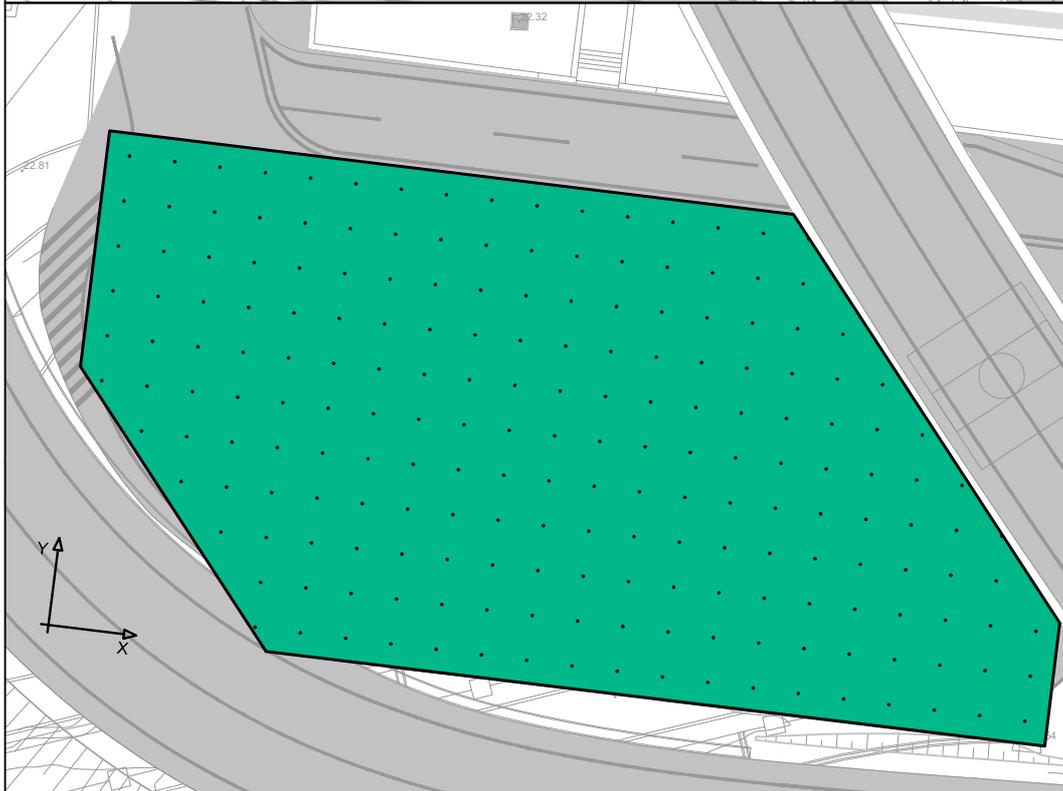
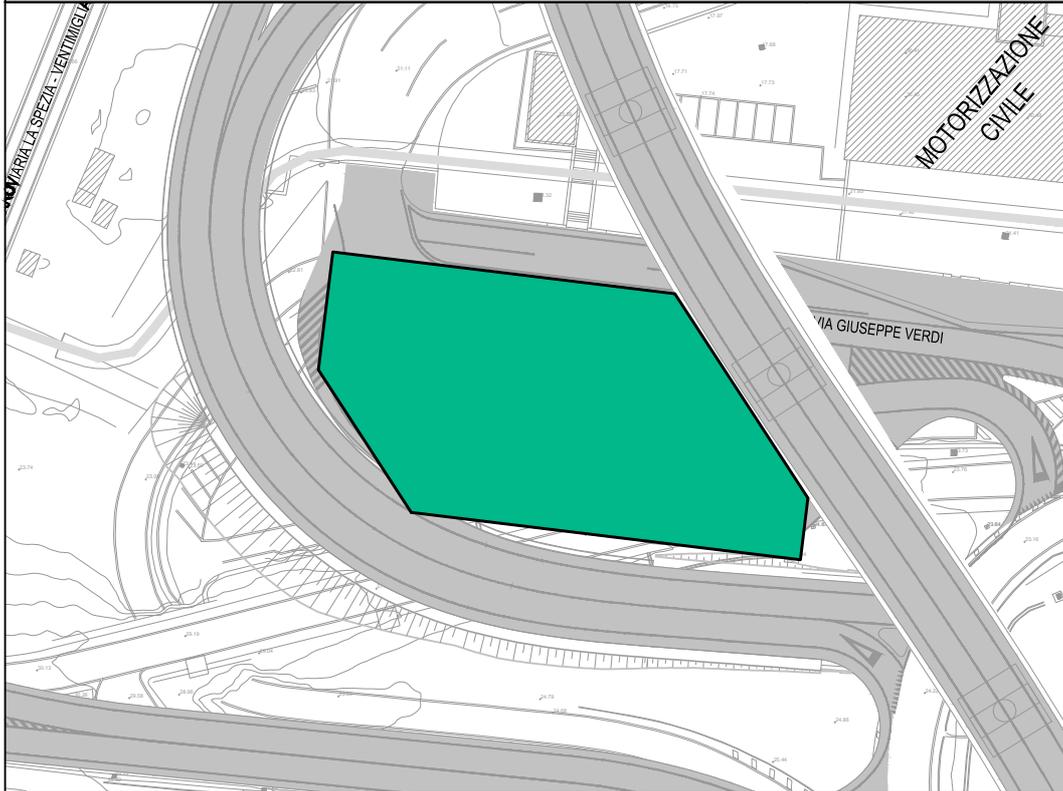


AREA DI CALCOLO



PUNTO DI CALCOLO

PIAZZALE PARCHEGGIO  
SCALA 1:1000 - 1:500

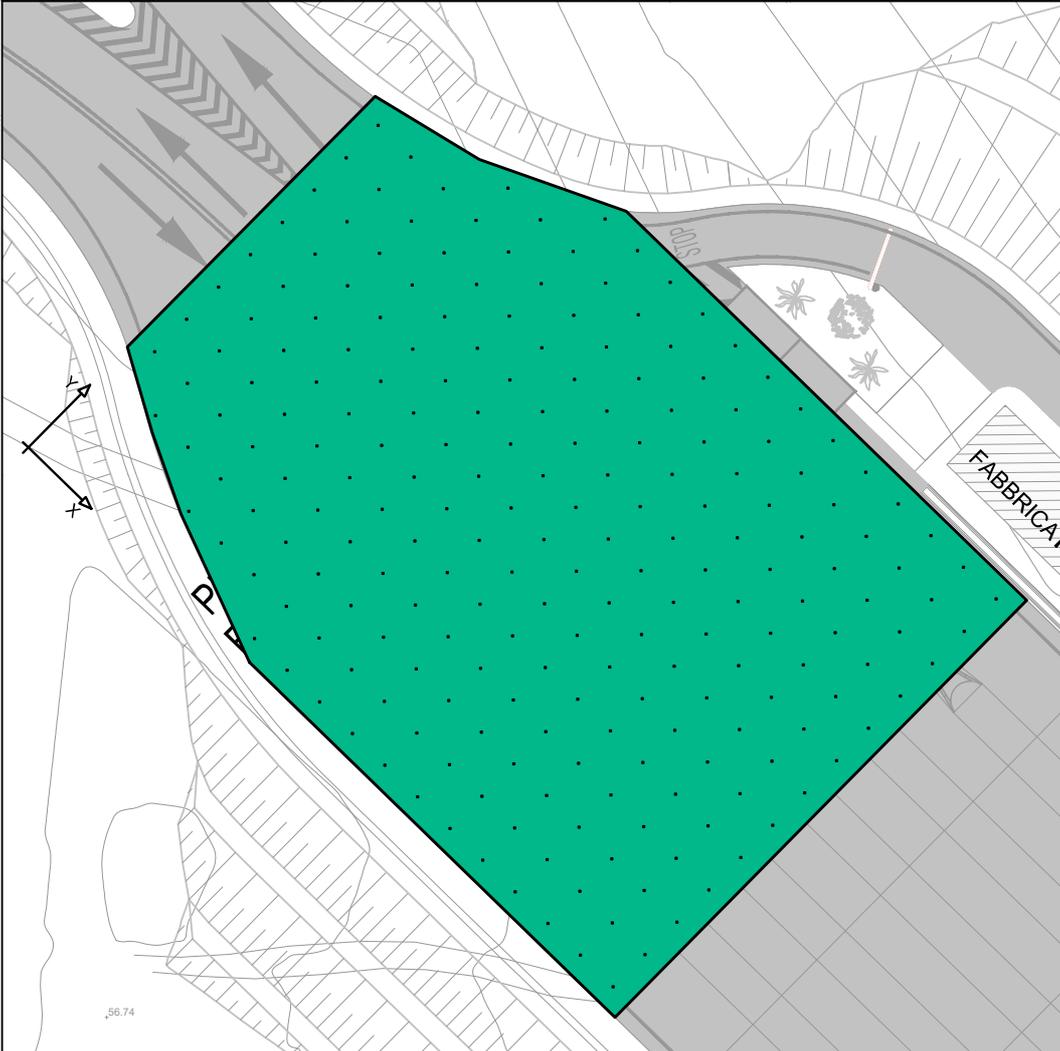
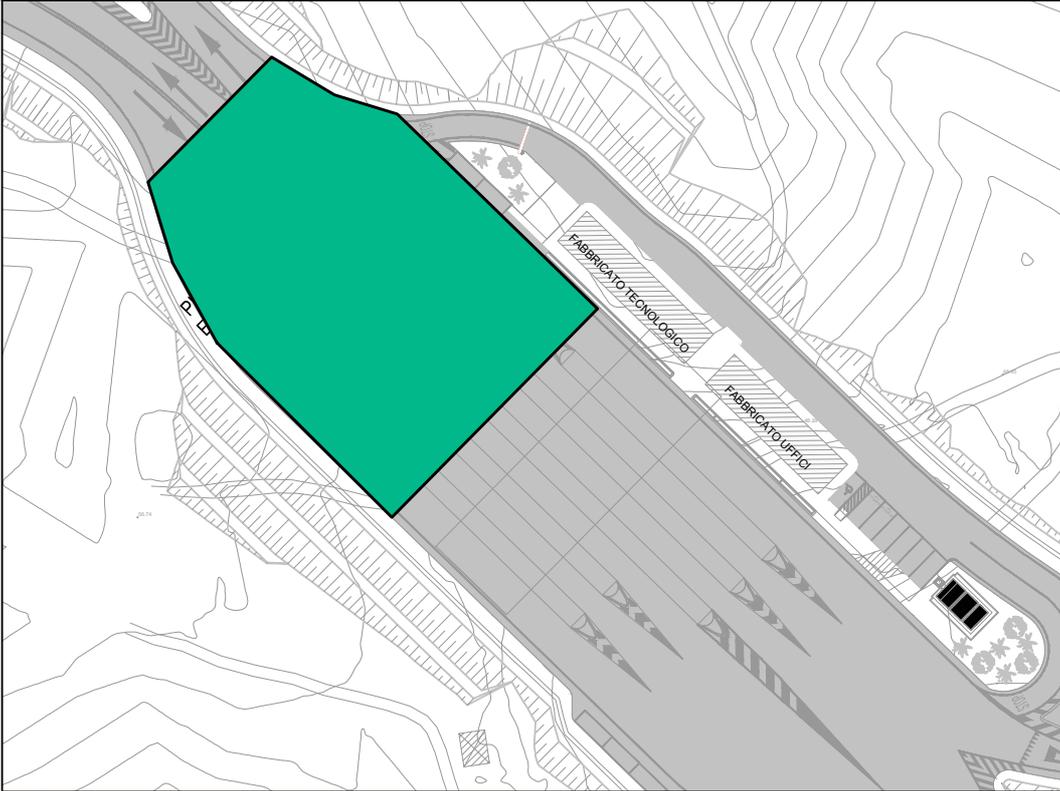


AREA DI CALCOLO



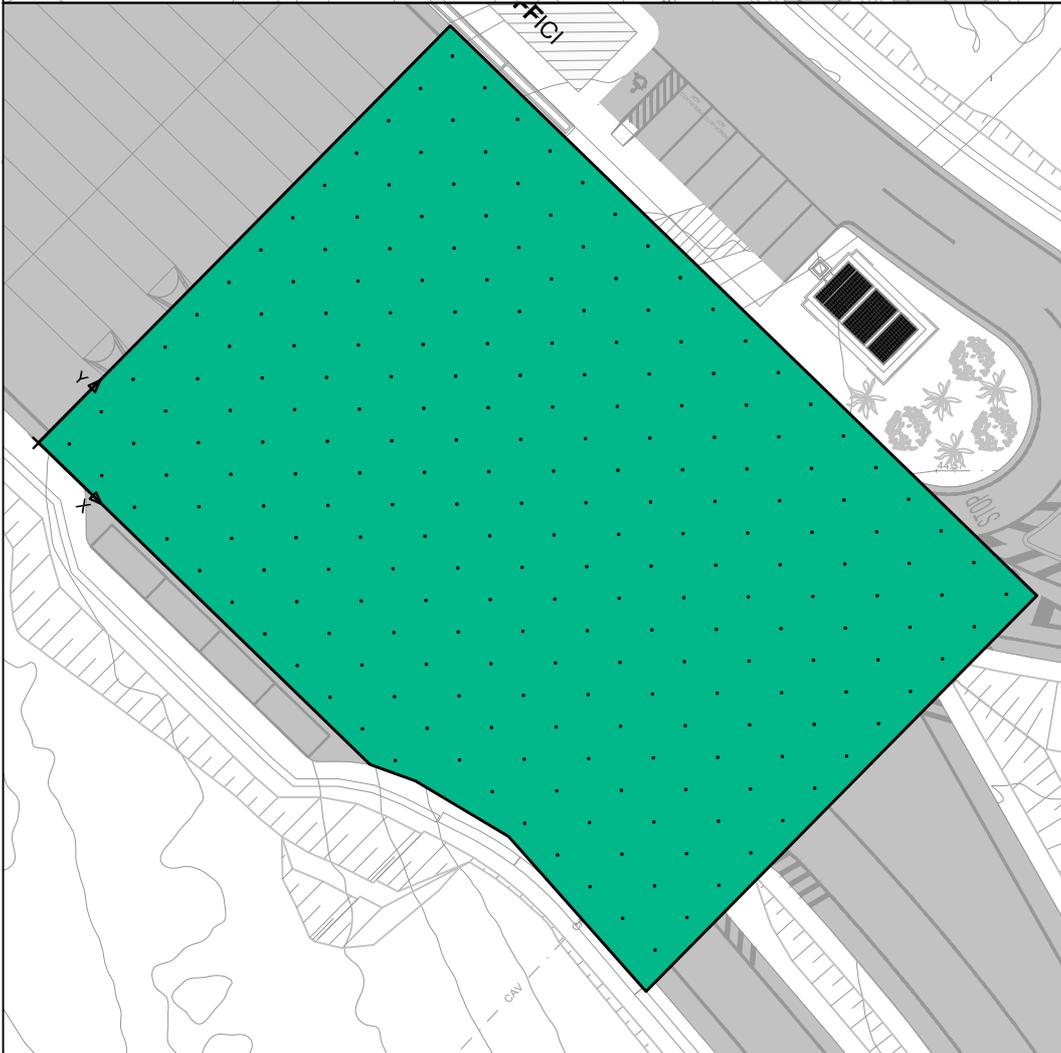
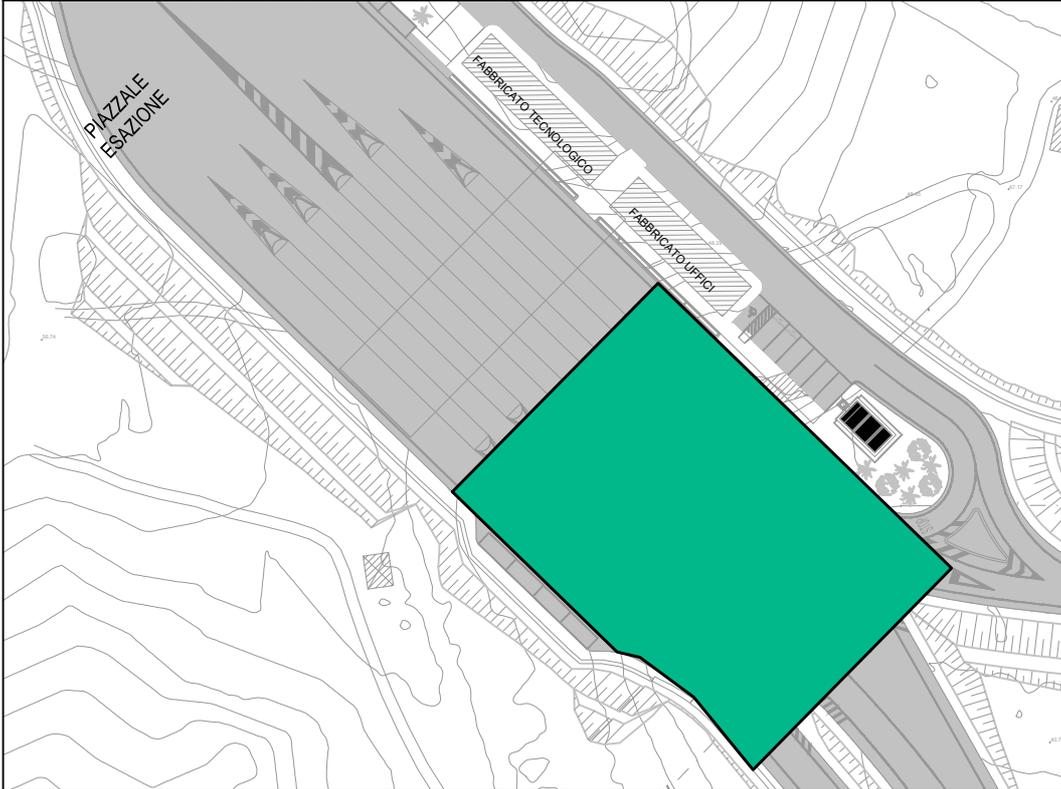
PUNTO DI CALCOLO

PIAZZALE PEDAGGIO - ZONA 1  
SCALA 1:1000 - 1:500



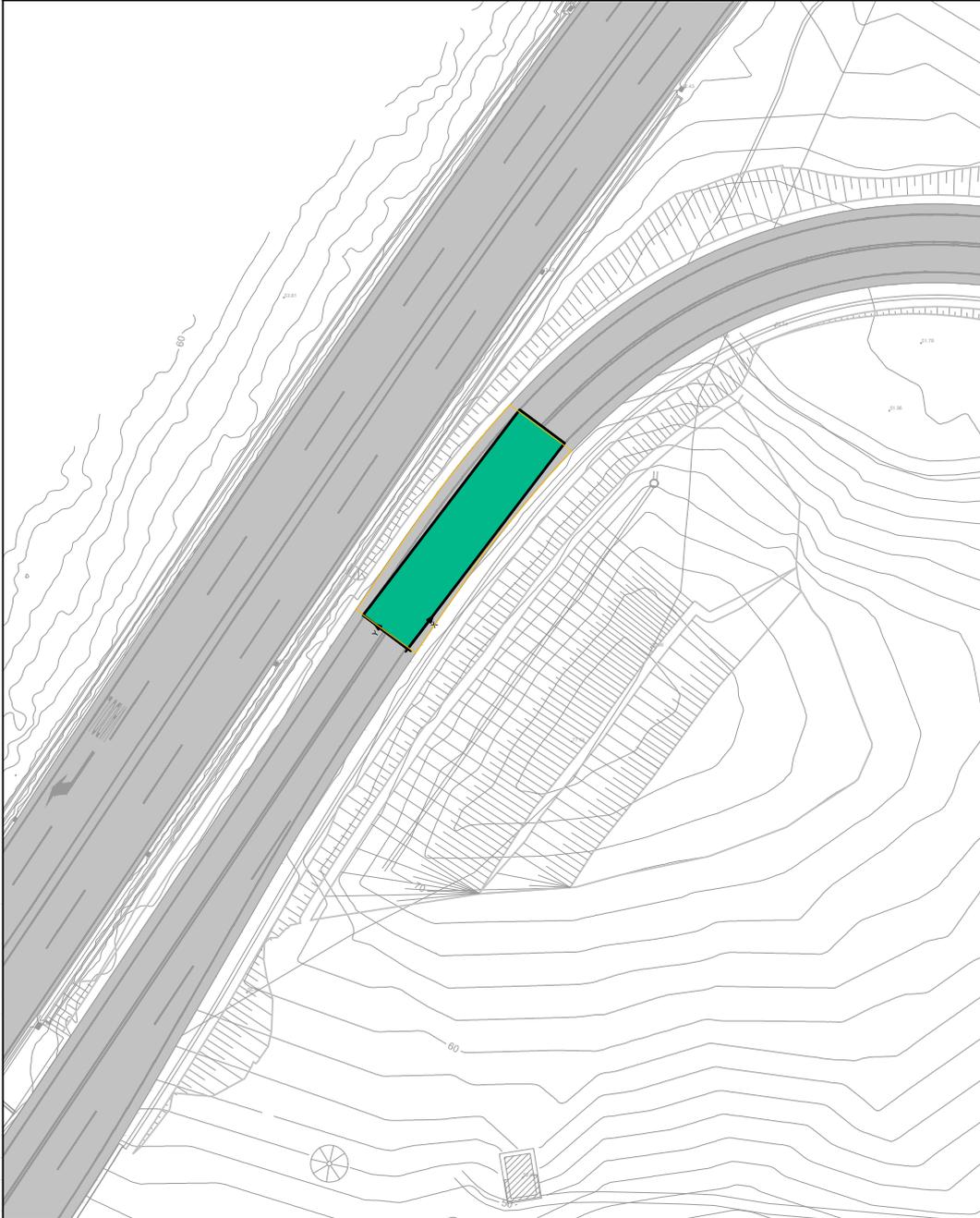
	AREA DI CALCOLO
	PUNTO DI CALCOLO

PIAZZALE PEDAGGIO - ZONA 2  
SCALA 1:1000 - 1:500



	AREA DI CALCOLO
	PUNTO DI CALCOLO

RAMO A DOPPIO SENSO  
SCALA 1:1000

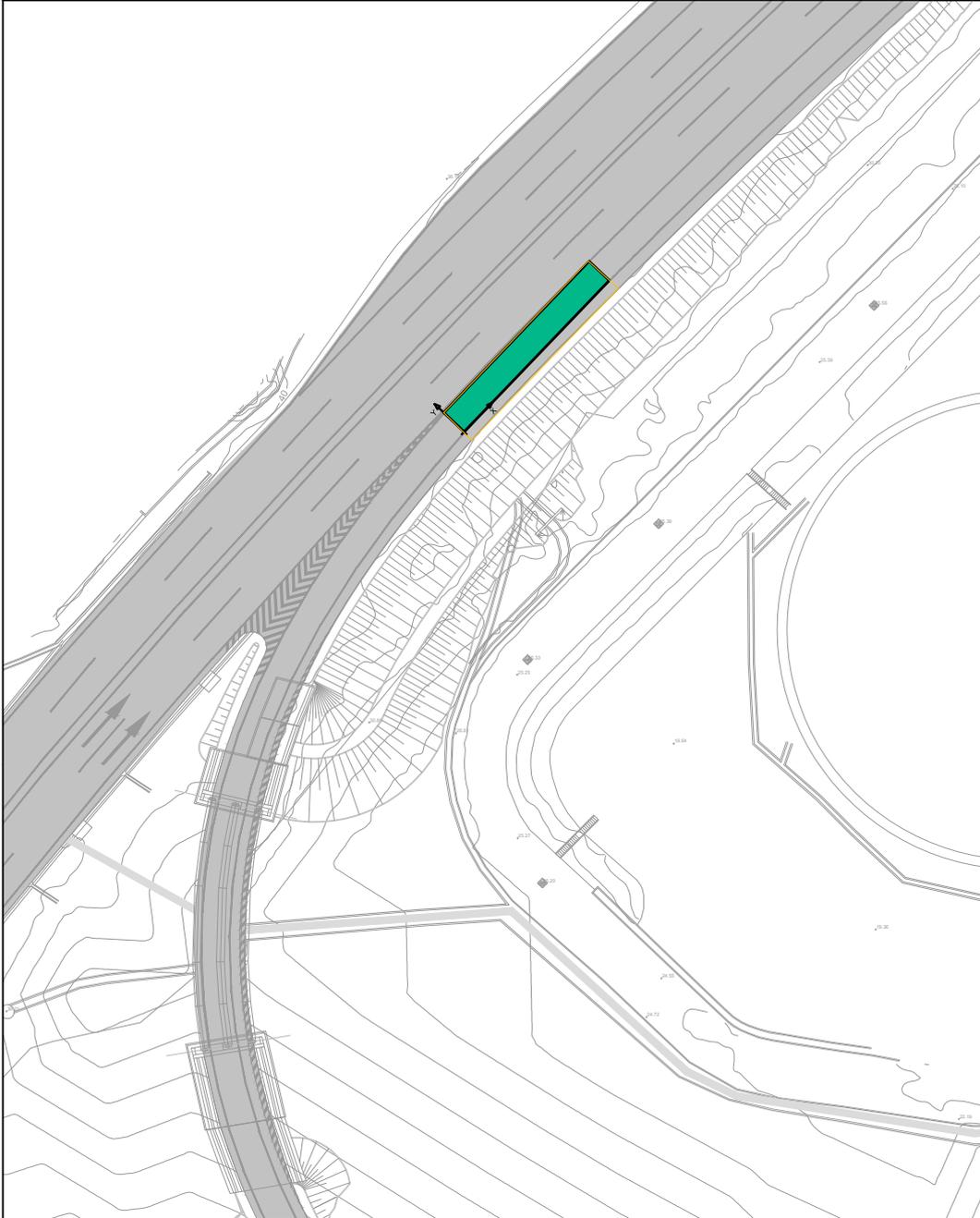


AREA DI CALCOLO



PUNTO DI CALCOLO

RAMO A SENSO UNICO  
SCALA 1:1000

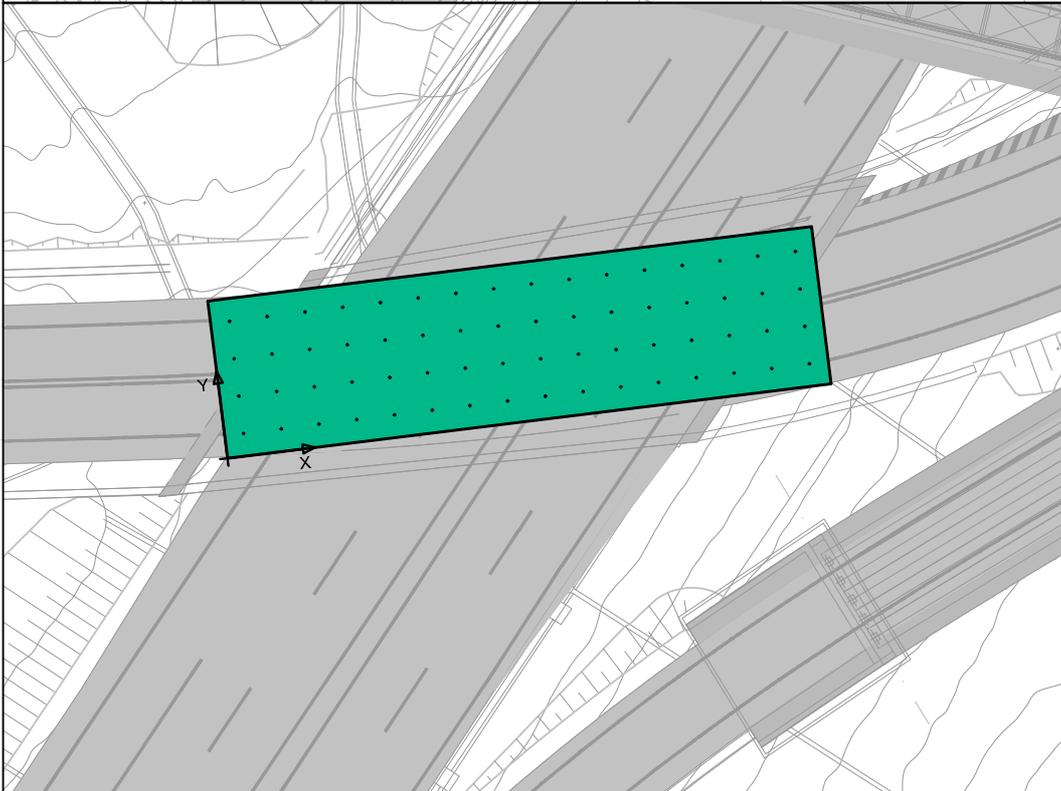
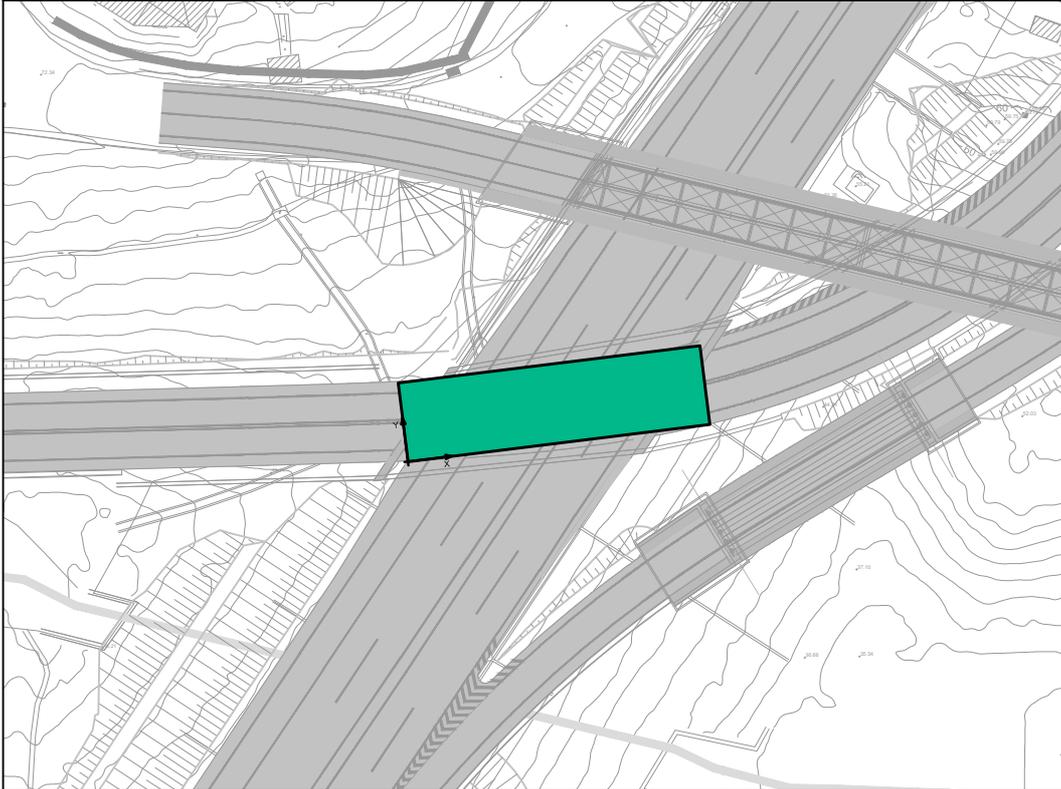


AREA DI CALCOLO



PUNTO DI CALCOLO

SOTTOPASSO AUTOSTRADALE  
SCALA 1:1000 - 1:500

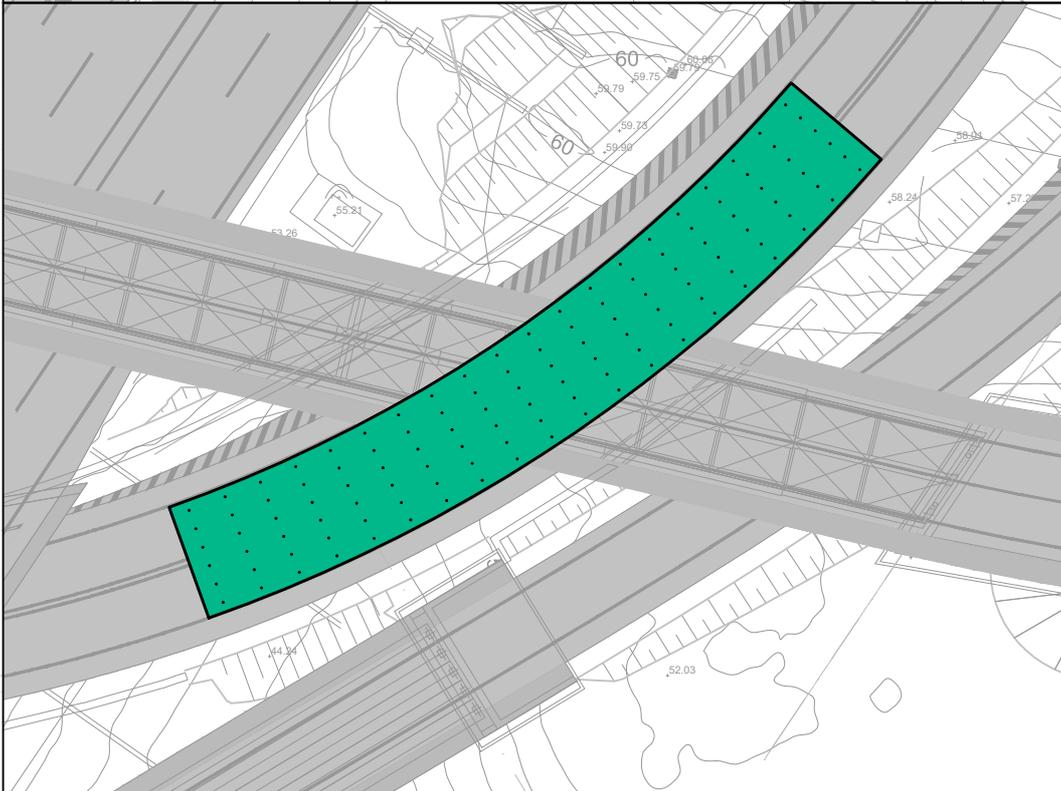
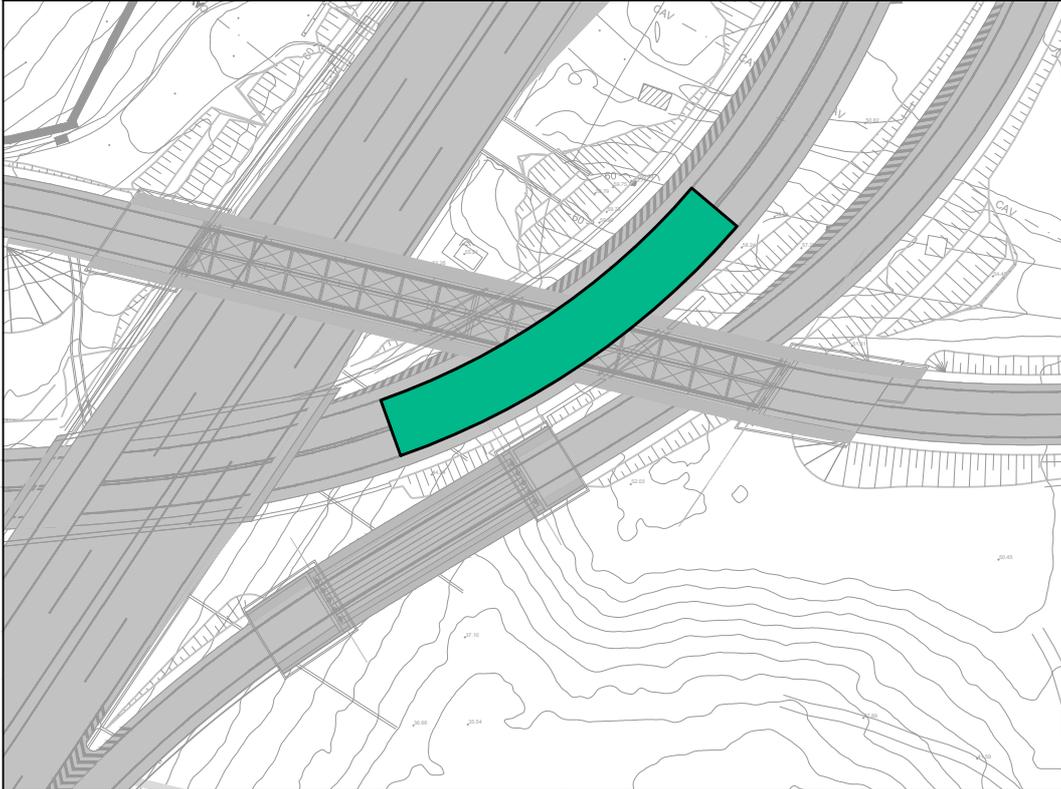


AREA DI CALCOLO



PUNTO DI CALCOLO

SOTTOPASSO STRADA BOSSARINO  
SCALA 1:1000 - 1:200



AREA DI CALCOLO



PUNTO DI CALCOLO

**ALLEGATO 2**  
**RISULTATI DEI CALCOLI ILLUMINOTECNICI**



23/01/2020

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona box 3,3 m
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	3x3.3 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.1 m
Y 1° punto dall'origine:	0.25 m
Punti di calcolo:	8x8
Distanza tra i punti:	0.4x0.4 m
Fattore di manutenzione:	0.8

### GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT 2.000		8	-1.05	0.775	0.3	5.5	0	0	0
2	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT 2.000		8	-1.05	2.525	0.3	5.5	180	0	0

### ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo							
	0.1 m	0.5 m	0.9 m	1.3 m	1.7 m	2.1 m	2.5 m	2.9 m
3.05 m	191.37	188.31	182.28	175.10	168.25	162.47	157.71	153.65
2.65 m	199.51	196.10	189.57	181.85	174.80	169.24	164.78	160.90
2.25 m	205.88	201.91	194.42	185.84	178.00	171.71	166.98	163.10
1.85 m	208.70	204.55	196.55	187.36	179.05	172.44	167.58	163.74
1.45 m	208.70	204.55	196.55	187.36	179.05	172.44	167.58	163.74
1.05 m	205.88	201.91	194.42	185.84	178.00	171.71	166.98	163.10
0.65 m	199.51	196.11	189.66	182.02	175.04	169.49	164.99	161.09
0.25 m	191.37	188.31	182.28	175.10	168.25	162.47	157.71	153.65

Emin = 153.65 Emax = 208.70  
 Emin/Em = 0.85

Em = 180.13



07/02/2020

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Illuminazione svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona box 3.3 m - Illuminamenti verticali
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	1.8x3.3 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.1 m
Y 1° punto dall'origine:	0.25 m
Punti di calcolo:	5x8
Distanza tra i punti:	0.4x0.4 m
Fattore di manutenzione:	0.8

### GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED OH ST 4.7-9.LDT 2.000	2.000	8	-1.05	5.50	0.3	2.73	0	-90	0
2	TABLED OH ST 4.7-9.LDT 2.000	2.000	8	-1.05	5.50	0.3	0.98	180	90	0

### ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo				
	0.1 m	0.5 m	0.9 m	1.3 m	1.7 m
3.05 m	372.78	367.55	348.44	314.76	276.92
2.65 m	298.08	296.45	288.06	270.74	248.50
2.25 m	216.16	215.46	212.48	205.76	195.67
1.85 m	158.12	157.08	155.03	151.78	147.49
1.45 m	120.37	119.15	117.06	114.55	111.99
1.05 m	95.14	94.03	92.01	89.60	87.31
0.65 m	77.43	76.49	74.66	72.43	70.24
0.25 m	64.14	63.35	61.76	59.82	57.85

Emin = 57.85    Emax = 372.78    Em = 165.42  
Emin/Em = 0.35

23/01/2020

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona box 5 m
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	3x5 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.3 m
Y 1° punto dall'origine:	0.4 m
Punti di calcolo:	5x8
Distanza tra i punti:	0.6x0.6 m
Fattore di manutenzione:	0.8

### GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	0.75	0.3	5.5	0	0	0
2	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	2.5	0.3	5.5	0	0	0
3	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	4.25	0.3	5.5	180	0	0

### ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo				
	0.3 m	0.9 m	1.5 m	2.1 m	2.7 m
4.6 m	201.48	194.40	185.16	178.19	173.38
4. m	214.10	205.38	194.22	185.59	179.78
3.4 m	225.26	215.35	202.35	191.60	183.93
2.8 m	230.55	220.47	207.09	195.92	187.79
2.2 m	228.63	218.76	205.66	194.74	186.71
1.6 m	221.77	211.77	198.40	187.23	179.29
1. m	208.54	199.28	186.82	176.92	170.30
0.4 m	193.15	185.01	174.01	165.24	159.05

Emin = 159.05    Emax = 230.55    Em = 195.58  
 Emin/Em = 0.81



07/02/2020

## CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona box 5 m - Illuminamenti verticali
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	2x5 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.25 m
Y 1° punto dall'origine:	0.25 m
Punti di calcolo:	4x10
Distanza tra i punti:	0.5x0.5 m
Fattore di manutenzione:	0.8

## GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	0.75	0.3	5.5	0	0	0
2	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	2.5	0.3	5.5	0	0	0
3	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-1.05	4.25	0.3	5.5	180	0	0

## ILLUMINAMENTI [lx]

Quota	Distanze dall'origine dei punti di calcolo			
	0.25 m	0.75 m	1.25 m	1.75 m
2.90 m	311.3	302.1	276.2	243.3
2.40 m	236.3	232.9	223.0	208.1
1.90 m	190.1	187.5	182.1	174.8
1.40 m	159.8	157.3	153.2	148.4
0.90 m	128.5	126.5	123.5	120.3
0.40 m	100.9	99.3	96.9	94.8

Emin = 94.8    Emax = 311.3    Em = 178.2  
Emin/Em = 0.53



A10 - AUTOSTRADA DEI FIORI - S.p.A.  
Illuminazione svincolo di VADO LIGURE  
Progetto esecutivo  
**Calcoli pensilina . Zona laterale – Varco di 3,3 m**



31/01/2020

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona laterale 3.3 m
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	11.4x3.3 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.3 m
Y 1° punto dall'origine:	0.25 m
Punti di calcolo:	28x8
Distanza tra i punti:	0.4x0.4 m
Fattore di manutenzione:	0.8

### GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1° app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT 2.000		8	-4.05	0.775	0.3	5.5	0	0	0
2	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT 2.000		8	-4.05	2.525	0.3	5.5	180	0	0



A10 - AUTOSTRADA DEI FIORI - S.p.A.  
 Illuminazione svincolo di VADO LIGURE  
 Progetto esecutivo  
**Calcoli pensilina . Zona laterale – Varco di 3,3 m**



ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo													
	0.3 m	0.7 m	1.1 m	1.5 m	1.9 m	2.3 m	2.7 m	3.1 m	3.5 m	3.9 m	4.3 m	4.7 m	5.1 m	5.5 m
3.05 m	149.33	143.57	135.98	126.43	115.65	104.34	92.83	81.71	71.71	63.38	56.81	51.81	48.09	45.17
2.65 m	156.52	150.22	141.98	131.65	119.81	107.69	95.67	84.19	73.66	64.71	57.70	52.44	48.52	45.47
2.25 m	158.74	152.67	144.35	133.85	121.94	109.61	97.44	85.78	75.06	65.81	58.42	52.86	48.70	45.45
1.85 m	159.43	153.44	145.19	134.68	122.69	110.33	98.23	86.58	75.76	66.37	58.72	52.81	48.34	44.82
1.45 m	159.43	153.44	145.19	134.68	122.69	110.33	98.23	86.58	75.76	66.37	58.72	52.81	48.34	44.82
1.05 m	158.74	152.67	144.35	133.85	121.94	109.61	97.44	85.78	75.06	65.81	58.42	52.86	48.70	45.45
0.65 m	156.63	150.18	141.68	131.10	119.16	106.98	94.95	83.52	73.17	64.45	57.58	52.38	48.52	45.57
0.25 m	149.33	143.57	135.98	126.43	115.65	104.33	92.82	81.70	71.70	63.37	56.79	51.80	48.10	45.22
	5.9 m	6.3 m	6.7 m	7.1 m	7.5 m	7.9 m	8.3 m	8.7 m	9.1 m	9.5 m	9.9 m	10.3 m	10.7 m	11.1 m
3.05 m	42.66	40.34	38.01	35.66	33.32	31.02	28.78	26.63	24.56	22.58	20.70	18.92	17.26	15.73
2.65 m	42.89	40.54	38.24	35.92	33.56	31.23	28.98	26.79	24.70	22.72	20.85	19.09	17.44	15.94
2.25 m	42.70	40.17	37.70	35.25	32.83	30.49	28.28	26.16	24.18	22.31	20.54	18.87	17.31	15.87
1.85 m	41.85	39.16	36.60	34.12	31.73	29.44	27.30	25.30	23.44	21.71	20.08	18.53	17.08	15.72
1.45 m	41.85	39.16	36.60	34.12	31.73	29.44	27.30	25.30	23.44	21.71	20.08	18.53	17.08	15.72
1.05 m	42.70	40.17	37.70	35.25	32.83	30.49	28.28	26.16	24.18	22.31	20.54	18.87	17.31	15.87
0.65 m	43.14	40.98	38.87	36.71	34.48	32.18	29.90	27.63	25.45	23.37	21.43	19.62	17.93	16.40
0.25 m	42.77	40.54	38.30	36.05	33.78	31.51	29.27	27.08	24.98	22.96	21.05	19.24	17.56	16.02

E<sub>min</sub> = 15.72 E<sub>max</sub> = 159.43  
 E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub> = 0.26

E<sub>m</sub> = 61.60

31/01/2020

### CARATTERISTICHE IMPIANTO

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Pensilina - Zona laterale 5 m
Apparecchi:	Apparecchi da incasso
Lampade:	9 LED
Campo di calcolo:	11.4x5 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	0.3 m
Y 1° punto dall'origine:	0.4 m
Punti di calcolo:	19x8
Distanza tra i punti:	0.6x0.6 m
Fattore di manutenzione:	0.8

### GEOMETRIA APPARECCHI

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-4.05	0.75	0.3	5.5	0	0	0
2	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-4.05	2.5	0.3	5.5	0	0	0
3	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-4.05	4.25	0.3	5.5	180	0	0

### ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo									
	0.3 m	0.9 m	1.5 m	2.1 m	2.7 m	3.3 m	3.9 m	4.5 m	5.1 m	5.7 m
4.6 m	168.49	160.11	147.14	130.86	113.14	95.66	80.28	68.51	60.21	54.16
4. m	174.45	166.05	152.95	136.22	117.88	99.27	82.55	69.79	60.98	54.75
3.4 m	177.50	168.66	155.64	139.15	120.66	101.48	84.02	70.63	61.37	54.78
2.8 m	180.71	171.17	157.39	140.09	120.85	101.20	83.68	70.57	61.68	55.34
2.2 m	179.48	169.24	154.33	136.05	116.25	96.74	80.03	67.80	59.62	53.87
1.6 m	172.35	162.09	146.66	127.59	107.61	88.87	73.42	62.36	55.00	49.88
1. m	163.83	153.10	136.57	116.39	96.44	79.16	65.61	56.18	49.99	45.68
0.4 m	152.17	140.46	123.27	103.44	84.98	70.03	58.87	51.08	45.73	41.89
	6.3 m	6.9 m	7.5 m	8.1 m	8.7 m	9.3 m	9.9 m	10.5 m	11.1 m	
4.6 m	49.15	44.52	40.03	35.73	31.69	27.92	24.42	21.21	18.36	
4. m	49.65	44.92	40.35	35.97	31.86	28.05	24.57	21.40	18.59	
3.4 m	49.40	44.44	39.72	35.30	31.27	27.63	24.33	21.32	18.62	
2.8 m	50.07	45.19	40.50	36.04	31.89	28.08	24.61	21.47	18.70	
2.2 m	49.15	44.75	40.41	36.15	32.05	28.24	24.74	21.60	18.84	
1.6 m	45.71	41.75	37.81	33.95	30.27	26.85	23.71	20.83	18.24	
1. m	42.10	38.73	35.38	32.06	28.83	25.72	22.78	20.03	17.56	
0.4 m	38.74	35.81	32.90	29.99	27.13	24.35	21.67	19.14	16.84	

	<p>A10 - AUTOSTRADA DEI FIORI - S.p.A. Illuminazione svincolo di VADO LIGURE Progetto esecutivo <b>Calcoli pensilina – Zona laterale – Varco di 5 m</b></p>	
---	---	---

E<sub>min</sub> = 16.84   E<sub>max</sub> = 180.71  
E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub> = 0.24

E<sub>m</sub> = 70.57



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale parcheggio**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



31/01/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Piazzale parcheggio
Apparecchi:	Apparecchi stradali
Lampade:	LED
Campo di calcolo:	66x33 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	1.5 m
Y 1° punto dall'origine:	1.5 m
Punti di calcolo:	22x11
Distanza tra i punti:	3x3 m
Fattore di manutenzione:	0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos. Matrice		Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	41.000	1.912		12.5	0	0	0
2	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	22.651	37.048		12.5	180	0	0
3	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	60.069	-14.668		10	2.6	0	0
4	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	23.556	-14.585		10	-8.7	0	0
5	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	-8.734	1.913		10	-46.3	0	0
6	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	-23.514	35.067		10	-85.7	0	0
7	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	-18.120	71.548		10	-106.8	0	0



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale parcheggio**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**

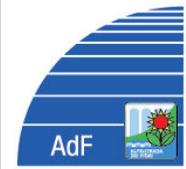


**ILLUMINAMENTI [lx]**

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo										
	1.5 m	4.5 m	7.5 m	10.5 m	13.5 m	16.5 m	19.5 m	22.5 m	25.5 m	28.5 m	31.5 m
31.5 m	7.31	8.32	9.87	12.32	15.48	18.64	21.12	21.39	21.26	18.96	15.81
28.5 m	7.50	8.54	10.25	12.59	15.34	18.02	19.69	20.17	19.82	18.33	15.75
25.5 m	7.26	8.56	10.18	12.32	14.55	16.52	17.66	17.90	17.79	16.81	14.97
22.5 m	6.37	7.46	8.85	10.32	11.83	12.92	13.66	13.83	13.81	13.31	12.24
19.5 m	4.92	5.49	6.18	6.95	7.56	8.12	8.60	9.09	9.70	10.21	10.40
16.5 m	3.63	3.76	4.04	4.48	5.03	5.78	6.63	7.76	9.08	10.56	12.00
13.5 m	-	3.77	4.09	4.66	5.37	6.23	7.29	8.61	10.33	12.40	14.64
10.5 m	-	-	4.67	5.21	5.93	6.78	7.63	8.73	10.39	12.64	15.38
7.5 m	-	-	-	5.33	5.97	6.80	7.64	8.66	10.15	12.46	15.61
4.5 m	-	-	-	-	5.95	6.53	7.38	8.52	10.16	12.53	15.46
1.5 m	-	-	-	-	8.68	7.43	7.23	8.21	9.98	12.36	15.30
	34.5 m	37.5 m	40.5 m	43.5 m	46.5 m	49.5 m	52.5 m	55.5 m	58.5 m	61.5 m	64.5 m
31.5 m	12.67	10.07	8.38	7.22	6.30	-	-	-	-	-	-
28.5 m	12.96	10.52	8.69	7.44	6.48	-	-	-	-	-	-
25.5 m	12.73	10.56	8.74	7.29	6.11	5.17	-	-	-	-	-
22.5 m	10.84	9.33	7.92	6.72	5.72	4.93	4.22	-	-	-	-
19.5 m	10.21	9.76	9.14	8.61	8.04	7.44	6.80	5.99	-	-	-
16.5 m	13.08	13.71	13.77	13.57	13.05	12.00	10.47	8.95	7.44	-	-
13.5 m	16.57	17.72	17.95	17.81	16.85	15.04	12.79	10.53	8.70	7.20	-
10.5 m	18.05	19.80	20.35	19.99	18.63	16.11	13.25	10.74	8.84	7.51	-
7.5 m	18.72	21.35	21.90	21.63	19.57	16.41	13.23	10.52	8.74	7.54	6.59
4.5 m	18.73	21.04	22.01	21.46	19.48	16.38	13.24	10.56	8.63	7.27	6.18
1.5 m	18.17	20.63	21.91	21.21	19.08	16.20	13.08	10.29	8.11	6.38	4.99



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale parcheggio**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



Emin = 3.63 Emax = 22.01  
Emin/Em = 0.32

Em = 11.44



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale pedaggio – Zona 1**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



31/01/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Piazzale di pedaggio - Zona 1
Apparecchi:	Apparecchi stradali
Lampade:	LED
Campo di calcolo:	54x38.7 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	1.5 m
Y 1° punto dall'origine:	1.35 m
Punti di calcolo:	18x13
Distanza tra i punti:	3x3 m
Fattore di manutenzione:	0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.ltd	26.982	1	3.518	0.663		12.5	0	0	0
2	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.ltd	26.982	1	43.518	4.199		12.5	0	0	0
3	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.ltd	26.982	1	10.587	39.090		12.5	180	0	0
4	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.ltd	26.982	1	39.587	38.039		12.5	180	0	0
5	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	74.892	24.689		10	163.7	0	0
6	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.ltd	14.460	1	81.105	-0.907		8	-11.1	0	0
7	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.ltd	14.460	1	64.933	50.653		8	-167.8	0	0
8	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	1.750	0.3	5.5	0	0	0
9	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	3.500	0.3	5.5	0	0	0
10	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	5.250	0.3	5.5	180	0	0
11	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	9.475	0.3	5.5	0	0	0
12	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	11.225	0.3	5.5	180	0	0
13	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	15.475	0.3	5.5	0	0	0
14	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	17.225	0.3	5.5	180	0	0

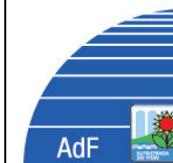
A.100.S.147.D1

Allegato 2

Pag. 1



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Piazzale pedaggio – Zona 1  
 Risultati calcoli illuminotecnici**



15	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	21.475	0.3	5.5	0	0	0
16	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	23.225	0.3	5.5	180	0	0
17	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	27.475	0.3	5.5	0	0	0
18	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	-15.459	29.225	0.3	5.5	180	0	0
19	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	33.445	0.3	5.5	0	0	0
20	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	35.200	0.3	5.5	180	0	0
21	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	-15.459	36.950	0.3	5.5	180	0	0

**ILLUMINAMENTI [lx]**

Distanze dall'origine dei punti di calcolo

	1.5 m	4.5 m	7.5 m	10.5 m	13.5 m	16.5 m	19.5 m	22.5 m	25.5 m	28.5 m	31.5 m	34.5 m	37.5 m	40.5 m	43.5 m	46.5 m	49.5 m	52.5 m
37.35 m						23.84	21.67	20.00	19.52	20.51	22.41	24.35	25.47	25.37	23.98	21.67	19.13	16.95
34.35 m				27.82	27.39	25.67	23.05	21.17	20.49	21.65	23.85	26.27	27.20	26.80	24.89	21.73	17.81	14.34
31.35 m	38.49	31.51	29.13	28.12	27.46	25.83	23.63	21.76	21.16	22.14	24.30	26.34	27.52	27.15	25.31	22.22	18.60	14.64
28.35 m	38.43	31.22	27.84	26.22	25.50	24.43	22.93	21.88	21.59	22.25	23.56	24.90	25.31	25.00	24.06	22.30	19.97	17.78
25.35 m	36.40	28.07	24.18	22.39	21.56	21.03	20.45	19.96	19.93	20.49	21.30	22.01	22.06	21.90	21.61	20.93	20.03	19.31
22.35 m	30.85	22.09	17.55	15.53	14.86	14.91	15.14	15.67	16.26	17.02	17.66	17.97	18.00	17.97	18.04	18.31	18.77	19.68
19.35 m	28.68	18.95	14.27	12.23	11.56	11.43	11.71	12.36	13.27	14.21	15.21	16.10	16.94	17.38	17.71	18.11	18.82	19.78
16.35 m	33.21	24.06	19.26	16.77	15.12	14.08	13.43	13.28	13.63	14.62	16.14	17.80	19.21	20.07	20.08	20.09	19.37	18.77
13.35 m	39.39	29.73	24.88	21.84	19.41	17.45	15.97	15.04	14.95	15.62	17.13	19.16	21.14	22.11	22.03	21.38	19.83	17.52
10.35 m	41.69	32.21	26.98	23.36	20.37	18.04	16.47	15.44	15.23	15.93	17.51	19.78	22.15	23.77	23.83	22.68	20.19	17.18
7.35 m		33.15	27.57	23.33	19.78	17.06	15.54	14.85	14.96	15.87	17.37	19.49	21.92	23.26	23.39	22.18	19.87	16.68
4.35 m				21.92	18.08	15.33	13.79	13.24	13.49	14.43	16.01	18.11	20.35	21.86	22.24	20.89	18.50	15.48
1.35 m							11.32	10.43	10.42	11.27	12.84	14.95	17.25	19.09	19.95	18.45	15.97	13.04

E<sub>min</sub> = 10.42    E<sub>max</sub> = 41.69                  E<sub>m</sub> = 20.53  
 E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub> = 0.51



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale pedaggio – Zona 2**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



31/01/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Piazzale di pedaggio - Zona 2
Apparecchi:	Apparecchi stradali
Lampade:	LED
Campo di calcolo:	54x38.7 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	1.5 m
Y 1° punto dall'origine:	1.35 m
Punti di calcolo:	18x13
Distanza tra i punti:	3x3 m
Fattore di manutenzione:	0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	44.338	0.665		12.5	0	0	0
2	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	5.252	6.994		12.5	-29.4	0	0
3	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	39.257	38.039		12.5	180	0	0
4	Ottica 5117 96 LED 700mA 3000° 200W 428042.Idt	26.982	1	2.954	32-319		12.5	-167.3	0	0
5	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	1	-427.783	23.110		10	-165.8	0	0
6	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.Idt	14.460	1	-28.677	33.940		8	172	0	0
7	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.Idt	14.460	1	27.585	49.393		8	-148.8	0	0
8	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	1.752	0.3	5.5	0	0	0
9	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	3.502	0.3	5.5	0	0	0
10	TABLED 0H ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	5.252	0.3	5.5	180	0	0
11	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	9.477	0.3	5.5	0	0	0
12	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	11.227	0.3	5.5	180	0	0
13	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	15.477	0.3	5.5	0	0	0
14	TABLED 0H ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	17.227	0.3	5.5	180	0	0

A.100.S.147.D1

Allegato 2

Pag. 1



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Piazzale pedaggio – Zona 2**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



15	TABLED OH ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	21.477	0.3	5.5	0	0	0
16	TABLED OH ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	23.227	0.3	5.5	180	0	0
17	TABLED OH ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	27.477	0.3	5.5	0	0	0
18	TABLED OH ST 4.7-9.LDT	2.000	8	67.361	29.227	0.3	5.5	180	0	0
19	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	33.452	0.3	5.5	0	0	0
20	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	35.202	0.3	5.5	180	0	0
21	TABLED OH ST 4.5-9.LDT	1.560	8	67.361	36.952	0.3	5.5	180	0	0

**ILLUMINAMENTI [lx]**

Distanze dall'origine dei punti di calcolo

	1.5 m	4.5 m	7.5 m	10.5 m	13.5 m	16.5 m	19.5 m	22.5 m	25.5 m	28.5 m	31.5 m	34.5 m	37.5 m	40.5 m	43.5 m	46.5 m	49.5 m	52.5 m
37.35 m	16.80	17.74	17.32	17.64	18.39	20.58	23.73	26.35	27.18	22.15	20.95	22.83	24.00	23.94	22.75	21.29	21.04	24.08
34.35 m	21.68	22.71	22.50	22.07	22.00	22.27	22.78	22.42	19.82	19.88	22.06	24.31	25.23	25.15	24.28	23.07	23.61	28.92
31.35 m	25.32	25.67	25.32	24.32	22.85	21.21	19.54	18.16	18.47	20.31	22.62	24.58	25.66	25.57	24.81	24.04	25.54	32.83
28.35 m	29.61	29.02	27.38	25.05	22.59	19.98	18.28	17.89	18.70	20.18	21.90	23.20	23.57	23.61	23.56	23.80	26.14	33.46
25.35 m	33.42	33.20	30.29	26.04	22.29	19.72	18.16	17.58	17.79	18.58	19.46	20.13	20.35	20.56	21.05	22.02	25.07	33.01
22.35 m	34.42	35.37	33.69	29.70	24.47	19.83	16.73	15.08	14.27	13.92	13.87	13.93	13.94	14.23	15.10	17.01	21.06	29.53
19.35 m	33.49	35.01	34.43	31.37	26.48	21.07	16.11	12.57	10.59	9.56	9.11	8.83	8.79	9.35	10.52	12.97	18.01	28.07
16.35 m	29.62	30.81	29.97	27.81	24.88	21.26	17.19	13.71	11.39	10.28	10.32	11.11	12.04	13.04	14.50	17.06	21.89	30.88
13.35 m	24.41	25.97	26.01	24.80	23.38	21.51	19.21	16.94	15.08	14.29	14.48	15.56	17.04	18.63	20.23	22.70	27.18	35.91
10.35 m	21.39	23.75	24.87	25.06	23.41	21.53	19.67	18.13	16.99	16.41	16.74	18.07	19.91	21.57	23.09	25.39	29.53	37.39
7.35 m	20.21	22.68	23.67	23.37	22.06	20.22	18.47	17.32	16.73	16.73	17.45	19.21	21.46	23.77	25.51	27.24	30.17	37.67
4.35 m	17.85	20.63	21.13	20.66	19.32	17.67	16.28	15.57	15.56	16.12	17.41	19.40	21.94	24.15	25.64	26.91	29.13	34.22
1.35 m	14.20	16.19	16.85	16.50	15.59	14.48	13.66	13.45	13.93	15.10	16.81							

E<sub>min</sub> = 8.79    E<sub>max</sub> = 37.67                      E<sub>m</sub> = 21.47  
E<sub>min</sub>/E<sub>m</sub> = 0.41



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rami a doppio senso di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



31/01/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località: Autostrada dei Fiori SpA  
Progetto: Illuminazione svincolo di Vado Ligure  
Tipologia impianto: Stradale a doppio senso di marcia  
Apparecchi: A ripartizione stradale  
Lampade: 80 LED 700 mA 3000°K 165 W  
Numero corsie: 2  
Larghezza corsie: 3.75  
Campo di calcolo: 30x7.5 m<sup>2</sup>  
Punti di calcolo: 13x6  
Distanza tra i punti: 2.846x1.25 m  
Rivestimento stradale: C2  
Coeff. medio di luminanza Qo: 0.06  
Fattore di manutenzione: 0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.Idt	22.754	10	-74	-2.92	37	10	0	0	0



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rami a doppio senso di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



**LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Luminanze con osservatore al centro della 1° corsia da sinistra nel senso di marcia [cd/m<sup>2</sup>]

Distanze dall'origine dei punti di calcolo.

	1.42 m	4.27 m	7.12 m	9.96 m	12.81 m	15.65 m	18.5 m	21.35 m	24.19 m	27.04 m	29.88 m	32.73 m	35.58 m	
6.88 m	0.93	0.90	0.84	0.81	0.81	0.85	0.89	0.92	0.93	0.94	0.98	0.96	0.95	
5.63 m	1.00	0.97	0.93	0.90	0.92	0.99	1.06	1.10	1.08	1.06	1.09	1.06	1.04	UI = 0.82
4.38 m	1.01	1.03	1.01	1.02	1.05	1.16	1.19	1.27	1.21	1.16	1.15	1.12	1.06	
3.13 m	1.17	1.16	1.15	1.20	1.28	1.35	1.39	1.46	1.38	1.28	1.24	1.20	1.18	
1.88 m	1.35	1.34	1.37	1.47	1.55	1.59	1.64	1.67	1.59	1.44	1.37	1.30	1.29	UI = 0.78
0.63 m	1.55	1.58	1.61	1.70	1.81	1.88	1.91	1.90	1.81	1.64	1.53	1.47	1.48	

Lmin = 0.81 Lmax = 1.91 Lm = 1.24  
Uo = 0.65

Luminanze con osservatore al centro della 2° corsia da sinistra nel senso di marcia [cd/m<sup>2</sup>]

Distanze dall'origine dei punti di calcolo.

	1.42 m	4.27 m	7.12 m	9.96 m	12.81 m	15.65 m	18.5 m	21.35 m	24.19 m	27.04 m	29.88 m	32.73 m	35.58 m	
6.88 m	0.90	0.87	0.82	0.79	0.78	0.82	0.85	0.87	0.89	0.92	0.95	0.94	0.93	
5.63 m	0.97	0.93	0.89	0.85	0.87	0.93	0.99	1.03	1.03	1.02	1.06	1.03	1.00	UI = 0.80
4.38 m	0.96	0.96	0.92	0.93	0.96	1.05	1.11	1.18	1.13	1.10	1.10	1.07	1.02	
3.13 m	1.03	1.02	1.00	1.04	1.08	1.18	1.24	1.33	1.27	1.21	1.17	1.13	1.09	
1.88 m	1.16	1.14	1.12	1.17	1.27	1.35	1.39	1.48	1.42	1.31	1.27	1.21	1.21	UI = 0.76
0.63 m	1.32	1.29	1.30	1.40	1.50	1.57	1.60	1.67	1.62	1.49	1.41	1.34	1.33	

Lmin = 0.78 Lmax = 1.67 Lm = 1.12  
Uo = 0.70



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rami a doppio senso di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



**ILLUMINAMENTI [lx]**

Distanze dall'origine dei punti di calcolo													
	1.42 m	4.27 m	7.12 m	9.96 m	12.81 m	15.65 m	18.5 m	21.35 m	24.19 m	27.04 m	29.88 m	32.73 m	35.58 m
6.88 m	26.97	25.25	22.79	20.10	18.15	17.19	16.78	17.19	18.15	20.10	22.79	25.25	26.97
5.63 m	28.63	26.87	24.27	21.10	19.35	18.53	18.42	18.53	19.35	21.10	24.27	26.87	28.63
4.38 m	28.35	26.69	24.14	21.29	19.70	19.16	18.89	19.16	19.70	21.29	24.14	26.69	28.35
3.13 m	29.48	27.06	24.04	21.16	19.64	18.70	18.34	18.70	19.64	21.16	24.04	27.06	29.48
1.88 m	31.03	27.69	23.91	20.73	18.79	17.45	16.93	17.45	18.79	20.73	23.91	27.69	31.03
0.63 m	32.72	28.41	23.54	19.93	17.54	15.83	15.23	15.83	17.54	19.93	23.54	28.41	32.72

$E_{min} = 15.23$     $E_{max} = 32.72$     $E_m = 22.53$   
 $E_{min}/E_m = 0.68$

**INCREMENTO DI SOGLIA FTI secondo UNI EN 13201-3:2016**

Osservatore al centro della 1° corsia da sinistra nel senso di marcia	7.3%	0.3%	0.4%	0.5%	0.7%	1.0%	1.4%	2.0%	2.7%	3.6%	4.6%	5.3%	6.3%
Osservatore al centro della 2° corsia da sinistra nel senso di marcia	11.8%	0.4%	0.5%	0.7%	1.0%	1.4%	2.0%	2.9%	4.1%	5.6%	7.1%	8.6%	10.2%

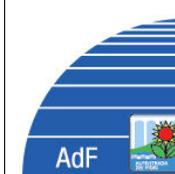
Valore massimo di FTI: 11.8%

**EDGE ILLUMINANCE RATIO EIR secondo UNI EN 13201-3**

$EIR_{12} = 0.57$     $EIR_{43} = 0.89$   
 $EIR = 0.57$    con strisce larghe 3.75 m



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rampe a senso unico di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



31/01/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

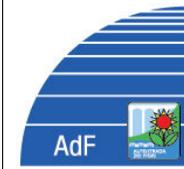
Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Illuminazione svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Stradale a senso unico di marcia
Apparecchi:	A ripartizione stradale
Lampade:	48 LED 800 mA 3000°K 116 W
Numero corsie:	1
Larghezza corsie:	4
Campo di calcolo:	0x4 m <sup>2</sup>
Punti di calcolo:	10x3
Distanza tra i punti:	3x0.667 m
Rivestimento stradale:	C2
Coeff. medio di luminanza Qo:	0.06
Fattore di manutenzione:	0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.Idt	14.460	10	-60	-2	30	8.25	0	0	0



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rampe a senso unico di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



**LUMINANZE [cd/m<sup>2</sup>]**

Luminanze con osservatore al centro della 1° corsia da sinistra nel senso di marcia [cd/m<sup>2</sup>]

Distanze dall'origine dei punti di calcolo.

	1.5 m	4.5 m	7.5 m	10.5 m	13.5 m	16.5 m	19.5 m	22.5 m	25.5 m	28.5 m	
3.33 m	0.93	0.93	0.93	0.99	1.07	1.17	1.14	1.08	1.04	0.99	
2. m	1.06	1.05	1.08	1.19	1.25	1.35	1.31	1.18	1.13	1.11	UI = 0.77
0.67 m	1.26	1.24	1.31	1.44	1.50	1.56	1.54	1.37	1.29	1.26	

Lmin = 0.93 Lmax = 1.56

Lm = 1.19

Uo = 0.78

**ILLUMINAMENTI [lx]**

Distanze dall'origine dei punti di calcolo

	1.5 m	4.5 m	7.5 m	10.5 m	13.5 m	16.5 m	19.5 m	22.5 m	25.5 m	28.5 m
3.33 m	26.25	23.74	20.31	18.41	17.62	17.62	18.41	20.31	23.74	26.25
2. m	27.87	23.89	19.90	17.54	16.28	16.28	17.54	19.90	23.89	27.87
0.67 m	29.49	24.02	19.01	15.99	14.22	14.22	15.99	19.01	24.02	29.49

Emin = 14.22 Emax = 29.49

Em = 20.97

Emin/Em = 0.68



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Rampe a senso unico di marcia**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



**INCREMENTO DI SOGLIA FTI secondo UNI EN 13201-3:2016**

Osservatore al centro della 1° corsia da sinistra nel senso di marcia

10.9% 0.4% 0.5% 0.8% 1.2% 2.0% 3.4% 5.2% 7.1% 8.9%

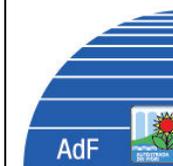
Valore massimo di fTI: 10.9%

**EDGE ILLUMINANCE RATIO EIR secondo UNI EN 13201-3**

EIR12 = 0.99      EIR43 = 0.92  
EIR = 0.92      con strisce larghe 2 m



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Sottopasso autostradale**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



03/02/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Sottopasso autostrada
Apparecchi:	Proiettori
Lampade:	32 LED
Campo di calcolo:	40x10.5 m <sup>2</sup>
X 1° punto dall'origine:	1.25 m
Y 1° punto dall'origine:	1.5 m
Punti di calcolo:	16x4
Distanza tra i punti:	2.5x2.5 m
Fattore di manutenzione:	0.8

**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	x 1°app.	y fila	Passo	Altez.	Direz.	Incli.	Rotaz.
1	Ottica 5120 32 LED 350mA 4000°K 36W 336372.ltd	5.856	2	4.836	-4.270	15	5	0	30	0
2	Ottica 5120 32 LED 350mA 4000°K 36W 336372.ltd	5.856	2	14.499	13.370	15	5	180	25	0
3	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	-45.459	18.697		10	172.8	0	0
4	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	-8.758	14.113		10	173.1	0	0
5	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	49.912	14.517		10	-168.7	0	0

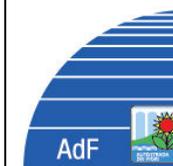
A.100.S.147.D1

Allegato 2

Pag. 1



NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
Sottopasso autostradale  
Risultati calcoli illuminotecnici



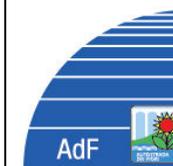
ILLUMINAMENTI [lx]

	Distanze dall'origine dei punti di calcolo							
	1.25 m	3.75 m	6.25 m	8.75 m	11.25 m	13.75 m	16.25 m	18.75 m
9. m	-	-	-	23.46	30.95	35.74	33.66	24.30
6.5 m	-	-	24.51	26.31	30.09	30.85	30.13	25.63
4. m	-	28.04	28.30	28.51	27.21	26.25	27.74	27.23
1.5 m	27.36	31.04	31.40	27.66	23.31	22.40	26.27	29.50
	21.25 m	23.75 m	26.25 m	28.75 m	31.25 m	33.75 m	36.25 m	38.75 m
9. m	18.44	19.82	26.97	32.10	31.11	23.49	18.69	-
6.5 m	21.33	21.97	25.40	26.09	25.83	22.93	-	-
4. m	25.39	24.16	22.30	20.72	20.81	-	-	-
1.5 m	29.13	24.37	18.93	16.18	15.67	-	-	-

$E_{min} = 15.67$     $E_{max} = 35.74$     $E_m = 25.71$   
 $E_{min}/E_m = 0.61$



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
Sottopasso strada per Bossarino  
Risultati calcoli illuminotecnici**



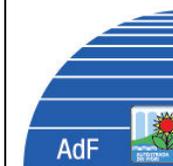
03/02/2020

**CARATTERISTICHE IMPIANTO**

Cliente - Località:	Autostrada dei Fiori SpA
Progetto:	Nuovo svincolo di Vado Ligure
Tipologia impianto:	Sottopasso strada per Bossarino
Tipo di apparecchio:	Stradale
Sorgente:	LED
Raggio esterno anello:	103.9 m
Raggio interno anello:	96.1 m
Angolo di calcolo:	0° - 30°
Punti di calcolo:	20x6
Massima lunghezza d'arco tra i punti:	2.703 m
Distanza radiale tra i punti:	1.300 m
Passo angolare tra punti di calcolo:	1.5°
Fattore di manutenzione:	0.8



**NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE**  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Sottopasso strada per Bossarino**  
**Risultati calcoli illuminotecnici**



**GEOMETRIA APPARECCHI**

Pos.	Matrice	Flusso	N° app.	X app.	Y app.	Ang.app.	Altezza	Direz.°	Inclin.°	Rotaz.°
1	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	58.222	73.392		10	-43.8	0	0
2	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	79.697	44.812		10	-60.7	0	0
3	Ottica 5139 80 LED 700mA 3000° 165W 428202.ltd	22.754	1	92.208	1.049		10	-89.4	0	0
4	Ottica 5139 48 LED 800mA 3000°K 115W 403252.ltd	14.460	1	92.049	26.724		12	-73.7	0	0
5	Ottica 5120 32 LED 350mA 4000°K 36W 336372.ltd	5.856	1	90.015	-16.766		5	-100.7	0	0
6	Ottica 5120 32 LED 350mA 4000°K 36W 336372.ltd	5.856	1	105.558	-29.530		5	79.3	0	0



NUOVO SVINCOLO AUTOSTRADALE DI VADO LIGURE  
PROGETTO DEFINITIVO  
Sottopasso strada per Bossarino  
Risultati calcoli illuminotecnici



RISULTATI

ILLUMINAMENTI [lx]

Da sinistra a destra: valori dall'angolo di inizio campo all'angolo di fine campo  
Dall'alto in basso: valori dal bordo esterno verso il centro di curvatura

.8°	2.3°	3.8°	5.3°	6.8°	8.3°	9.8°	11.3°	12.8°	14.3°
22	22	22	22	21	20	19.5	19.0	18.8	18.9
28	27	26	24	23	21	20	19.8	19.6	19.8
29	28	27	25	23	22	21	20	19.8	20
28	28	26	24	23	22	21	19.6	19.6	20
29	28	26	24	22	21	19.6	18.8	19.0	20
31	30	26	23	21	19.2	18.0	17.6	18.0	19.3
15.8°	17.3°	18.8°	20.3°	21.8°	23.3°	24.8°	26.3°	27.8°	29.3°
19.5	19.9	20	21	21	21	21	21	19.7	19.0
21	21	22	22	23	24	25	26	26	26
21	22	23	23	24	25	27	29	30	30
22	22	23	23	24	25	27	29	29	30
22	22	22	23	24	25	26	28	29	30
21	21	21	22	23	24	26	28	30	31

$E_{min} = 17.6 \text{ lx}$     $E_{max} = 31 \text{ lx}$     $E_m = 23 \text{ lx}$    Uniformità generale d'illuminamento  $E_{min}/E_m = 0.76$