

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

COLLEGAMENTO FERROVIARIO DELL'AEROPORTO DEL SALENTO
CON LA STAZIONE DI BRINDISI

IMPIANTI LFM

LF03 - VIABILITA'

Relazione di calcolo Illuminotecnico NV01

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 7 K 0 0 D 1 8 C L L F 0 3 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	P.BUGANTELLA	DIC.2019	M.CASTELL	DIC.2019	T.PAOLETTI	DIC.2019	G.GUIDI BUENAFANTINI DIC.2019

ITALFERR
U.O. TECNOLOGIE CENTRO
Ing. Guido Buenafantini
Ordine Ingegneri Provincia di Roma
n° 17812

File: IA7K00D18CLLF0300002A

n. Elab.: X

INDICE

PREMESSA E SCOPO	4
1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
1.1 ELABORATI DI PROGETTO.....	5
1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	6
1.3 ALLEGATI	7
1.4 CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO	8
1.5 CALCOLO ILLUMINOTECNICO.....	9
1.6 CALCOLO ILLUMINOTECNICO SOTTOPASSO	11
1.6.1 Caratteristiche geometriche	11
1.6.2 Illuminazione zona interna	13
1.6.3 Illuminazione di rinforzo	14
1.6.4 Illuminazione notturna	21

Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Analisi dei rischi.....	9
Tabella 2 - Configurazione di progetto.....	10
Tabella 3 - Risultati strada.....	10
Tabella 4 – Risultati calcolo	13
Tabella 5 – Distanze di Riferimento.....	14
Tabella 6 – Valori di luminanza (kcd/mq) considerati nella stima di Lseq.....	15
Tabella 7 - Illuminamenti orizzontali per la valutazione di Eh	18
Tabella 8 - Distanze di visibilità meteorologica per la valutazione di Vm.....	18
Tabella 9 – Valori del fattore c in funzione del tipo di impianto.....	20
Tabella 10 – Risultati calcolo	21
Tabella 11 – Risultati calcolo	21

Impianti LFM – LF03 - Viabilità

Relazione di calcolo illuminotecnico NV01

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA7K	00	D18CL	LF0300002	A	3 di 21

Indice delle figure

Figura 1 – Diagramma delle luminanze..... 12

Figura 2 – Diagramma di Adrian per il calcolo della luminanza di velo equivalente Lseq..... 15

PREMESSA E SCOPO

I lavori oggetto della presente relazione si collocano nell'ambito degli interventi del collegamento ferroviario dell'aeroporto del salento con la stazione di Brindisi.

Il presente documento riporta le caratteristiche degli Impianti di Illuminazione previsti a servizio della nuova viabilità stradali. Si rende necessaria la realizzazione di tali viabilità al fine di garantire la continuità delle strade ad uso civile, con cui si prevede l'interferenza della linea ferroviaria di nuova realizzazione, e di consentire l'accesso alle varie finestre, ai nuovi piazzali e alle nuove stazioni.

Verranno realizzate diverse tipologie di viabilità di servizio lungo le progressive della linea ed in base alla tipologia di strada ed al relativo flusso di traffico giornaliero verranno illuminate.

La categoria illuminotecnica d'ingresso presa in considerazione per le viabilità oggetto della presente relazione è la ME4a secondo la normativa UNI 11248.


1. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

1.1 Elaborati di progetto

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel prosieguo del presente documento:

Elaborati di carattere generale:

- **IA7K00D18P9LF0300001A** Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature LFM NV01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A	FOGLIO 6 di 21

1.2 Riferimenti Normativi


I principali riferimenti normativi di cui si è tenuto conto nello sviluppo della progettazione sono, in linea indicativa ma non esaustiva, i seguenti:

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”

Normative Tecniche:

- RFI DPR DAMCG LG SVI 008A – “Linee guida per illuminazione nelle stazioni e fermate medio/piccole”;
- STI – “Specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta abile” - decisione della Commissione del 18/11/2014;
- CEI 34-21 “Apparecchi d’illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”
- 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 - 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.
- Legge Regionale 23 novembre 2005, n.15: Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico
- Regolamento Regionale 22 agosto 2006, n. 13: Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA7K	00	D18CL	LF0300002	A	7 di 21

luminoso e per il risparmio energetico

1.3 Allegati

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

- Allegato 1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A	FOGLIO 8 di 21

DESCRIZIONE GENERALE

Gli impianti di illuminazione previsti sono stati progettati al fine di assolvere i requisiti illuminotecnici della Normativa Nazionale UNI 11248 ed. 2012 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. Il progetto dell'illuminazione stradale sarà effettuato mediante pali luce con altezza fuori terra di 8 m e interdistanza di 20 m tra l'uno e l'altro. Le caratteristiche ottiche ed elettriche dell'apparecchio illuminante sono riportate nei documenti allegati. Si precisa che nelle successive fasi progettuali dovranno essere calcolati e verificati i blocchi di fondazione dei pali.

1.4 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 di servizio alle strade extraurbane principali: Categoria ME4a

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
B	M4	4
PARAMETRO DI INFLUENZA	VALUTAZIONE DEL PARAMETRO DI INFLUENZA	VARIAZIONE MASSIMA CAT. ILLUMINOTECNICA
Complessità del campo visivo	Normale	0
Condizioni conflittuali	Presenti	0
Segnaletica cospicua	Normale	0
Pericolo di aggressione	Presente	0
Svincoli/intersezione a raso	Presente	0
Attraversamenti pedonali	Presenti	0
VARIAZIONE TOTALE INDICE		0
CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	NUMERO DELLA CATEGORIA DI PROGETTO	
M4	4	

Tabella 1 - Analisi dei rischi

1.5 Calcolo Illuminotecnico

Con riferimento alle caratteristiche della strada (tipologia, geometria, velocità di percorrenza, ecc.) ed in base a quanto indicato dalla Norma UNI 11248, è stata effettuata una attenta selezione della categoria illuminotecnica di riferimento. Successivamente, in base ai valori di illuminamento e di uniformità prescritti dalle suddette Norme è stata effettuata la modellazione dell'area per la quale è stato poi effettuato il calcolo illuminotecnico di verifica, simulando le reali condizioni di illuminazione (in termini di tipologia, quota di posa e numero dei corpi illuminanti) e le reali condizioni di esercizio a regime (in termini di pulizia e manutenzione dei corpi illuminanti).

Nelle tabelle che seguono si riporta una sintesi della categoria illuminotecnica della strada, della configurazione dell'impianto di illuminazione e dei risultati ottenuti.


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
	Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A

Tabella 2 - Configurazione di progetto

Categoria strada	Categoria illuminotecnica Strada	Corpo illuminante	Palo [m]	Sbraccio [m]
B	ME4a	Armatura LED 63,9W	8	no

Tabella 3 - Risultati strada

Categoria ill. Strada	Luminanza (UNI EN 13201-5) [cd/m ²]	Uniformità (UNI EN 13201-2)	Illuminamento medio (calcolo) [cd/m ²]	Uniformità (calcolo)
ME4a	0,75	0,40	1,10	0,52


La modellazione delle aree è stata eseguita con un programma di calcolo illuminotecnico; i risultati ottenuti sono riportati nel documento allegato alla presente relazione, mentre negli elaborati grafici di progetto è riportata l'ubicazione planimetrica dei corpi illuminanti.

I componenti dell'impianto di illuminazione dovranno avere i seguenti requisiti minimi:

- Efficienza luminosa delle lampade: $\geq 90\text{lm/W}$;
- Rendimento ottico degli apparecchi di illuminazione: $\geq 90\%$;
- Emissione massima verso l'alto: $\leq 5\text{cd/klm}$ a 90° ; $= 0\text{cd/klm}$ ad oltre 90° .

Inoltre, dovrà essere possibile la regolazione del flusso luminoso degli apparecchi di illuminazione negli orari di funzionamento tramite appositi dispositivi di regolazione centralizzati o tramite dispositivi elettronici programmabili integrati negli apparecchi.

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A	FOGLIO 11 di 21

1.6 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.

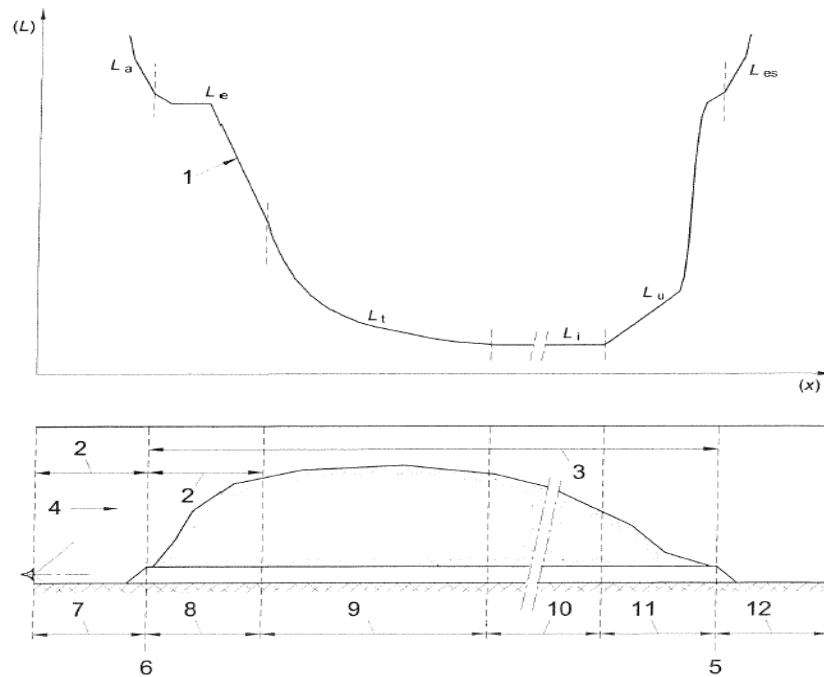
1.6.1 Caratteristiche geometriche

Il sottopasso è costituito da un fornice a traffico bidirezionale, di sezione rettangolare e di lunghezza pari a circa 41,8 m. Il fornice è caratterizzato da:

- una carreggiata a due corsie di 3,5 m ciascuna, e una banchina a ciascun lato di 0,9 m;
- un'altezza mediamente pari a 5,50 m;


Come riportato in figura 1, 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). |

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
	Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A

1.6.2 Illuminazione zona interna

Come prescritto dalla norma UNI 11095, la luminanza della zona interna (L_i) deve assumere un livello costante. Tale valore non deve essere inferiore al valore calcolato mediante la seguente espressione:

$$L_i \geq 2 \cdot L_{UNI}$$

dove (L_{UNI}) è il valore minimo della luminanza prescritto dalle norme UNI 11248 ed UNI13201 per la strada di accesso alla galleria. Se la strada di accesso è illuminata con una luminanza media L_m maggiore di quella prevista dalla UNI EN 13202-2, la luminanza media nella zona interna L_i deve essere pari a $2L_m$. Nel caso specifico, la strada risulta caratterizzata da una categoria di esercizio pari a ME4a e quindi il valore di L_{UNI} vale 1 cd/m^2 , ma a progetto è stato previsto un valore di luminanza media L_m pari a $1,5 \text{ cd/m}^2$.


Pertanto, sulla base della formula sopra riportata si può assumere un valore $L_i \geq 3 \text{ cd/m}^2$.

L'illuminazione permanente sarà realizzata a mezzo di proiettori LED disposti ad una interdistanza costante lungo il sottopasso. La soluzione scelta, come mostrato nei calcoli allegati, è quella di un sistema di illuminazione con corpi bilaterali affacciati, installati a quota di circa 4,90 m lungo entrambe le pareti laterali, allo scopo di garantire un adeguato livello di luminanza ed uniformità interna. Tali proiettori entreranno in funzione nelle ore diurne in aggiunta a quelli dedicati all'illuminazione notturna.

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

Tabella 4 – Risultati calcolo

Categoria strada esterna	Luminanza medio sottopasso (UNI 11095) [cd/m^2]	Uniformità (UNI 11095)	Luminanza medio sottopasso (calcolo) [cd/m^2]	Uniformità (calcolo)
ME4a	3,0	0,40	3,66	0,49

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
	Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A

1.6.3 Illuminazione di rinforzo

L'illuminazione di rinforzo dipende dalla luminanza della zona di accesso e deve essere stabilita sulla base della percezione visiva di un guidatore in avvicinamento che si trova in approccio alla galleria. Dal *Prospetto 2* della Norma UNI 11095 si evince che, per gallerie di lunghezze L comprese tra $25 < L \leq 75$ m la luminanza di rinforzo deve essere pari al 50% della luminanza esterna L_e :

$$L_{\text{rinforzo}} = 0,50 \cdot L_e$$

La luminanza di entrata L_e è influenzata da 4 diverse componenti:

- la luminanza di velo equivalente L_{seq}
- la luminanza atmosferica L_{atm}
- la luminanza del parabrezza L_{par}
- la luminanza del cruscotto L_{cru} .

Per ognuna di queste luminanze sono state effettuate analisi e calcoli specifici.

Luminanza di velo equivalente

Per il calcolo della luminanza di velo equivalente L_{seq} è stato utilizzato il metodo di Adrian; ciò si è reso possibile tramite un'ipotesi tridimensionale (da confermare nelle successive fasi progettuali) della prospettiva di ciascun imbocco vista dalla distanza di riferimento. Tale distanza è stata calcolata in accordo al *Prospetto A.1* della Norma UNI 11095; nel caso specifico, considerando la condizione di superficie stradale bagnata ed una velocità di percorrenza pari a 80 km/h, si sono ottenuti i valori riportati in Tabella 5.

Tabella 5 – Distanze di Riferimento

	Pendenza [%]	Velocità [km/h]	Distanza Rif. [m]
IMBOCCO NORD	-4%	80	79
IMBOCCO SUD	+4%	80	84

Sovrapponendo il diagramma di Adrian (figura 2) allo schizzo prospettico del manufatto è stato possibile analizzare ogni singolo settore, assegnando il relativo valore di luminanza alle varie superfici che costituiscono lo scenario attorno all'imbocco. Tale valore dipende dalla direzione di percorrenza e dalla posizione solare, le quali alterano le luminanze delle superfici circostanti l'imbocco.

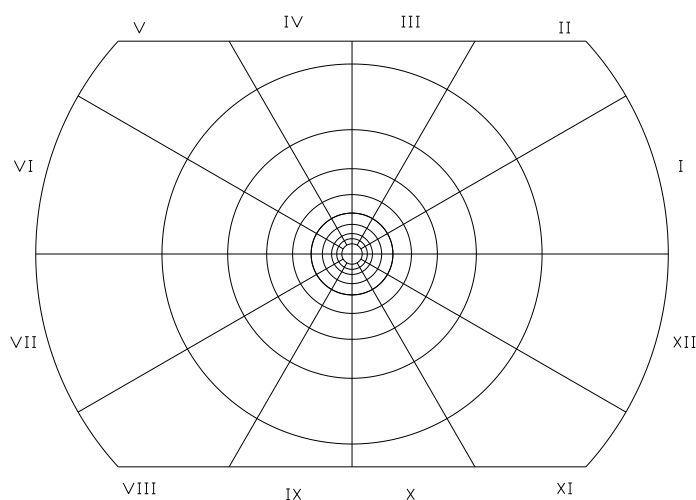


Figura 2 – Diagramma di Adrian per il calcolo della luminanza di velo equivalente L_{seq}

Il diagramma è troncato in alto ed in basso per tener conto delle limitazioni di visibilità del parabrezza e del cruscotto.

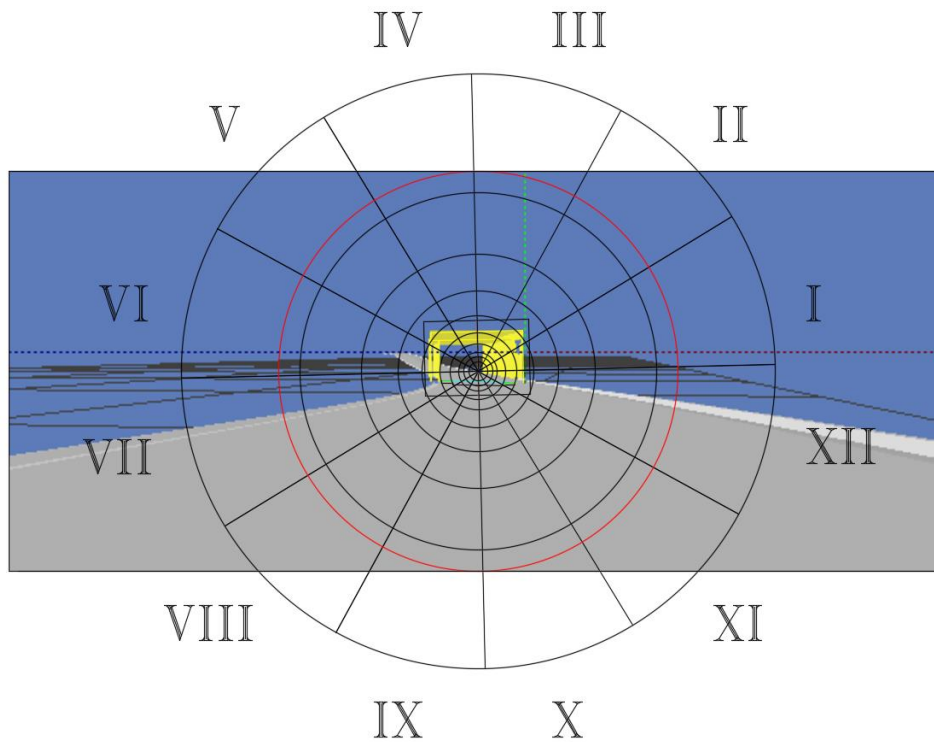
I valori di luminanza da assegnare a ciascuna parte dello schizzo sono riassunti nella Tabella 6; tali valori derivano dal prospetto E.2 della Norma UNI 11095:2011.

Tabella 6 – Valori di luminanza (kcd/mq) considerati nella stima di L_{seq}

Imbocco	Cielo	Strada	Edifici	Verde
Nord	16	5	4	2
Sud	8	3	4	2

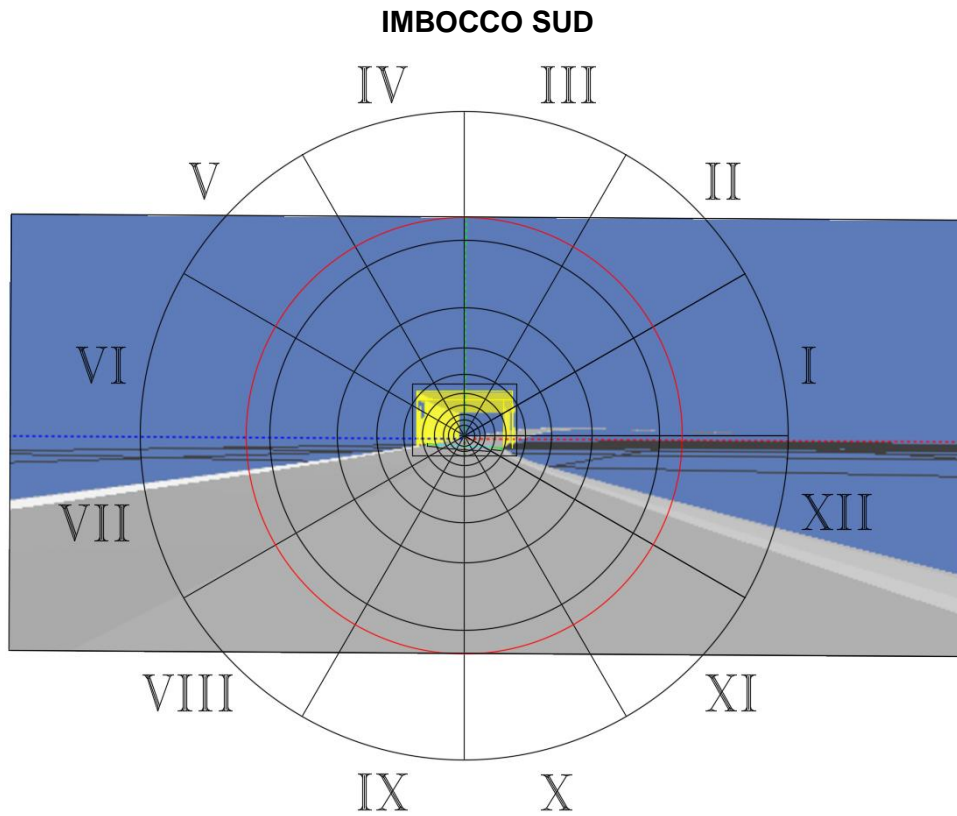
Di seguito sono stati riportati i risultati dell'analisi per i due imbocchi del sottopasso in oggetto.

IMBOCCO NORD



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTALE
I	0	0	0	0	4,8	10,4	10,4	10,4	10,4	46,4
II	0	0	0	0	3,2	6,4	16	16	12	53,6
III	0	0	0	0	8	16	16	16	4	60
IV	0	0	0	0	4,8	16	16	16	4	56,8
V	0	0	0	0	1,6	11,2	16	16	12	56,8
VI	0	0	0	0	4,8	10,4	10,4	10,4	10,4	46,4
VII	0	0	0	0	3,5	4,1	4,1	4,1	4,1	19,9
VIII	0	5	5	5	5	5	5	5	3,75	38,75
IX	0	5	5	5	5	5	5	5	1,25	36,25
X	0	5	5	5	5	5	5	5	1,25	36,25
XI	0	5	5	5	5	5	5	5	3,75	38,75
XII	0	0	0	0	3,5	4,1	4,1	4,1	4,1	19,9
										509,8

$$L_{seq}=0,51 \times 509,8 \times 10^{-3} = 260 \text{ kcd/m}^2$$



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTALE
I	0	0	0	0	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	28
II	0	0	0	0	0,8	8	8	8	6	30,8
III	0	0	0	0	6,4	8	8	8	2	32,4
IV	0	0	0	0	6,4	8	8	8	2	32,4
V	0	0	0	0	0,8	8	8	8	6	30,8
VI	0	0	0	0	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	28
VII	0	0	0	0	0	2,7	2,7	2,7	2,7	10,8
VIII	0	0	3	3	3	3	3	3	2,25	20,25
IX	0	3	3	3	3	3	3	3	0,75	21,75
X	0	3	3	3	3	3	3	3	0,75	21,75
XI	0	0	3	3	3	3	3	3	2,25	20,25
XII	0	0	0	0	0	2,7	2,7	2,7	2,7	10,8
288 kcd/m²										

$$L_{seq} = 0,51 \times 288 \times 10^{-3} = 146,88 \text{ cd/m}^2$$

Luminanza atmosferica

Per il calcolo della luminanza atmosferica L_{atm} si è utilizzata la formula:

$$L_{atm} = 1,3 \frac{d_a \cdot E_h}{\pi \cdot V_m}$$

in cui:

d_a = distanza di riferimento [m]

E_h = illuminamento orizzontale [klx]

V_m = distanza di visibilità meteorologica, ossia la distanza espressa in km alla quale, in conseguenza della luminanza dell'atmosfera, un oggetto nero osservato sullo sfondo del cielo all'orizzonte presenta un contrasto pari a 0,05.

I dati relativi ad E_h e V_m possono essere stimati in base ai dati convenzionali in funzione delle condizioni annue predominanti agli imbocchi del sottopasso in esame. Vedere tabelle seguenti.

Tabella 7 - Illuminamenti orizzontali per la valutazione di E_h

Latitudine locale	Illuminamento orizzontale [klx]
36° N	64
38° N	62
40° N	60
42° N	58
44° N	57
46° N	55

Tabella 8 - Distanze di visibilità meteorologica per la valutazione di V_m

Condizioni atmosferiche	Distanza di visibilità meteorologica [km]
Gallerie e sottopassi urbani	8
Gallerie extraurbane a livello del mare	9
Gallerie extraurbane a quota \leq 500 m	10
Gallerie extraurbane a quota $>$ 500 m	15

Nella tabella seguente vengono riportati, in sintesi, i risultati ottenuti in corrispondenza dei due diversi imbocchi.

	IMBOCCO NORD	IMBOCCO SUD
Eh	59	59
Vm	10	10
da	79	84
L_{atm} [cd/m²]	192	205


Luminanza del parabrezza e del cruscotto

La luminanza del parabrezza è inscindibile da quella del cruscotto e può essere calcolata con la formula globale seguente:

$$L_{\text{par}} + L_{\text{cru}} = 0,4 \times L_{\text{seq}}$$

Nella tabella seguente vengono riportati, in sintesi, i risultati ottenuti in corrispondenza dei due diversi imbocchi.

	IMBOCCO NORD	IMBOCCO SUD
L_{par} + L_{cru} [cd/m²]	104	59

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
	Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A

Calcolo della luminanza di entrata L_e

I valori delle luminanze precedentemente determinati vengono sommati fra loro per determinare il valore della luminanza di velo L_v della formula per il calcolo della luminanza di entrata L_e :

$$L_e = c \cdot L_v$$

dove :

$$L_v = L_{seq} + L_{atm} + L_{par} + L_{cru}$$

c = fattore dipendente dal tipo di impianto e definito dalla Tabella 9:

Tabella 9 – Valori del fattore c in funzione del tipo di impianto

Tipo di impianto	Fattore c
Controflusso	0,23
Simmetrico	0,25
Proflusso	0,32

Nel presente caso il riferimento è ad un impianto di tipo simmetrico, pertanto le luminanze di entrata, risultano le seguenti:

	IMBOCCO NORD	IMBOCCO SUD
L_e [cd/m ²]	140	103

E per quanto detto, l'illuminazione di rinforzo ai due imbocchi dovrà valere:

	IMBOCCO NORD	IMBOCCO SUD
$L_{Rinforzo}$ [cd/m ²]	70	51,5

L'illuminazione di rinforzo sarà realizzata a mezzo di due file di proiettori LED disposti ad una interdistanza costante lungo il sottopasso. La soluzione scelta, come mostrato nei calcoli allegati, è quella di un sistema di illuminazione con corpi bilaterali affiancati, installati a soffitto a quota di circa 4,90m in corrispondenza dell'asse della carreggiata, allo scopo di garantire un adeguato livello di luminanza ed uniformità interna durante le ore di massima luce esterna.

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


 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Collegamento Ferroviario Aeroporto del Salento con la stazione di Brindisi					
	Impianti LFM – LF03 - Viabilità Relazione di calcolo illuminotecnico NV01	COMMESSA IA7K	LOTTO 00	CODIFICA D18CL	DOCUMENTO LF0300002	REV. A

Tabella 10 – Risultati calcolo

Categoria strada esterna	Luminanza di rinforzo (calcolo) [cd/m ²]	Uniformità (calcolo)
ME4a	77	0,39

1.6.4 Illuminazione notturna

Indipendentemente dalla loro lunghezza, le gallerie in cui è prevista un'illuminazione diurna devono essere illuminate anche di notte, dalla sezione di entrata a quella di uscita. In particolare, la luminanza media della carreggiata nel sottopasso deve essere almeno pari alla luminanza del tratto di strada di cui fa parte, ma con livello non minore di 1 cd/m².

L'illuminazione permanente sarà realizzata a mezzo di proiettori LED disposti ad una interdistanza costante lungo il sottopasso. La soluzione scelta, come mostrato nei calcoli allegati, è quella di un sistema di illuminazione con corpi bilaterali affacciati, installati a quota di circa 4,90 m lungo entrambe le pareti laterali, allo scopo di garantire un adeguato livello di luminanza ed uniformità interna.

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

Tabella 11 – Risultati calcolo

Categoria strada	Luminanza media strada di accesso [cd/m ²]	Uniformità (UNI 11248)	Luminanza media sottopasso (calcolo) [cd/m ²]	Uniformità (calcolo)
ME4a	1,50	0,40	2,32	0,49