

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

IMPIANTI LFM

Nuova viabilità SL16 - Relazione tecnica e calcolo illuminotecnico

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPODOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 1 8 C L L F 4 1 0 0 0 0 1 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione definitiva	L. Giorgini	Febbraio 2022	A. Bovio	Febbraio 2022	G. Fadda	Febbraio 2022	Guido Guidi Bufferini
								 ITALFERR S.p.A. U.O. Energia e Trazione Ing. Guido Guidi Bufferini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: IV0I00D18CLLF4100001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.2	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI	4
2.3	ELABORATI DI PROGETTO	5
3	CRITERI PROGETTUALI	6
3.1	DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA STRADALE	6
3.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SOTTOPASSO	6
3.3	DESCRIZIONE APPARECCHIO ILLUMINANTE SOTTOPASSO	8
4	CALCOLO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO	10
4.1	CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO	10
4.2	DIAGRAMMA DECISIONALE PER L'ILLUMINAZIONE DIURNA	11
4.3	INSTALLAZIONE PROIETTORI	14
4.4	CALCOLO ILLUMINAZIONE NOTTURNA SOTTOPASSO	16
5	CONCLUSIONI	17
6	ALLEGATI	18

1 PREMESSA

La seguente relazione di calcolo ha lo scopo di illustrare i criteri normativi e progettuali adottati per il dimensionamento degli impianti di illuminazione, relativi alla viabilità **SL16** "Adeguamento viabilità SP 6 87+053 - SL16", della tratta Andora-Finale Ligure, da realizzare nell'ambito dei lavori del raddoppio della linea Genova-Ventimiglia.

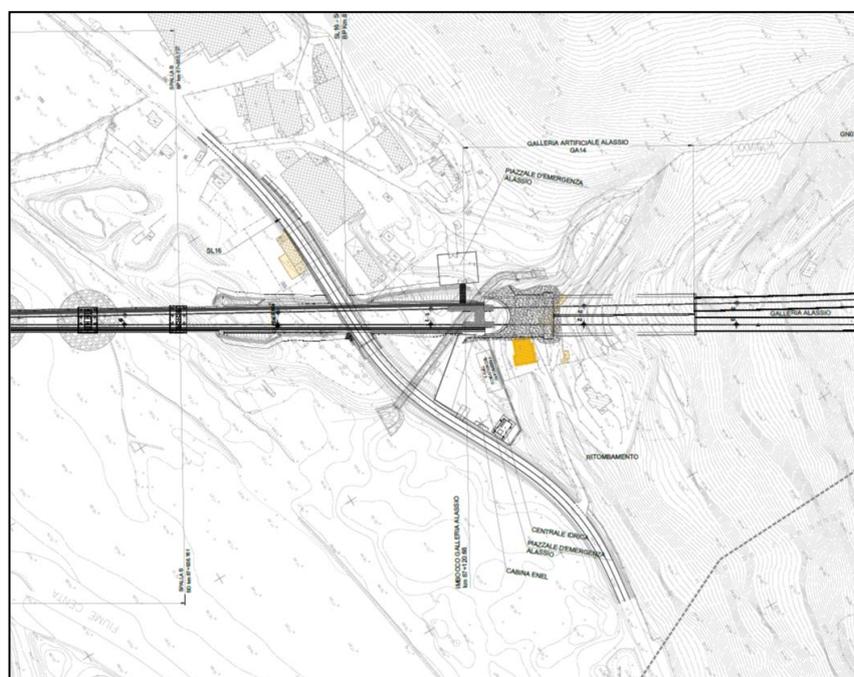


Figure 1 – Planimetria viabilità

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti normativi

Gli impianti descritti nel presente, nonché tutta la documentazione progettuale implicitamente od esplicitamente richiamata nel prosieguo, dovranno essere conforme alle prescrizioni richiamate nelle:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti;
- Normative CEI, UNI;
- Prescrizioni dell'Ente distributore;
- Specifiche tecniche RFI;

nella loro edizione più recente, delle quali di seguito si elencano le principali.

Per tutto quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative, di legge e tutti gli standard atti a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

2.2 Leggi, Decreti e Circolari

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 "Testo Unico sulla sicurezza"
- DM. 37 del 22/01/08 "Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali"
- L.186 del 1.3.1968 "Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici"
- REGOLAMENTO REGIONALE DI ATTUAZIONE N.5 DEL 15 SETTEMBRE 2009, recante "Disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso e il risparmio energetico", ha posto le basi per l'adeguamento degli impianti di illuminazione in un'ottica di garanzia e miglioramento dei necessari livelli di sicurezza sociale e valorizzazione del territorio, inteso come risorsa naturalistica e patrimoniale dei cittadini, anche a salvaguardia dell'osservazione della volta celeste.

○ **Norme CEI**

- CEI 34-21 “Apparecchi d’illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua”
- UNI EN 1838 – Illuminazione di emergenza;
- UNI EN 12464-2 – Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in esterno;
- UNI EN 11248 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 Febbraio 2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI 11095 - Luce e illuminazione - Illuminazione gallerie stradali - Requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale.
- UNI 10819 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI 11356 “Luce e illuminazione - Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED”
- UNI EN 13032-1 “Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione”

2.3 Elaborati di progetto

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, che sono indicativi nell’indice di revisione più aggiornato, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel presente documento:

CODIFICA	DESCRIZIONE
IV0I00D18P9LF4100002	Nuova viabilità SL16 - Disposizione apparecchiature e cavidotti
IV0I00D18DXLF4100002	Nuova viabilità SL16 - Schema elettrico QVIAB fronte quadro e dimensionamento cavi

3 CRITERI PROGETTUALI

Gli impianti di illuminazione previsti sono stati progettati al fine di assolvere i requisiti illuminotecnici della Normativa Nazionale UNI 11248 ed. 2016 e UNI 11095 ed. 2019 che va a completare il panorama sull'illuminazione stradale insieme alla normativa Europea UNI EN 13201-2/3/4.

Tutti gli impianti sono stati progettati in conformità alle Norme vigenti (sia Nazionali che Regionali), in modo da consentire l'ottimizzazione degli stessi e la riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

3.1 Definizione della categoria stradale

La normativa UNI 11248 individua la categoria illuminotecnica di ingresso necessaria per definire i requisiti illuminotecnici da rispettare nel progetto di illuminazione stradale in oggetto.

Tenendo conto delle caratteristiche della strada esistente (tipologia, presenza di accessi privati, raccordi altimetrici ridotti, problemi di allagamenti e larghezza media della piattaforma stradale ridotta), al fine di ottimizzare il tracciato e le opere, la velocità di progetto massima adottata è stata pari a 40 km/h. Il limite amministrativo è stato imposto pari a 40 km/h, pari alla velocità di progetto massima utilizzata.

Pertanto, la classificazione della strada per cui verrà realizzato il Sottopasso SL16 è *strada locale urbana*. Ad essa corrisponde, secondo la UNI 11248, la categoria illuminotecnica **M4**.

3.2 Caratteristiche geometriche sottopasso

Il sottopasso è costituito da un fornice di sezione rettangolare e di lunghezza pari a circa 25 m. Il fornice è caratterizzato da:

- una carreggiata a doppia corsia larga 9,50 m, una banchina su entrambi di larghezza pari a ~ 1,00 m;
- un'altezza rispetto al piano strada di circa 5 m.

Come riportato in figura 2, la norma UNI 11095 prevede la suddivisione dell'intera galleria in zone, caratterizzate da livelli di luminanza diversi, i quali tengono conto dello stato progressivo di

adattamento dell'occhio in funzione della velocità di percorrenza e della luminanza esterna percepita prima dell'imbocco, dalla distanza di riferimento.

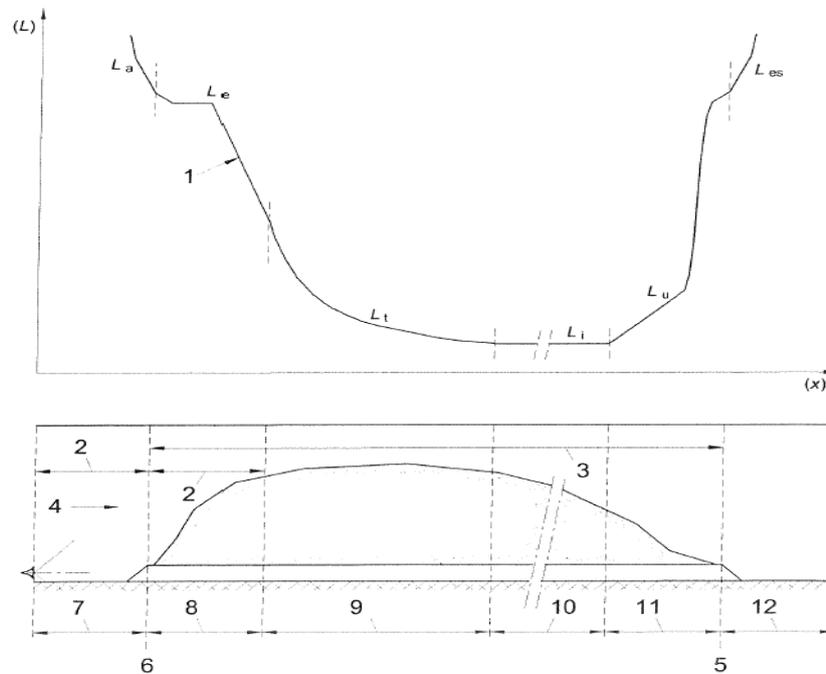


Figura 1 – Diagramma delle luminanze

Legenda:

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Curva delle luminanze | 8. Zona di entrata |
| 2. Distanza di riferimento | 9. Zona di transizione |
| 3. Lunghezza galleria | 10. Zona interna |
| 4. Senso di marcia | 11. Zona di uscita |
| 5. Sezione di uscita | 12. Zona immediatamente esterna |
| 6. Sezione di ingresso | L Luminanza (cd/m ²) |
| 7. Zona di accesso | x Distanza(m) |

3.3 Descrizione apparecchio illuminante sottopasso

La progettazione dell'impianto di illuminazione del sottopasso prevede l'installazione di corpi illuminanti con sorgente luminosa a LED, avente le seguenti caratteristiche elettriche:

- Potenza dell'apparecchio illuminante: 50 W;
- Flusso luminoso di: ~7000 lm;
- grado di protezione: IP66;
- Temperatura di colore: 4000 K
- classe isolamento: II;
- diffusore in vetro temprato;
- corpo in alluminio;
- ottica asimmetrica.

L'apparecchio illuminante dovrà avere il marchio che ne certifichi la conformità e qualità ed essere conformi alle normative vigenti in termini di inquinamento ambientale e rischio fotobiologico.

L'apparecchio illuminante dovrà possedere la seguente curva fotometrica:

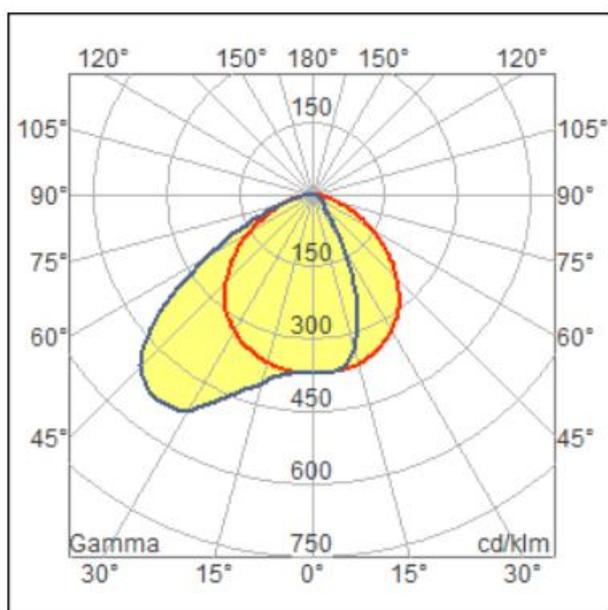


Figure 2 - Curva fotometrica proiettore sottopasso

3.4 Descrizione Apparecchio Illuminante Armatura Stradale

Gli apparecchi illuminanti previsti per l'illuminazione dei tratti di strada immediatamente in uscita dalla galleria che necessitano di illuminazione notturna hanno le caratteristiche riportate di seguito:

- Apparecchio di illuminazione con ottica stradale;
- Corpo in pressofusione di alluminio pressofuso verniciato;
- Potenza dell'apparecchio illuminante fino a 72 W;
- Flusso luminoso 9950 lumen;
- Grado di protezione IP66;
- Temperatura di colore: 4000 K;
- Classe di isolamento II;
- Resistenza agli urti: IK08;
- Protezioni sovratensioni 10 kV.

4 CALCOLO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO

Il dimensionamento degli impianti di illuminazione del sottopasso è stato effettuato nel rispetto della Norma UNI 11095, la quale specifica i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione di una galleria stradale in termini di livello ed uniformità di luminanza della carreggiata, delle pareti e di eventuali altre superfici che costituiscono la galleria. Inoltre, la norma fornisce metodologie e criteri relativi alla progettazione, alle condizioni di calcolo e alle verifiche delle prestazioni illuminotecniche.

Il progetto illuminotecnico del sottopasso prevede l'installazione di n°10 proiettori da 50W ~ 7000lm fissati a parete per la sola *illuminazione notturna*. Inoltre, verrà installato una palina luce con armatura stradale LED in corrispondenza di ogni imbocco per l'illuminazione del tratto di strada immediatamente in uscita del sottopasso.

4.1 *Categorie illuminotecniche di ingresso*

La selezione della categoria illuminotecnica di ingresso, dalla quale partire per la valutazione della categoria di progetto da effettuare in base all'analisi dei rischi, dipende esclusivamente dalla tipologia di strada.

Dal prospetto 1 della norma UNI 11248 si individuano le seguenti categorie illuminotecniche di ingresso:

- *Strade urbane tipo F* *Categoria M4*

Al fine di garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada, minimizzare i consumi energetici, i costi di installazione e di gestire l'impatto ambientale, si procede alla scelta della categoria di progetto effettuando un'analisi dei rischi consistente nella valutazione dei parametri di influenza più significativi; tale valutazione potrà eventualmente condurre ad una *riduzione* della categoria illuminotecnica di ingresso.

I parametri di influenza presi in considerazione per il presente progetto sono stati selezionati tra quelli illustrati nel prospetto 2 della norma UNI 11248.

Nella tabella viene riportata l'analisi dei rischi effettuata per la strada principale, a partire dalla categoria di ingresso M4.

TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUM. INGRESSO	NUMERO CAT. INGRESSO
F	M4	4
PARAMETRO DI INFLUENZA	VALUTAZIONE DEL PARAMETRO DI INFLUENZA	VARIAZIONE MASSIMA CAT. ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo	Normale	0
Zone di conflitto	Presenti	0
Segnaletica cospicua	Normale	0
Pericolo di aggressione	Presente	0
VARIAZIONE TOTALE INDICE		0
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	NUMERO DELLA CATEGORIA DI PROGETTO	
M4	4	

Tabella 1 - Analisi dei rischi

Con riferimento alla Tabella 2 si evidenzia che, al presente livello di progettazione, non vi sono sufficienti riscontri tali da consentire di apportare una riduzione della categoria illuminotecnica di ingresso. Pertanto, la categoria di progetto risultante, che verrà utilizzata nello sviluppo dei calcoli illuminotecnici relativi della strada per cui verrà realizzato il sottopasso SL16 è la M4.

4.2 Diagramma decisionale per l'illuminazione diurna

Per poter definire il tipo di galleria, bisogna analizzare il diagramma decisionale pertinente al caso in progetto, come da prospetto 1 della Norma 11095.

prospetto 1 **Classificazione delle strade e individuazione del diagramma decisionale per il progetto dell'impianto di illuminazione**

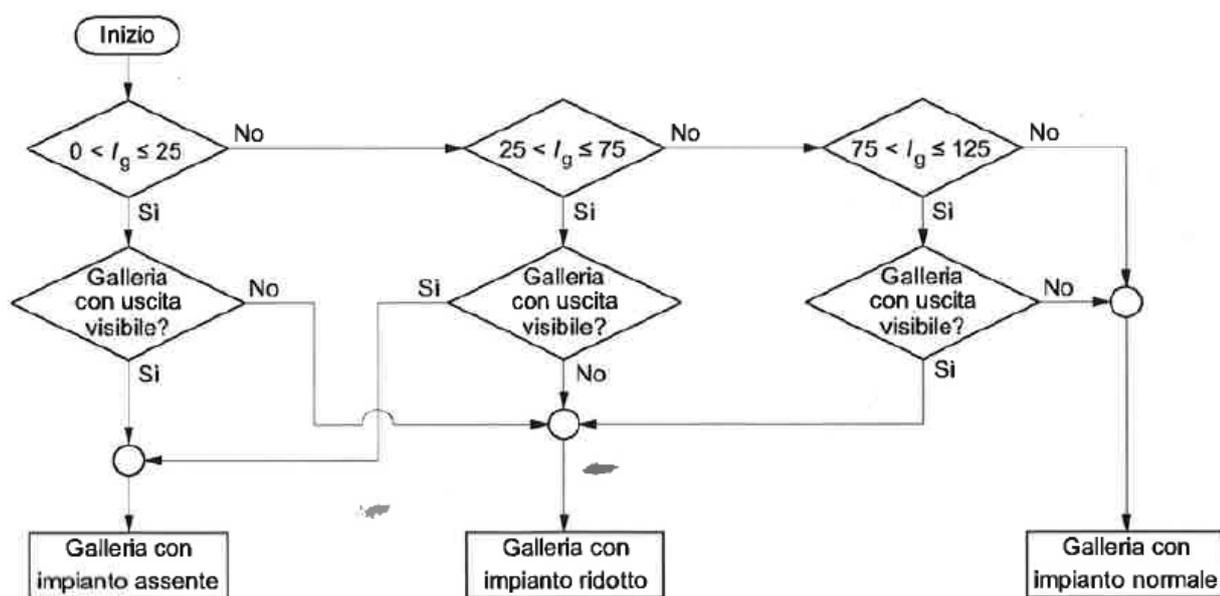
Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Diagramma decisionale di figura 2
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	I (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	I (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	II (unidirezionale) (bidirezionale) ¹⁾
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	III
	Strade extraurbane secondarie	50	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	III
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	III
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	II
	Strade locali extraurbane	50	III
		30	III
	Strade locali urbane	50	III
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	III
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	III
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	Non pertinente
	Strade locali interzonali	50	III
		30	III
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ²⁾	Non dichiarato	Non pertinente
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792.[6]
2) 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".
*) Si adottano sempre le condizioni di riferimento di illuminazione.

Nel caso in oggetto, essendo la galleria posta su una viabilità di tipo locale urbana F, dovrà essere seguito il diagramma decisionale III della figura 3 della Norma UNI 11095.

Il diagramma decisionale definisce che per il sottopasso in oggetto, avente lunghezza pari a circa 25 m e "uscita visibile", dovrà essere adottata la tipologia con impianto assente. Il progetto illuminotecnico verterà, pertanto, alla sola verifica dell' *illuminazione notturna* del sottopasso.

figura 4 **Diagramma decisionale per galleria rettilinea e con strada di accesso rettilinea con pendenza longitudinale costante (III)**



4.3 Installazione Proiettori

L'illuminazione permanente sarà realizzata a mezzo di 3 proiettori LED, installati sulle pareti laterali del sottopasso e disposti 2 per ogni lato ad un'interdistanza di 10 m. L'altezza d'installazione dei proiettori sarà di circa 6,00 m dal piano stradale.

L'illuminazione notturna sarà realizzata a mezzo di proiettori LED disposti ad un'interdistanza di 10,00 m lungo il sottopasso. I proiettori verranno installati su passerella in acciaio 200x100 mm zincata a caldo, completa di coperchio e setto separatore. Tali passerelle devono essere installate nel sottopasso

mediante apposito supporto. L'altezza d'installazione dei proiettori è fissa lungo tutto il sottopasso di 5,00 m dal piano strada. Mentre, l'altezza di montaggio a soffitto della passerella varia a seconda del fornace del sottopasso.

Di seguito si riporta in figura particolare di installazione dei proiettori nel sottopasso:

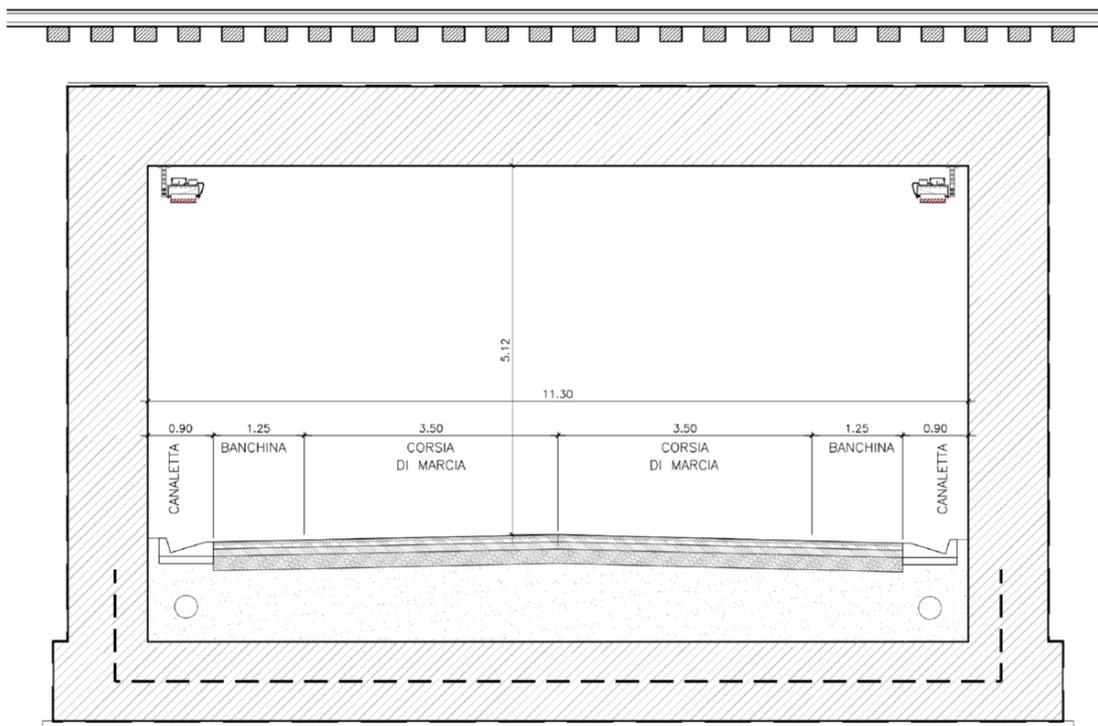


Figura 3 - Montaggio proiettori in sezione

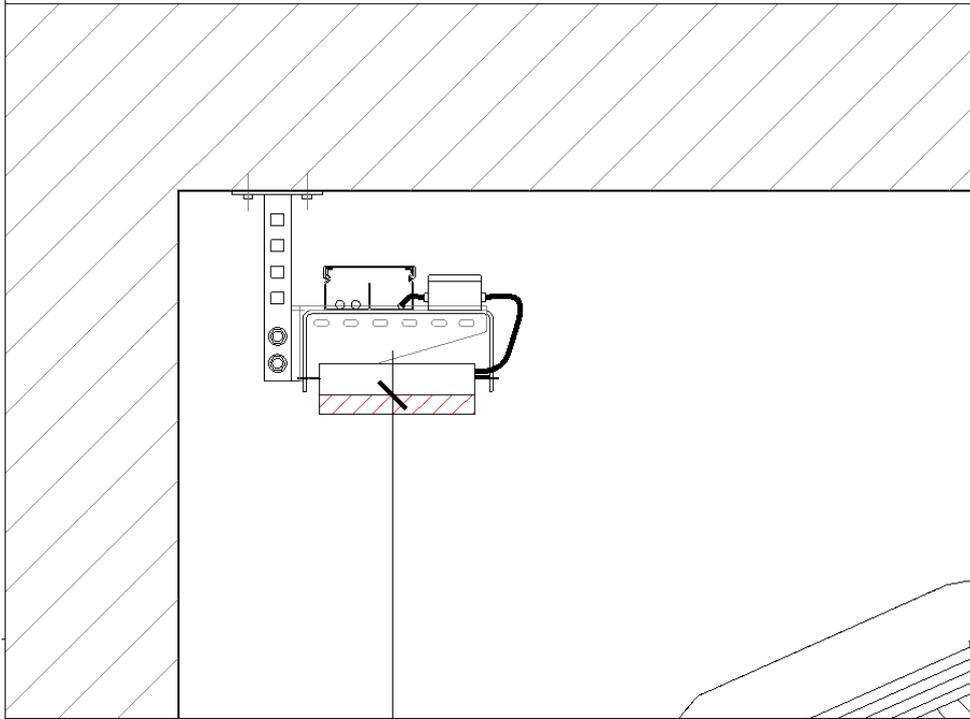


Figura 4 - Dettaglio montaggio

4.4 Calcolo Illuminazione notturna Sottopasso

In questo paragrafo verranno riportati i risultati di calcolo per la verifica dell'illuminazione notturna del sottopasso oggetto della presente relazione, ottenuti mediante il software Dialux 4.13.

La normativa UNI 11095 impone la necessità dell'illuminazione notturna dell'intera galleria e dei tratti di strada immediatamente all'uscita della galleria, indipendentemente dalla lunghezza della galleria.

Il requisito da rispettare per l'illuminazione notturna delle gallerie definita nella UNI 11095, per il caso in oggetto, è il seguente:

- di notte la luminanza media della carreggiata deve essere almeno pari a **1 cd/m²**, se la galleria non fa parte di una strada illuminata.

Inoltre, per le gallerie a doppio senso di marcia le uniformità di luminanza dovranno soddisfare i limiti minimi imposti nel prospetto 4, ossia:

$$U_{o,cm,r} \geq 0,50$$

Nella tabella che segue si riporta una sintesi dei risultati ottenuti:

Tabella 2 – Risultati calcolo

Categoria strada	Luminanza media strada di accesso (UNI 11095) [cd/m ²]	Uniformità di luminanza (UNI 11095)	Luminanza media sottopasso (calcolo) [cd/m ²]	Uniformità di luminanza (calcolo)
M4	1,00	0,50	3,34	0,74

5 CONCLUSIONI

Nella tabella seguente sono riepilogate le principali caratteristiche e il tipo di posa degli apparecchi previsti per l'illuminamento del sottopasso:

Caratteristiche corpi illuminanti	Grado IP	Posa	N.o e passo	Tipologia lampade
<u>Illuminazione notturna SOTTOPASSO SL16:</u> Apparecchio LED con corpo in Al pressofuso e con ottica stradale asimmetrica. Classe II.	IP66 IK09	I proiettori sono installati su passerella in acciaio ad un'altezza di 5,00 m dal piano strada.	3 proiettori su ambo i lati con passo 10 m	LED 50W/~7000lm
<u>Illuminazione viabilità di accesso:</u> Armatura stradale LED con corpo e telaio in Al pressofuso anodizzato, diffusore in vetro trasparente temperato	IP66 IK08	Su un lato della carreggiata in corrispondenza di entrambi gli imbocchi del sottopasso	2 paline luce h.f.t. 8m	LED ~72W/~9950lm

Per effettuare le verifiche è stato utilizzato il software di calcolo illuminotecnico DIALux ver. 4.13; i risultati delle verifiche sono riportati nei documenti allegati al capitolo seguente, oltre a quanto già riportato nel paragrafo 4.4. Tutti i calcoli sono stati condotti su modelli di dimensioni reali.

L'appaltatore dovrà successivamente rieffettuare tutti i calcoli con l'effettivo apparecchio utilizzato per dimostrare l'ottemperanza ai requisiti sopra indicati.

6 Allegati

Parte integrante della presente relazione di calcolo è il seguente allegato, in cui vengono riportati i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate:

SOTTOPASSO



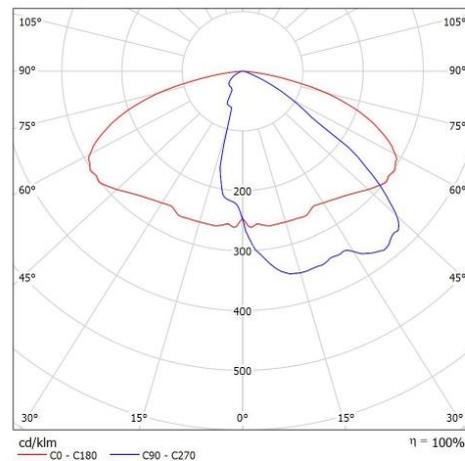
DIALux
03.02.2022

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

ARMATURA STRADALE 72W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 37 74 96 100 100

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

SOTTOPASSO

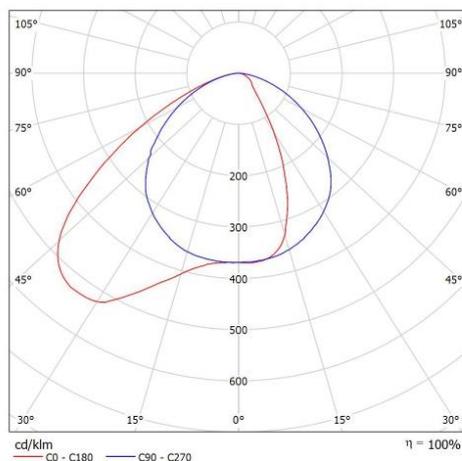


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

PROIETTORE 50W / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 52 85 98 100 100

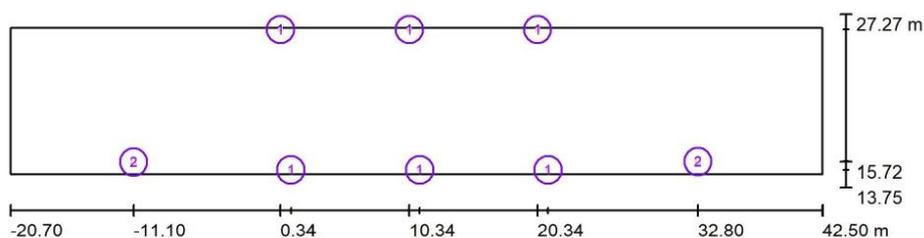
A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

SOTTOPASSO



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sottopasso Notturno / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 452

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	6	PROIETTORE 50W
2	2	ARMATURA STRADALE

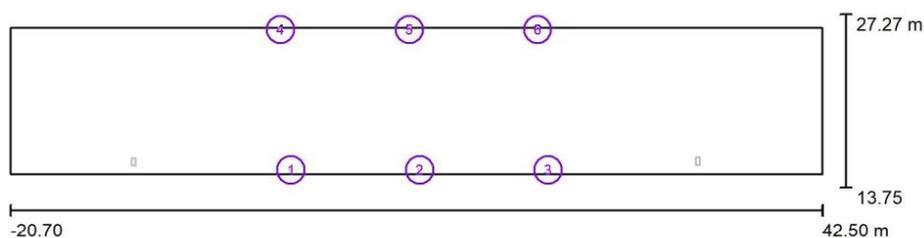
SOTTOPASSO



03.02.2022

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sottopasso Notturno / Notturno Sottopasso / Dati di pianificazione



Scala 1 : 452

No.	Lampada	Posizione [m]			Rotazione [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	PROIETTORE 50W	1.157	15.106	4.900	0.0	0.0	-90.0
2	PROIETTORE 50W	11.157	15.106	4.900	0.0	0.0	-90.0
3	PROIETTORE 50W	21.157	15.106	4.900	0.0	0.0	-90.0
4	PROIETTORE 50W	0.342	26.076	4.900	0.0	0.0	90.0
5	PROIETTORE 50W	10.342	26.076	4.900	0.0	0.0	90.0
6	PROIETTORE 50W	20.342	26.076	4.900	0.0	0.0	90.0

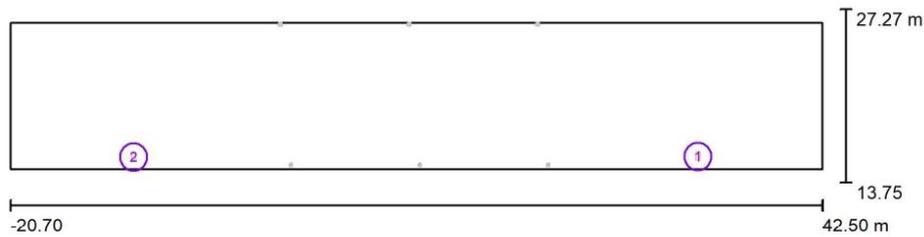
SOTTOPASSO



DIALux
03.02.2022

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sottopasso Notturmo / Notturmo Stradale / Dati di pianificazione



Scala 1 : 452

No.	Lampada	Posizione [m]			Rotazione [°]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	ARMATURE STRADALE 72W	32.800	15.762	8.000	0.0	0.0	0.0
2	ARMATURE STRADALE 72W	-11.100	15.724	8.000	0.0	0.0	0.0

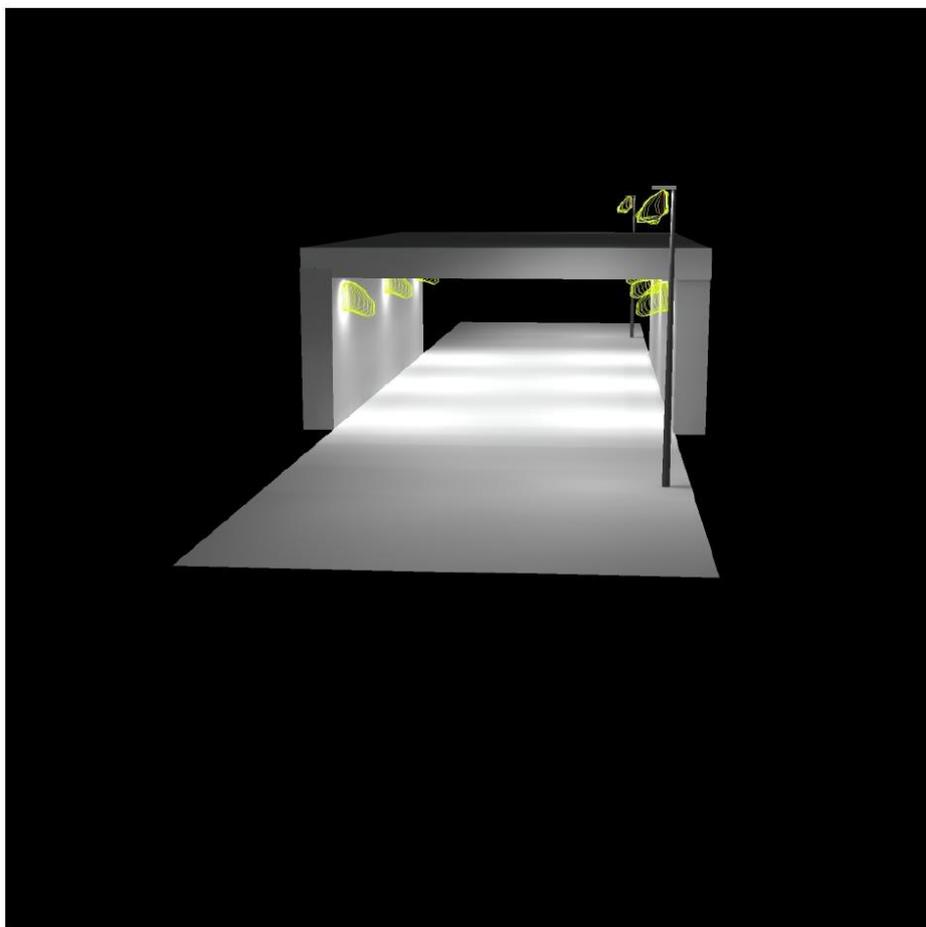
SOTTOPASSO



DIALux
03.02.2022

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sottopasso Notturno / Illuminazione Notturna / Rendering 3D



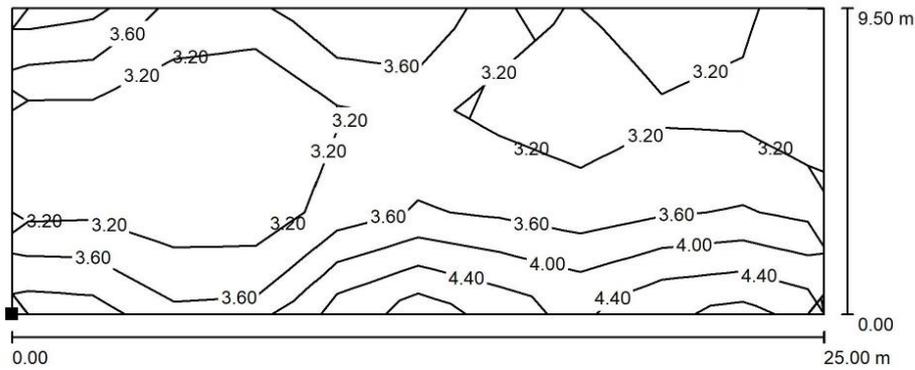
SOTTOPASSO



DIALux
03.02.2022

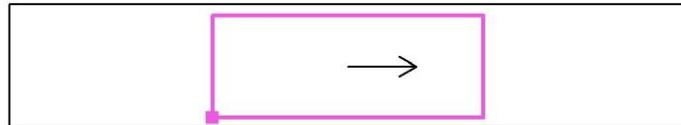
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sottopasso Notturno / Illuminazione Notturna / Sottopasso / Isolinee (L)



Valori in Candela/m², Scala 1 : 179

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(-1.858 m, 15.638 m, 0.000 m)



Reticolo: 10 x 3 Punti
Posizione dell'osservatore: (-61.858 m, 20.388 m, 1.500 m)
Linea di mira: 0.0 °
Manto stradale: R3, q0: 0.070

L_m [cd/m ²]	U0	UI	L_v [cd/m ²]
3.34	0.74	0.82	0.02