CITTA' DI TERMINI IMERESE

PROVINCIA DI PALERMO

URBANIZZAZIONE DELLA FASCIA A MARE DEL CENTRO STORICO:
PROGETTAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO PORTO - SS. 113

PROGETTO ESECUTIVO

ataengineering

via Alto Adige, 160 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461. 1731000 - fax +39 0461 1731052
www.ataengineeringspa.com - info@ataengineeringspa.com
c.fiscale, p.iva e R.I. Trento 01307610228

Certified Swiss Quality ISO 14001 Certified Swiss Quality ISO 9001

CAPOGRUPPO MANDATARIA

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ERINO BOMBARDELLI
ISCRIZIONE ALBO N. 1098

SGI Studio Galli Ingegneria S.p.A.

SEDE: Padova - 35030 Sarmeola di Rubano - Via della Provvidenza, 13 - tel. +39 049 8976844 - fax +39 049 8976784
FILIALE: Belluno 32100 - Via degli Agricoltori, 13 - tel. +39 0437 355411 - fax +39 0437 355412
UFFICI IN ITALIA: Milano - Napoli - Ancona - Sassari
UFFICI ALL'ESTERO: Pechino (Cina) - Cairo (Egitto) - Podgorica (Montenegro) - Sulaymaniya (Iraq)
www.sgi-spa.it - info@sgi-spa.it

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI Dott. Ing. GALLI Francesco 589 della Prov. di Belluno

Dott. Ing. Fiorella Scalia

STUDIO TECNICO
PIAZZA S. ANTONIO N.16
90018 TERMINI IMERESE (PA)
TEL. 091 8115583 FAX 091 8110748
E-Mail: fiorella.scalia@tin.it
P. IVA 04315120826

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI PALERMO Dott. Ing. FIORELLA SCALIA n. 4774

Dott. Ing. Filippo Carcara

STUDIO TECNICO
VIA SAFFO 2b
90151 PALERMO
TEL. 392 9820063 E-Mail fillcar@libero.it
P.IVA 0052316810

MANDANTE

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PALERMO Ing. CARCARA FILIPPO n. 888 ISCRITTO AL

Dott. Geol. Giuseppe Franzò

STUDIO
90010 ISNELLO (PA) c.da PONTICELLO
TEL./FAX 0921 662849 E-Mail peppefranzo@libero.it
P.IVA 02948160821

MANDANTE

ORD. REG. DEI GEOLOGI Dott. Giuseppe Franzò N.370

DATA: OTTOBRE 2015

N.ro allegato 1.7.1.3

TAVOLA:

IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE
RELAZIONE ILLUMINOTECNICA GALLERIA

REV.	DISEGNATO	CONTROLLATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA
1	G.MORANDINI	E.BOMBARDELLI	E.BOMBARDELLI		1° REVISIONE	22.10.2015
0	A.TAMPERINI	S.TRABUCCHI	F. GALLI		1° EMISSIONE	

Sommario

1 PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AGLI IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI 3
1.1 Premessa 3
1.2 Qualità dei materiali 3
2 DATI 3
2.1 Committente, edificio, impianto 3
2.2 Tipo di intervento e limiti di competenza 3
3 LEGGI DI RIFERIMENTO 4
3.1 Circolazione stradale 4
3.2 Interramento condutture 4
3.3 Smaltimento rifiuti 4
3.4 Inquinamento luminoso e risparmio energetico 4
3.5 Pali e costruzione 5
3.6 Prevenzione infortuni e sicurezza 5
3.7 Amministrazioni e appalti 6
3.8 Norme tecniche 6
4 DESCRIZIONE INTERVENTO ILLUMINOTECNICO 8
4.1 Oggetto dell'intervento 8
4.2 Prescrizioni illuminotecniche 8
4.3 Illuminazione nei tratti di entrata e transizione 10
4.4 Illuminazione nel tratto interno 14
4.5 Illuminazione nel di pre uscita 14
4.6 Luminanza delle pareti 15
4.7 Corsie di emergenza, corsie riservate, marciapiedi banchine 15
4.8 Prescrizioni nelle gallerie a doppio senso di marcia 15
4.9 Uniformità di luminanza 15
4.10 Limitazione dell'abbagliamento 15
4.11 Risparmio energetico 16
5 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE E PROGETTO ILLUMINOTECNICO 17

1 PRESCRIZIONI GENERALI RELATIVE AGLI IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

1.1 Premessa

Il presente documento descrive le opere previste per l'esecuzione dell'impianto d'illuminazione pubblica a servizio della strada di collegamento Porto – S.S.113 nel Comune di Termini Imerese.

1.2 Qualità dei materiali

Tutti i componenti degli impianti devono essere marcati CE, devono essere di qualità comprovata e dotati di contrassegno CEI e/o marchio I.M.Q., ove applicabile o di equivalente contrassegno se di produzione estera.
Nella documentazione progettuale si troveranno riferimenti ad alcune marche di apparecchiature. Tali riferimenti dovranno essere interpretati, sia dal Committente che dall'Appaltatore, come propositivi di un prodotto/sistema che è stato individuato come idoneo in fase progettuale. Resta fermo che l'Appaltatore potrà proporre anche altre apparecchiature/sistemi purché nel rispetto dei requisiti e delle prestazioni previste.
La conformità alle norme e alle prescrizioni è da intendersi estesa a tutti i componenti. Essa sarà verificata in sede di collaudo direttamente o per mezzo di certificati di prova che la Ditta esibirà con la esplicita garanzia che i materiali forniti sono uguali ai prototipi ed ai campioni sottoposti alle prove.

2 DATI

2.1 Committente, edificio, impianto

Committente	Comune di Termini Imerese
Utente finale	Comune di Termini Imerese
Utilizzo dell'edificio/impianto	Illuminazione pubblica
Ubicazione dell'edificio/impianto	Strada di collegamento Porto – S.S.113

2.2 Tipo di intervento e limiti di competenza

Tipo di intervento:	Redazione del progetto esecutivo per impianto elettrico a servizio dell'illuminazione pubblica
Limiti di competenza a monte:	Contatore ente distributore energia elettrica
Limiti di competenza a valle:	Apparecchi d'illuminazione
Esclusioni	-

3 LEGGI DI RIFERIMENTO

3.1 Circolazione stradale

D.P.R. 30 giugno 1949 n. 420 artt. 7 e 12 (attuazione dell'art. 8 del Testo Unico) e art. 44 (attuazione art. 13 TU) Regolamento per l'esecuzione del Testo Unico delle norme sulla disciplina della circolazione stradale
D.M. 14 giugno 1989 n. 236 Decreto Ministeriale - Ministero dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236. "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche"
D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 (G.U. 16 marzo 1992, n. 63) "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
D.P.R. 495/92 Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada"
D.M. 15 ottobre 1996
D.P.R. 610/96 Decreto del Presidente della Repubblica 16 settembre 1996, n. 610 Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada.
D.M. 3 giugno 1998
D.M. 21 giugno 2004
Circolare del Ministero dei LL. PP. 16 Maggio 1996, n 2357 "Fornitura e posa in opera di beni inerenti alla sicurezza della circolazione stradale" (G.U. n° 125 del 30/05/1996)

3.2 Interramento condutture

D.M. 24.11.1984: "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità superiore a 0,8"
D.M. 16 aprile 2008 "Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8"
D.M. 17/04/08 (interramento condotte metano)
Decreto 1 ottobre 2013 "Specifiche tecniche delle operazioni di scavo e ripristino per la posa di infrastrutture digitali nelle infrastrutture stradali"
Legge 6 agosto 2008, n. 133 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, recante disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria", art. 2

3.3 Smaltimento rifiuti

Direttiva 2012/19/UE – Direttiva WEEE (RAEE)

3.4 Inquinamento luminoso e risparmio energetico

L'inquinamento luminoso non è regolamentato da una legge nazionale; in tutte le regioni ci sono però disposizioni legislative, regolamenti comunali e/o circolari prefettizie.
La materia è disciplinata dalla Norma UNI 10819 "Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna- requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso".
Per quanto riguarda i limiti di emissione la norma si applica laddove non sono presenti regolamenti regionali o comunali con valori più restrittivi di quelli della norma stessa.
Ad oggi risulta:
Regolamenti regionali basati sulla norma UNI 10819 : Valle d'Aosta, Basilicata, Piemonte

Regolamenti regionali più restrittivi delle norme UNI 10819: Toscana, Lazio, Campania
Regolamenti regionali basati sul criterio "zero luce verso l'alto" : Lombardia, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Umbria, Marche, Abruzzo, Puglia, Sardegna, Liguria, Veneto e provincia autonoma di Trento.
Legge 16/01/91 n. 10 – Norme per l'attuazione del Piano Energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
Decreto Ministeriale 23 dicembre 2013 – "Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013''.
Decreto Ministeriale 21 luglio 2014 – "Modifica dell'allegato al decreto del 23 dicembre 2013 recante: ''Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013''.

3.5 Pali e costruzione

D.M. 12 febbraio 1982 "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
Legge 28 giugno 1986 n. 339 legge 28 giugno 1986, n. 339 nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne
D.M. 21/3/88 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche
Circolare ministero Lavori Pubblici n. 22631- 24/5/1982 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 12/2/82

3.6 Prevenzione infortuni e sicurezza

Legge 1° marzo 1968, n. 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni di impianti elettrici ed elettronici"
Legge 18 ottobre 1977, n. 791 (Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità europea (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione)
D.M. 23/7/79 – Designazione degli organismi incaricati di rilasciare certificati e marchi ai sensi della legge 18/10/77 n. 791
D.P.R. 24/5/87 n. 224 – Attuazione della direttiva CEE n. 85/374 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative regolamentari ed amministrative degli stati membri in materia di responsabilità per danno di prodotti difettosi, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/87 n. 183.
D.Lgs. 12 novembre 1996 n.615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 03/05/1989 in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28/04/1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22/07/1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29/10/1993"
D.Lgs. 25 novembre 1996 n.626 "Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione"
D.Lgs. 31 luglio 1997 n.277 "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione"
D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia

di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, "attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123. In materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" modificato ed integrato dal D.Lgs. 3 agosto 2009 n° 106.
D.M. 37/08 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11_quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

3.7 Amministrazioni e appalti

D.P.R. 16 luglio 1962 n. 1063 "capitolato generale per gli appalti delle opere dicompetenza del Ministero dei LL.PP
D.P.R. del 27/4/78 n. 384 – Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge 30/3/71 n.118, a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici
D.M. 12 febbraio 1982
Legge del 9 gennaio 1989 n. 13 "… Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati …"
D.M. L.L.P.P. 14-6-1989 n. 236 – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la vivibilità degli edifici privati e dell'edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche
Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE"
D.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207 "Regolamento di attuazione del D.Lgs. 12 aprile 2006 n. 163

3.8 Norme tecniche

UNI 10819:1999 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
UNI 11095:2003 - Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie
UNI EN 12193:2001 - Luce e illuminazione - Illuminazione di installazioni sportive
UNI EN 12665:2004 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
UNI 11248:2007 – Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illumnotecniche
UNI EN 13201-2:2004 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI EN 13201-3:2004 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI EN 13201-4:2004 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
UNI EN 1838:2000 - Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza
UNI EN 12564-2 Illuminazione dei luoghi di lavoro all'esterno
UNI EN 40-3-1:2001 - Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Specifica dei carichi caratteristici
UNI EN 40-3-2:2001 - Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Verifica tramite prova
UNI EN 40-1:1992 - Pali per illuminazione. Termini e definizioni
UNI EN 40-2:2004 - Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
UNI EN 40-3-3:2004 - Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
UNI EN 40-5:2003 - Pali per illuminazione pubblica - Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio
UNI EN 40-6:2004 - Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di

alluminio
UNI EN 40-9:1985 - Pali per illuminazione pubblica. Prescrizioni particolari per pali di calcestruzzo armato normale e precompresso.
UNI 10439:2001 - Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato
UNI EN 12676-1:2004 - Schermi anti-abbagliamento per strade - Prestazioni e caratteristiche
UNI EN 12676-2:2002 - Dispositivi anti-abbagliamento per strade - Metodi di prova
UNI EN 12676-1:2004 - Schermi anti-abbagliamento per strade - Prestazioni e caratteristiche
UNI EN 12676-2:2002 - Dispositivi anti-abbagliamento per strade - Metodi di prova
UNI EN 1317, parte 1, del maggio 2000, Terminologia e criteri generali per i metodi di prova" per le barriere di sicurezza stradale;
UNI EN 1317, parte 2, dell'aprile 1998, Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;
UNI EN 1317, parte 3, del gennaio 2002, Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;
UNI ENV 1317, parte 4, del maggio 2003, Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza;
UNI 10819 "Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna- requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
UNI 9165 (condotte distribuzione metano)
UNI 9860 (condotte distribuzione metano)
UNI - CIG 9165
CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI 0-10 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
CEI 0-11 Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti
AT e MT delle Imprese distributrici di energia elettrica
CEI 0-15 – manutenzione delle cabine elettriche MT/BT dei clienti/utenti finali
CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI EN 50522 (CEI 99-3) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
CEI 11-25 Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti
CEI 11-26 Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo
CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
CEI 11-35 Guida per l'esecuzione di cabine elettriche AT/BT del cliente/utente finale
CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV
CEI 11-4 norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne
CEI 11-46 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi
CEI 11-47 Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza- Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
CEI EN 50110- 1/2 (CEI 11-48 e CEI 11-49) Esercizio degli impianti elettrici
CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-13 cavi isolati in gomma EPR con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV)
CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie
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
CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
CEI 34-21 (EN 60598-1) Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI 34-22 (EN 60598-2-22) Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI EN 62305 - 1 Protezione contro i fulmini - Principi generali
CEI EN 62305 - 2 Protezione contro i fulmini -Valutazione del rischio
CEI EN 62305 - 3 Protezione contro i fulmini - Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI EN 62305 - 4 Protezione contro i fulmini - Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

4 DESCRIZIONE INTERVENTO ILLUMINOTECNICO

4.1 Oggetto dell'intervento

L'intervento riguarda il Sottopasso da realizzarsi nel Comune di Termini Imerese e l'oggetto del presente studio riguarda la realizzazione dell'impianto di illuminazione secondo la norma UNI11095:2011
La galleria interessata dalla verifica, presenta le seguenti caratteristiche:
Galleria quadra - singola canna doppio senso di percorrenza – lunghezza 124.5m – esposizione degli imbocchi est-ovest.

4.2 Prescrizioni illuminotecniche

La Norma UNI 11095:2011 definisce "gallerie corte" tutte quelle gallerie che hanno lunghezza minore di 125m. L'illuminazione di queste gallerie in merito al solo impianto di rinforzo, varia a secondo delle indicazioni del seguente prospetto.

Analisi dei rischi Fattori di influenza	Percentuale di L_e		
	Lunghezza l della galleria [m]		
	$l \leq 25$	$25 < l \leq 75$	$75 < l \leq 125$
Non esistono fattori favorevoli alla riduzione della luminanza di entrata o comunque il traffico è conflittuale (presenza di ciclisti, pedoni o animali)	0%	50%	100%
La sezione di uscita è totalmente visibile dalla distanza di riferimento[1)] inoltre la luce penetra bene in galleria[2)] e la luminanza delle pareti è adeguata[3)].		0%	50%

1) La distanza di riferimento si valuta nel tratto antistante la sezione di entrata.
2) Si ritiene, ai fini del prospetto, che la luce penetri bene quando la luminanza della carreggiata L_c a metà galleria sia $L_c \geq 0{,}1 L_{v75}$ con L_{v75} valutata secondo l'appendice E per ambedue gli imbocchi.
3) Si ritiene, ai fini del prospetto, che la luminanza delle pareti L_p fino a 2 m sia adeguata quando a metà galleria sia $L_p \geq 0{,}06 L_{v75}$ con L_{v75} valutata secondo l'appendice E per ambedue gli imbocchi.

Per quanto riguarda le gallerie definite “lunghe” (> di 125m) , la Norma UNI 11095:2011 divide la sezione longitudinale del tunnel in cinque zone caratterizzate da differenti requisiti di luminanza che devono essere forniti dall’impianto di illuminazione.

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

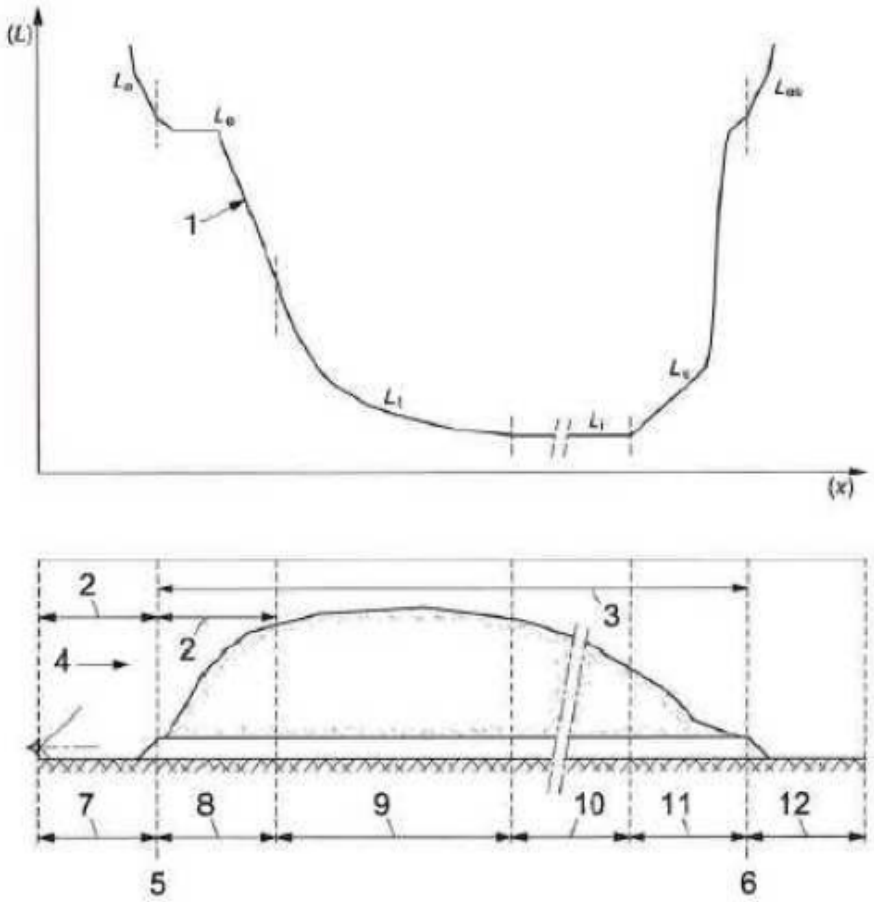


Figura 1 - Zone di riferimento galleria

Zona di accesso
Tratto di strada all'aperto, precedente alla sezione di entrata della galleria, di lunghezza pari alla distanza di riferimento.
Zona di entrata
Tratto interno alla galleria, a partire dalla sezione di entrata, lungo il quale l'illuminazione deve garantire al conducente di un veicolo in avvicinamento di individuare l'ostacolo di riferimento dalla distanza di riferimento.
Zona di transizione
Tratto interno della galleria successivo alla zona di entrata, lungo il quale i valori di luminanza media della carreggiata in sezioni trasversali della galleria vengono ridotti gradualmente per consentire all'occhio del conducente di adattarsi ai livelli di luminanza della zona interna.
Zona interna
Tratto interno della galleria, successivo alla zona di transizione, lungo il quale l'illuminazione deve garantire la percezione dell'ostacolo di riferimento ed il percorso della galleria in sicurezza.
Zona di uscita
Tratto interno della galleria dove la visione del conducente di un veicolo in uscita dalla galleria durante le ore diurne e influenzata dalla luce esterna.

Per realizzare le condizioni richieste il sistema di illuminazione e costituito da due o tre impianti:

- Impianto di illuminazione di rinforzo;
- Impianto di illuminazione permanente;
- Impianto di illuminazione di uscita (eventualmente presente).

4.3 Illuminazione nei tratti di entrata e transizione

Per la determinazione dei valori di luminanza da garantire, la Norma UNI11095:2011 richiede di valutare la luminanza esterna come luminanza di velo. Tale valore di luminanza e visto come somma di quattro termini:

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

ove:

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

I valori di L_{seq} e L_{atm} possono essere misurati o stimati mentre i valori L_{par} e L_{cru} possono essere considerati globalmente e funzioni della luminanza equivalente L_{seq} secondo la seguente formula:

$L_{par} + L_{cru} = 0.4 \times L_{seq}$

Occorre inoltre distinguere tra il valore della luminanza debilitante in un dato momento Lv, utile per definire le prestazioni dell'impianto di illuminazione in quel momento (adeguamento dell'impianto ai valori di luminanza esterna) ed il valore di luminanza debilitante progettuale L_{v75} da usare per il dimensionamento della luminanza di entrata.

Bisogna dunque determinare il valore di luminanza massimo escludendo quei picchi che complessivamente possono durare al massimo 75 h.
La formula per la determinazione della luminanza di velo di progetto è la seguente:
$L_{v75} = 1.4\ L_{seq75} + L_{atm75}$
La luminanza equivalente di velo progettuale L_{seq75} puo essere stimata con una fotografia dello scenario attorno all'entrata della galleria fatta secondo le indicazioni dell'appendice D e la misurazione delle luminanze dei vari elementi di superficie che compongono lo scenario attorno all'entrata della galleria.
Per le gallerie in fase di prima progettazione, alla fotografia delle superfici attorno alla futura entrata, possono essere abbinati uno o piu schizzi prospettici di tutti i manufatti dell'opera, in modo da simulare quello che sara lo scenario definitivo dell'entrata.
Il metodo implementa il diagramma polare di fig. 2, costituito da 9 anelli concentrici suddivisi in 12 settori, angolarmente uguali e pari a 30°, ma di altezza tale che l'area di ciascun settore, produca la stessa luminanza di velo equivalente qualora soggetto ad una luminanza costante.

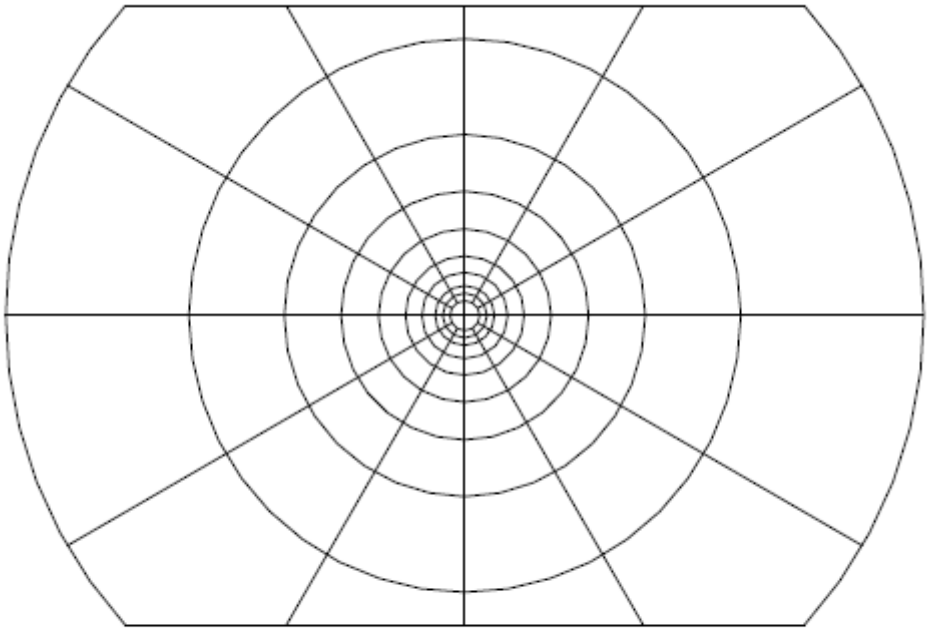


Fig. 2 - Diagramma polare per la valutazione di L_{seq75}.

Il diagramma, deve essere sovrapposto ad una fotografia del fornice di ingresso fatta da una distanza maggiore della distanza di arresto

Prospetto 2 - Valori di luminanza da considerare nella stima di L_{seq75}.

Circonferenza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apertura θ	1,0°	1,5°	2,0°	2,9°	4,0°	5,8°	8,3°	12,0°	18,0°	28,4°

Le luminanze medie (misurate o stimate mediante il prospetto 3) delle superfici emittenti che interessano ciascuno dei 108 settori, di cui e costituito il diagramma, hanno lo stesso peso sulla L_{seq} , salvo i settori troncati in alto ed in basso, che puo quindi essere calcolata con la formula:

$$L_{seq75} = 0{,}51 \times \sum_{i=1}^{9} \times \sum_{j=1}^{12} L_{i,j75}$$

in cui $L_{i,j75}$ e la luminanza massima che si presenta almeno 75 h nell'arco dell'anno, della superficie emittente dell'i-esmo anello e del j-esimo settore del diagramma polare di fig. 2.
I valori convenzionali di luminanza da considerare per la stima di L_{seq75} sono indicati nel seguente prospetto.

Prospetto 3 - Valori di luminanza da considerare nella stima di L_{seq75}.

Direzione di marcia	Luminanza [kcd·m^{-2}]					
	Cielo	Strada	Rocce	Edifici	Neve	Prati
Verso Nord	8	3	3	8	15	2
Est-Ovest	12	4	2	6	10 (V) 15 (H)	2
Verso Sud	16	5	1	4	5 (V) 15 (H)	2

(V) Paesaggio montagnoso con superfici prevalentemente ripide, rivolte verso il conducente.
(H) Paesaggio pianeggiante, piu o meno orizzontale.

La luminanza atmosferica progettuale Latm75 e determinata dalla formula che segue (di Padmos ed Alferdinck):

$$L_{atm75} = 1{,}3 \frac{d_a \times E_{h75}}{\pi \times V_{m75}}$$

in cui:
E_{h75} e l'illuminamento orizzontale [lx];
d_a e la distanza di riferimento [m];
V_{m75} e la distanza di visibilita meteorologica [m].
I dati relativi ad E_{h75} e V_{m75} possono essere misurati in loco o si puo ricorrere ai prospetti 4 e 5.

Prospetto 4 - Illuminamenti orizzontali E_{h75}

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

Prospetto 5 - Distanze di visibilità meteorologica V_{m75}

Tipo di galleria	**Distanza di visibilità meteorologica [km]**
Gallerie e sottopassi urbani	8
Gallerie extraurbane a livello del mare	9
Gallerie extraurbane a quota ≤ 500m	10
Gallerie extraurbane a quota > 500m	15

A partire dal valore di Lv75 si puo determinare la luminanza da garantire nella zona di entrata secondo la seguente formula:

$$L_e = cL_v$$

in cui:
L_{v75} e la luminanza di velo
c e un fattore dipendente dal tipo di impianto e definito dal prospetto V

Prospetto 6 – Valore del fattore *c* in funzione del tipo d'impianto

Tipo di impianto	**Fattore *c***
Controflusso	0.23
Simmetrico	0.25
Proflusso	0.32

Per l'intera lunghezza della zona di entrata, pari alla distanza di riferimento, la luminanza stradale deve garantire la percezione di un eventuale ostacolo da parte del conducente in avvicinamento.
Questa condizione si considera soddisfatta se nella prima meta della zona di entrata la luminanza stradale media e maggiore o uguale alla luminanza di entrata Le, mentre nella seconda meta della zona di entrata, la luminanza trasversale media decresce linearmente con la distanza a partire dal valore di L_e fino al punto iniziale della luminanza di transizione
La luminanza media della pavimentazione stradale nella zona di transizione deve decrescere in modo da risultare in ogni sezione non minore del valore L_t ottenibile dalla formula:

$$L_t = \frac{L_e}{(1{,}9 + t)^{1{,}4}}$$

Dove:
L_e e la luminanza di entrata per Lv = L_{v75};
t e il tempo di percorrenza lungo la galleria alla velocita di riferimento v, misurato dall'inizio della zona di transizione, in secondi;

4.4 Illuminazione nel tratto interno

La luminanza media mantenuta della zona interna Li per gallerie a senso unico di marcia
Deve essere:
$L_i = 1{,}5 \cdot L$
e per le gallerie a doppio senso di marcia:
$L_i = 2{,}0 \cdot L$
Dove L e il valore della luminanza indicato nella UNI EN 13201-2 per la categoria illuminotecnica di esercizio della strada di accesso alla galleria, definita in base alla UNI 11248 a seguito di accurata analisi del rischio, indipendentemente dal fatto che la strada di accesso sia o non sia illuminata.
Se la strada di accesso e illuminata con una luminanza media L_m maggiore di quella prevista dalla UNI EN 13201-2, la luminanza media nella zona interna L_i deve essere pari rispettivamente a 1,5 x L_m o a 2 x L_m secondo che si tratti di gallerie a senso unico di marcia o a doppio senso di marcia.

4.5 Illuminazione nel di pre uscita

La luminanza della zona di uscita viene realizzata al fine di aumentare i confort visivo, particolarmente in gallerie a senso unico di percorrenza.
Tale tratto di rinforzo deve essere compreso fra una distanza pari a quella di arresto dalla sezione di uscita, fino a 20m dalla stessa.
La norma indica che la luminanza media trasversale della zona di uscita, deve aumentare linearmente partendo dal valore di luminanza interna fino a 5 volte tanto, variando secondo la formula:

$$L_u = L_i + \frac{4 \cdot L_i}{d_a - 20} x$$

dove :
d_a e la distanza di arresto
x e la distanza progressiva dall'inizio della zona di uscita.
L_i e la luminanza interna.

4.6 Luminanza delle pareti

La luminanza media mantenuta delle pareti, per un'altezza almeno pari a 2 m sopra la carreggiata, non deve essere minore del 60% della luminanza media mantenuta della carreggiata (o della corsia adiacente per le gallerie a doppio senso di marcia con limitazione dell'illuminazione di rinforzo) in tutte le zone della galleria, sia nell'illuminazione diurna sia in quella notturna.

4.7 Corsie di emergenza, corsie riservate, marciapiedi banchine

Le superfici della strada non facenti parte della carreggiata che fiancheggiano le corsie di marcia, qualora siano formate da bande di larghezza o di altezza maggiore di 1 m, devono essere illuminate a valori di luminanza non minori del 60% del valore di carreggiata.

4.8 Prescrizioni nelle gallerie a doppio senso di marcia

Nelle gallerie a doppio senso di marcia le prescrizioni relative all'illuminazione di rinforzo possono essere ristrette alle sole corsie ad un unico senso di marcia. Su pareti, corsie di emergenza, banchine, marciapiedi, ecc. e richiesta una luminanza non minore del 60% della luminanza media della corsia piu vicina alle suddette superfici di calcolo.

4.9 Uniformità di luminanza

I valori di uniformita generale, longitudinale e trasversale in ogni tratto devono essere maggiori dei valori limiti riportati sui riferimenti normativi assunti, ovvero:
- U0 ed Ut ≥ 0,50 sulla carreggiata o sulle corsie a senso unico di marcia;
- U0 ed Ut ≥ 0,40 su tutte le altre superfici e per le corsie a senso di marcia inverso;
- Ul ≥ 0,70 sulla carreggiata;
- Ul ≥ 0,60 su tutte le altre superfici.

Il concetto di uniformita longitudinale non e applicabile nelle zone a luminanza variabile.
Per queste zone si ritiene che i limiti di oscillazione delle luminanze entro la curva del risparmio energetico siano sufficienti a garantire uniformità longitudinali adeguate.

4.10 Limitazione dell'abbagliamento

Per ogni stato di parzializzazione dell'impianto di illuminazione, sia di giorno sia di notte, l'incremento di soglia TI non deve superare:
- 10% nelle zone a luminanza costante;
- 20% nelle zone a luminanza variabile.

4.11 Risparmio energetico

Ai fini del risparmio energetico la luminanza nella prima meta della zona di entrata deve essere contenuta entro 1,5 volte la luminanza di entrata; la luminanza di transizione, la luminanza interna e la luminanza di uscita non devono superare 2 volte la luminanza prescritta L(x) nelle relative zone; la luminanza della seconda meta della zona di entrata deve essere inferiore ai valori rappresentanti dal segmento di retta che unisce le estremità limitrofi delle luminanze di entrata e di transizione.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE E PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Sommario

Copertina 1
Sommario 2
1 Dati punti luce
1.1 AEC ILLUMINAZIONE SRL, GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-... (GALILEO 0F8 SS-...)
1.1.1 Pagina dati 3
1.2 AEC ILLUMINAZIONE SRL, GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-... (GALILEO 0F6 SS-...)
1.2.1 Pagina dati 4
2 Tunnel
2.1 Descrizione, Tunnel
2.1.1 Dati progettazione 5
2.1.2 Elenco punti luce 7
2.1.3 Pianta 10
2.1.4 Rappresentazione 3D, Vista 1 11
2.2 Risultati calcolo, Tunnel
2.2.1 Panoramica dei risultati, S1: 100% 12
2.2.2 Panoramica dei risultati, Int.1 16
2.2.3 Evoluzione, Adattamento (L), S1: 100%, Beo.1 17
2.2.4 Evoluzione, Adattamento (L), S1: 100%, Beo.2 18
2.3 Risultati calcolo, Tunnel
2.3.1 Tabella, Entrata (L), S1: 100%, Beo.1 19
2.3.2 Tabella, Entrata (E), S1: 100% 20
2.3.3 Tabella, Entrata (L), S1: 100%, Beo.2 21
2.3.4 Tabella, Entrata (E), Parete destra, S1: 100% 22
2.3.5 Tabella, Entrata (L), Parete destra, S1: 100%, Beo.1 23
2.3.6 Tabella, Entrata (E), Parete di sinistra, S1: 100% 24
2.3.7 Tabella, Entrata (L), Parete di sinistra, S1: 100%, Beo.1 25
2.4 Risultati calcolo, Tunnel
2.4.1 Tabella, Interno (E), Int.1 26
2.4.2 Tabella, Interno (L), Int.1, Beo.1 27
2.4.3 Tabella, Interno (L), Int.1, Beo.2 28
2.4.4 Tabella, Interno (E), Parete destra, Int.1 29
2.4.5 Tabella, Interno (L), Parete destra, Int.1, Beo.1 30
2.4.6 Tabella, Interno (E), Parete di sinistra, Int.1 31
2.4.7 Tabella, Interno (L), Parete di sinistra, Int.1, Beo.1 32

1 Dati punti luce

1.1 AEC ILLUMINAZIONE SRL, GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-... (GALILEO 0F8 SS-...)

1.1.1 Pagina dati

Marca: AEC ILLUMINAZIONE SRL

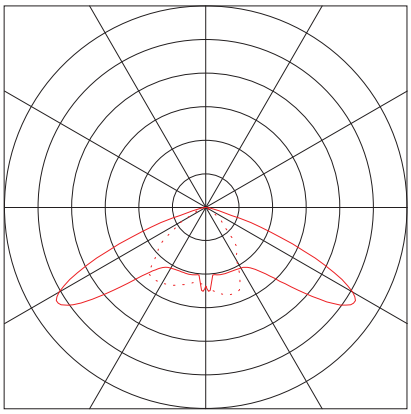
GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U **GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U**

Dati punti luce

Rendimento punto luce	:	100%
Rendimento punto luce	:	107.25 lm/W
Classificazione	:	A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes	:	35 75 99 100 100
UGR 4H 8H (20%, 50%, 70%)		
C0 / C90	:	37.8 / 32.5
Reattore/Alimentatore	:	
Potenza del sistema	:	51 W
Lunghezza	:	437 mm
Larghezza	:	230 mm
Altezza	:	230 mm

Sorgenti:

Quantità	:	1
Nome	:	
Temp. Di Colore	:	5700
Flusso luminoso	:	5470 lm
Resa cromatica	:	70



1 Dati punti luce

1.2 AEC ILLUMINAZIONE SRL, GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-... (GALILEO 0F6 SS-...)

1.2.1 Pagina dati

Marca: AEC ILLUMINAZIONE SRL

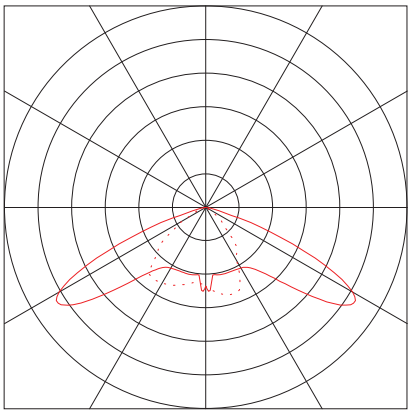
GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U **GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U**

Dati punti luce

Rendimento punto luce	:	100%
Rendimento punto luce	:	104.53 lm/W
Classificazione	:	A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes	:	35 75 99 100 100
UGR 4H 8H (20%, 50%, 70%)		
C0 / C90	:	37.7 / 32.4
Reattore/Alimentatore	:	
Potenza del sistema	:	459 W
Lunghezza	:	437 mm
Larghezza	:	835 mm
Altezza	:	230 mm

Sorgenti:

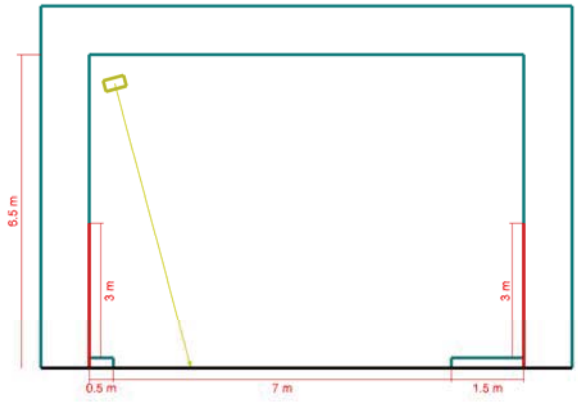
Quantità	:	1
Nome	:	
Temp. Di Colore	:	5700
Flusso luminoso	:	47980 lm
Resa cromatica	:	70



2 Tunnel

2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.1 Dati progettazione



Geometria tunnel

Lunghezza del tunnel (reale)	:	124 m
Lunghezza del tunnel (calcolata)	:	124 m
Altezza del tunnel	:	6.5 m
Larghezza della carreggiata	:	7 m
Numero di corsie	:	2
Rivestimento / materiale		CIE C2, q0 = 0.07
Striscia di margine di destra	:	1.5 m
Striscia di margine di sinistra	:	0.5 m
Altezza parete (destra)	:	3 m
Rivestimento / materiale	:	diffus 40%
Altezza parete (sinistra)	:	3 m
Rivestimento / materiale	:	diffus 40%

Impostazioni di calcolo

Velocità	:	60 km/h
Lunghezza della corsia d'entrata	:	60 m
Luminanza area entrata	:	70 cd/m²
Luminanza area interna	:	2 cd/m²

2 Tunnel

2.1 Descrizione, Tunnel

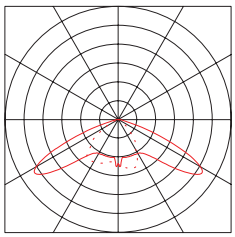
2.1.1 Dati progettazione

CDL in uso

AEC ILLUMINAZIONE SRL

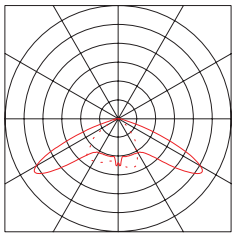
1

Codice : GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U
Nome punto luce : GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U
Sorgenti : 1 x L-GAL-0F8-5700-525-1M1U / 5470 lm
Fattore di manut. : 0.80



2

Codice : GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U
Nome punto luce : GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U
Sorgenti : 1 x L-GAL-0F6-5700-700-9M3U / 47980 lm
Fattore di manut. : 0.80



Oggetto : Galleria artificiale Termini Imerese
Impianto :
Numero progetto : T15-130-LDD-B0
Data : 20.10.2015

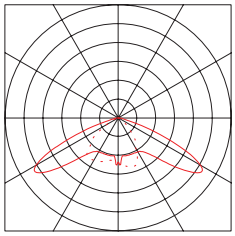
2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.2 Elenco punti luce

Adattamento
CDL in uso

2 47

AEC ILLUMINAZIONE SRL
Codice : GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U
Nome punto luce : GALILEO 0F6 SS-6A 6.7-9M-3U
Sorgenti : 1 x L-GAL-0F6-5700-700-9M3U / 47980 lm
Fattore di manut. : 0.80



Fila di armature stradali: Fila 2.1
Numero di punti luce: 24
Posizione di base: x=3.00m y=7.00m, z=6.00m
Rotazione punti luce: z=0.0° C0=-15.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 11.0kW
-distanze variabili-

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	gruppo	S1	Int.1
1	3.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
2	5.30	459W / 47.98klm	1	100%	0%
3	7.60	459W / 47.98klm	1	100%	0%
4	9.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
5	12.20	459W / 47.98klm	1	100%	0%
6	14.50	459W / 47.98klm	1	100%	0%
7	16.80	459W / 47.98klm	1	100%	0%
8	19.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
9	21.40	459W / 47.98klm	1	100%	0%
10	23.70	459W / 47.98klm	1	100%	0%
11	26.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
12	28.30	459W / 47.98klm	1	100%	0%
13	30.60	459W / 47.98klm	1	100%	0%
14	32.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
15	35.20	459W / 47.98klm	1	100%	0%
16	37.50	459W / 47.98klm	1	100%	0%
17	39.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
18	42.40	459W / 47.98klm	1	100%	0%
19	45.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
20	47.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
21	50.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
22	54.30	459W / 47.98klm	1	100%	0%
23	58.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
24	62.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%

2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.2 Elenco punti luce

Fila di armature stradali: Fila 3.1
Numero di punti luce: 23
Posizione di base: x=3.00m y=7.00m, z=6.00m
Rotazione punti luce: z=0.0° C0=-15.0° C90=0.0°

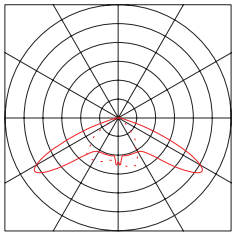
Potenza del sistema (totale): 10.6kW
-distanze variabili-

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	gruppo	S1	Int.1
1	121.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
2	118.70	459W / 47.98klm	1	100%	0%
3	116.40	459W / 47.98klm	1	100%	0%
4	114.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
5	111.80	459W / 47.98klm	1	100%	0%
6	109.50	459W / 47.98klm	1	100%	0%
7	107.20	459W / 47.98klm	1	100%	0%
8	104.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%
9	102.60	459W / 47.98klm	1	100%	0%
10	100.30	459W / 47.98klm	1	100%	0%
11	98.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
12	95.70	459W / 47.98klm	1	100%	0%
13	93.40	459W / 47.98klm	1	100%	0%
14	91.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
15	88.80	459W / 47.98klm	1	100%	0%
16	86.50	459W / 47.98klm	1	100%	0%
17	84.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
18	81.60	459W / 47.98klm	1	100%	0%
19	79.00	459W / 47.98klm	1	100%	0%
20	76.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
21	73.10	459W / 47.98klm	1	100%	0%
22	69.70	459W / 47.98klm	1	100%	0%
23	65.90	459W / 47.98klm	1	100%	0%

Transito
CDL in uso

1

AEC ILLUMINAZIONE SRL
Codice : GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U
Nome punto luce : GALILEO 0F8 SS-6A 6.5-1M-1U
Sorgenti : 1 x L-GAL-0F8-5700-525-1M1U / 5470 lm
Fattore di manut. : 0.80



2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.2 Elenco punti luce

Fila di armature stradali: Fila 1.1

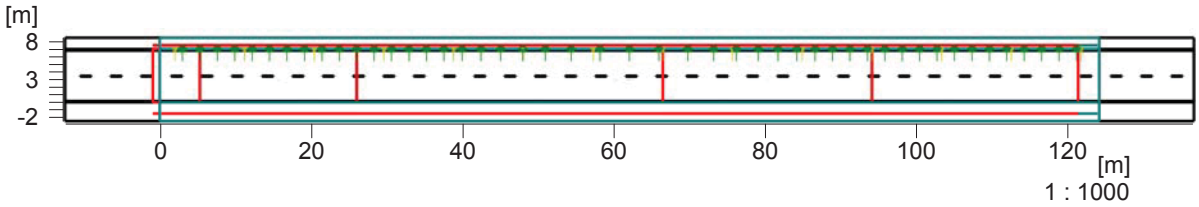
Numero di punti luce: 14
Posizione di base: x=2.00m y=7.00m, z=6.00m
Rotazione punti luce: z=0.0° C0=-15.0° C90=0.0°

Potenza del sistema (totale): 0.7kW (0.12 km)
Distanza costante: 9.20m
Frequenza di sfarfallamento (v=60 km/h): 1.8 Hz

Nr.	Pos. X[m]	livello di pot.	gruppo	S1	Int.1
1	2.00	51W / 5.47klm	2	100%	100%
2	11.20	51W / 5.47klm	2	100%	100%
3	20.40	51W / 5.47klm	2	100%	100%
4	29.60	51W / 5.47klm	2	100%	100%
5	38.80	51W / 5.47klm	2	100%	100%
6	48.00	51W / 5.47klm	2	100%	100%
7	57.20	51W / 5.47klm	2	100%	100%
8	66.40	51W / 5.47klm	2	100%	100%
9	75.60	51W / 5.47klm	2	100%	100%
10	84.80	51W / 5.47klm	2	100%	100%
11	94.00	51W / 5.47klm	2	100%	100%
12	103.20	51W / 5.47klm	2	100%	100%
13	112.40	51W / 5.47klm	2	100%	100%
14	121.60	51W / 5.47klm	2	100%	100%

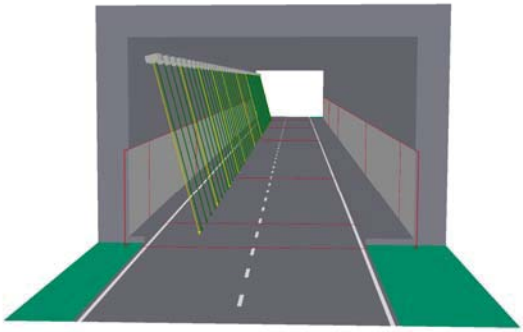
2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.3 Pianta



2.1 Descrizione, Tunnel

2.1.4 Rappresentazione 3D, Vista 1



2 Tunnel

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.1 Panoramica dei risultati, S1: 100%

Passo di regolazione: S1: 100%

Adattamento
1: 100%
Transito
2: 100%

Entrata, Area entrata (costante)

Campo di misurazione: 5.30 m - 26.00 m Punti: nx = 10, ny = 6, nz = 3
Osservatore (coordinate iniziali) : x = -54.70 m; z = 1.50 m dx = 61.03 m (fisso)

			y =1.75 m	y =5.25 m
Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)				
Lm		:	74.34 cd/m²	69.89 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.4	0.4
Ul	Llmin/Llma	:	0.73	0.83
qc(av)		:	0.15 cd/m²/lx	0.14 cd/m²/lx
qc(min)		:	0.07 cd/m²/lx	0.07 cd/m²/lx
TI max.	Max.	:	2.01 %	2.20 %
Lseq	Max.	:	1.95 cd/m²	2.00 cd/m²
B	Max.	:	0.01	0.03
Parete di sinistra (diffus 40%)				
Lm		:	48.49 cd/m²	48.49 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.74	0.74
Lwall/Lfsp min.		:	0.48	0.51
Parete destra (diffus 40%)				
Lm		:	100.24 cd/m²	100.24 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.73	0.73
Lwall/Lfsp min.		:	2.14	2.25

Illuminamento
Carreggiata
Em 1098.39 lx
Uo Emin/Eav : 0.52

Parete di sinistra				Parete destra			
Em		:	380.82 lx	Em		:	787.32 lx
Uo	Emin/Eav	:	0.74	Uo	Emin/Eav	:	0.73

2 Tunnel

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.1 Panoramica dei risultati, S1: 100%

Interno, Corsia interna
Campo di misurazione: 66.40 m - 94.00 m Punti: nx = 10, ny = 6, nz = 3
Osservatore (coordinate iniziali) : x = 6.40 m; z = 1.50 m dx = 61.38 m (fisso)

			y =1.75 m	y =5.25 m
Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)				
Lm		:	2.20 cd/m²	2.08 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.5	0.5
Ul	Llmin/Llma	:	0.77	0.72
qc(av)		:	0.11 cd/m²/lx	0.10 cd/m²/lx
qc(min)		:	0.06 cd/m²/lx	0.06 cd/m²/lx
TI max.	Max.	:	3.34 %	4.11 %
Lseq	Max.	:	0.10 cd/m²	0.11 cd/m²
B	Max.	:	0.01	0.05
Parete di sinistra (diffus 40%)				
Lm		:	1.42 cd/m²	1.42 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.88	0.88
Lwall/Lfsp min.		:	0.48	0.51
Parete destra (diffus 40%)				
Lm		:	3.10 cd/m²	3.10 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.89	0.89
Lwall/Lfsp min.		:	2.16	2.26

Illuminamento

Carreggiata						
Em		:	33.07 lx			
Uo	Emin/Eav	:	0.65			
Parete di sinistra				Parete destra		
Em		:	11.18 lx	Em	:	24.38 lx
Uo	Emin/Eav	:	0.88	Uo	Emin/Eav :	0.89

2 Tunnel

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.1 Panoramica dei risultati, S1: 100%

Adattamento, Tragitto di adattamento
Campo di misurazione: -0.91 m - 121.22 m Punti: nx = 59, ny = 6, nz = 3
Osservatore (coordinate iniziali) : x = -85.81 m; z = 1.50 m dx = 85.93 m (mobile)

		y =1.75 m		y =5.25 m	
Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)					
Ut min.	:	0.50	(74.64 m)	0.52	(74.64 m)
Up max. I	:	1.12	(18.75 m)	1.07	(18.75 m)
Up max.(-) I	:	---	(16.68 m)	---	(16.68 m)
Up max. II	:	9.04	(105.69 m)	8.67	(105.69 m)
Up max.(-) II	:	---	(0.00 m)	---	(0.00 m)
qc(min)	:	0.04	(120.18 m)	0.04	(120.18 m)
Lseq max.	:	1.61 cd/m²	(105.69 m)	1.58 cd/m²	(105.69 m)
TI max.	:	3.92 %	(120.18 m)	3.84 %	(120.18 m)
B Max.	:	0.01	(120.18 m)	0.03	(113.97 m)
Parete di sinistra (diffus 40%)					
LpareteLcorsia min.	:	0.95	(74.64 m)	1.01	(74.64 m)
Ut min.	:	0.98	(66.36 m)	0.98	(66.36 m)
Parete destra (diffus 40%)					
LpareteLcorsia min.	:	0.90	(66.36 m)	0.94	(66.36 m)
Ut min.	:	0.98	(66.36 m)	0.98	(66.36 m)

Osservatore (coordinate iniziali) : x = -85.81 m; z = 1.50 m dx = 85.93 m (mobile)
y = 1.75 m

L[cd/m²] +	29.10 m	45.67 m	60.15 m	113.97 m
6.42 m	126.48	95.44	85.84	78.33
5.25 m	102.55	78.11	71.50	61.69
4.08 m	76.03	59.40	53.13	49.44
2.92 m	60.01	48.03	41.90	42.45
1.75 m	48.81	39.82	34.09	35.65
0.58 m	40.75	33.68	28.66	30.21
Lavq	75.77	59.08	52.52	49.63
Lcie	70.00	48.07	28.31	7.08
Up	1.08	1.23	1.86	7.01
Ut	0.54	0.57	0.55	0.61

2 Tunnel

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.1 Panoramica dei risultati, S1: 100%

y = 5.25 m

L[cd/m²] +	29.10 m	45.67 m	60.15 m	113.97 m
6.42 m	125.41	95.07	85.59	77.56
5.25 m	93.92	72.02	64.53	60.20
4.08 m	70.39	55.35	48.58	48.56
2.92 m	57.25	46.06	39.50	42.02
1.75 m	47.19	38.69	32.81	35.34
0.58 m	39.93	33.11	28.08	30.01
Lavq	72.35	56.72	49.85	48.95
Lcie	70.00	48.07	28.31	7.08
Up	1.03	1.18	1.76	6.92
Ut	0.55	0.58	0.56	0.61

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.2 Panoramica dei risultati, Int.1

Passo di regolazione: Int.1
Adattamento
1: 0%
Transito
2: 100%

Interno, Corsia interna
Campo di misurazione: 66.40 m - 94.00 m Punti: nx = 10, ny = 6, nz = 3
Osservatore (coordinate iniziali) : x = 6.40 m; z = 1.50 m dx = 61.38 m (fisso)

			y =1.75 m	y =5.25 m
Carreggiata (CIE C2, q0 = 0.07)				
Lm		:	2.20 cd/m²	2.08 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.5	0.5
Ul	Llmin/Llma	:	0.77	0.72
qc(av)		:	0.11 cd/m²/lx	0.10 cd/m²/lx
qc(min)		:	0.06 cd/m²/lx	0.06 cd/m²/lx
TI max.	Max.	:	3.34 %	4.11 %
Lseq	Max.	:	0.10 cd/m²	0.11 cd/m²
B	Max.	:	0.01	0.05
Parete di sinistra (diffus 40%)				
Lm		:	1.42 cd/m²	1.42 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.88	0.88
Lwall/Lfsp min.		:	0.48	0.51
Parete destra (diffus 40%)				
Lm		:	3.10 cd/m²	3.10 cd/m²
Uo	Lmin/Lavg	:	0.89	0.89
Lwall/Lfsp min.		:	2.16	2.26

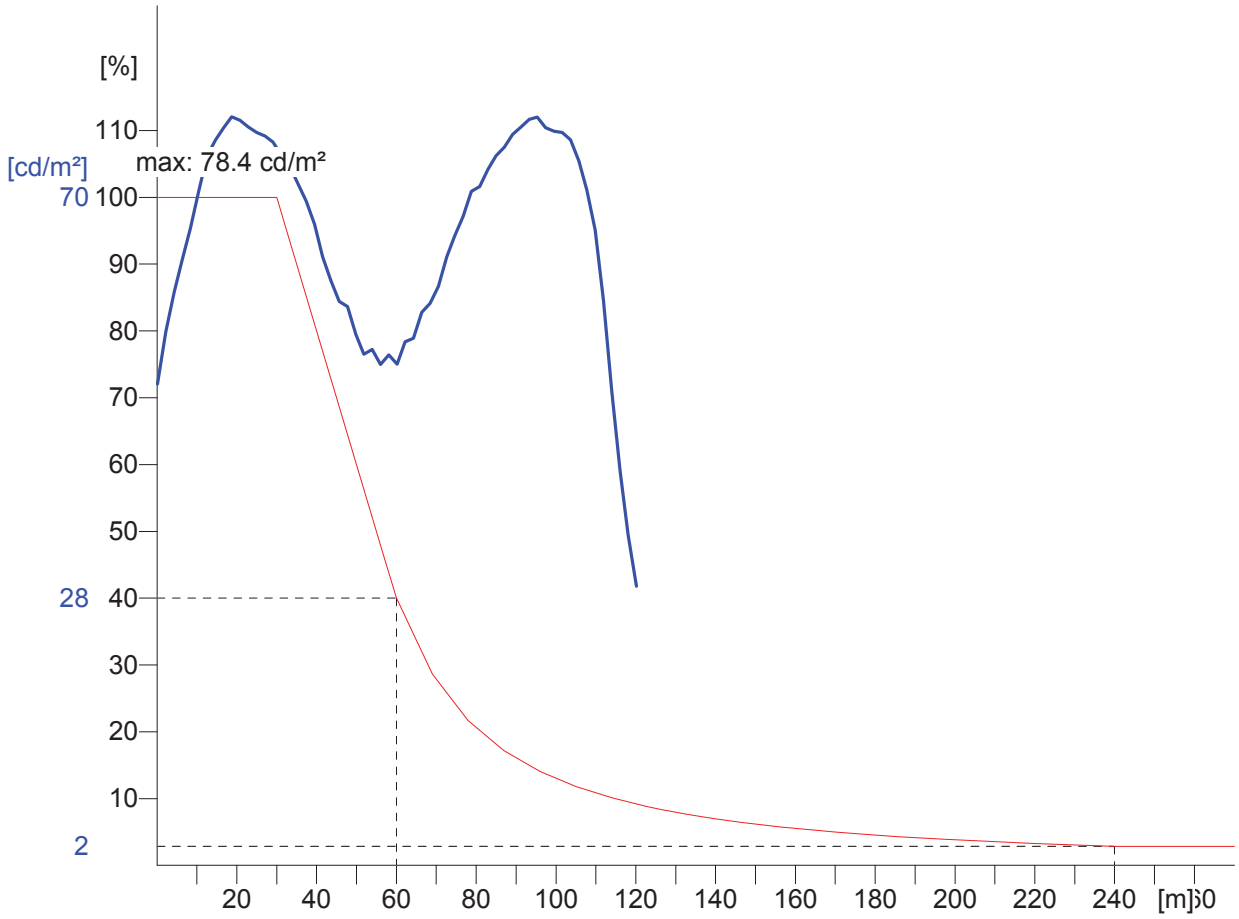
Illuminamento
Carreggiata
Em : 33.07 lx
Uo Emin/Eav : 0.65

Parete di sinistra				Parete destra			
Em		:	11.18 lx	Em		:	24.38 lx
Uo	Emin/Eav	:	0.88	Uo	Emin/Eav	:	0.89

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

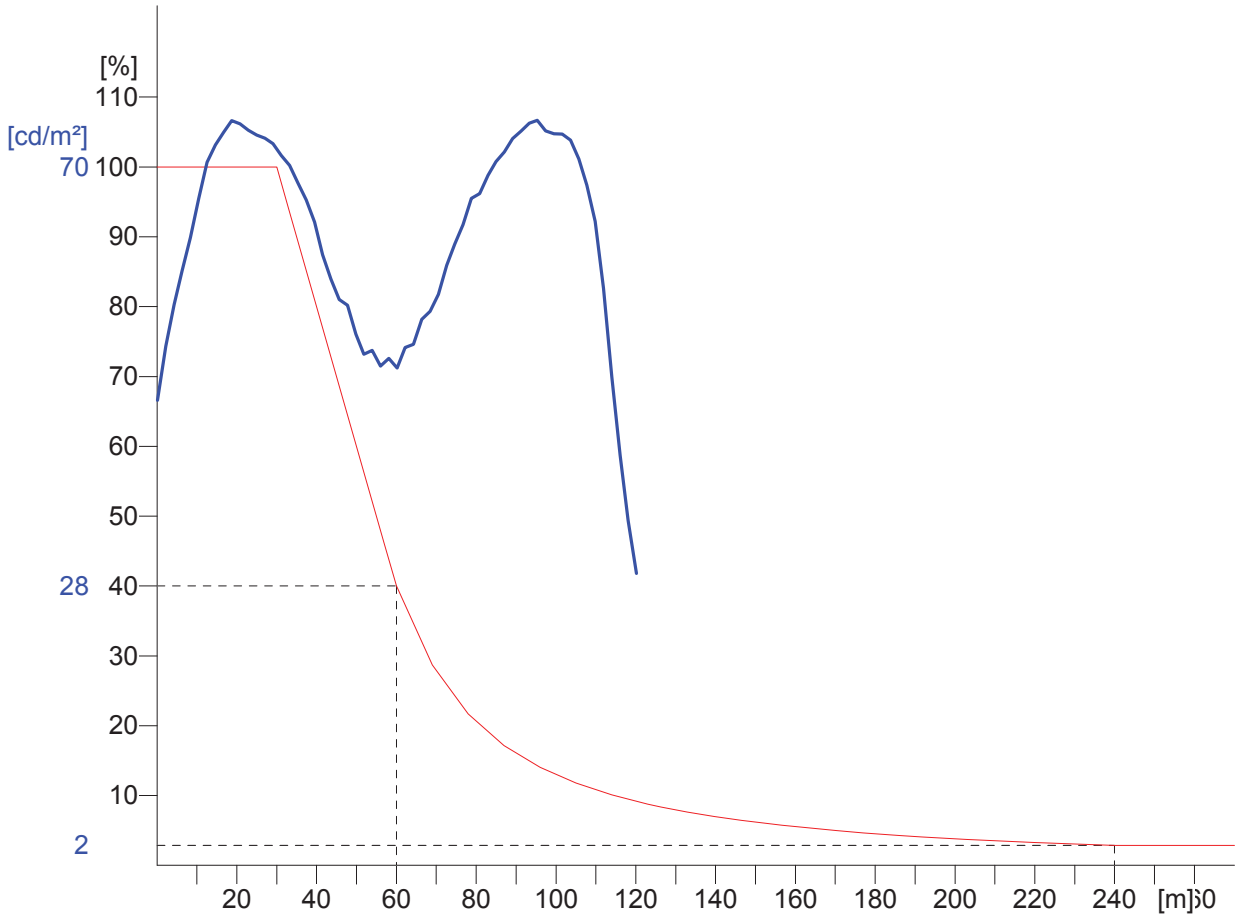
2.2.3 Evoluzione, Adattamento (L), S1: 100%, Beo.1



Posizione osservatore 1 : x = -85.8, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 85.93)
Valutazione di L sull'intera larghezza della carreggiata.

2.2 Risultati calcolo, Tunnel

2.2.4 Evoluzione, Adattamento (L), S1: 100%, Beo.2



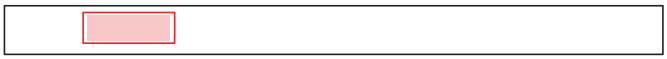
Posizione osservatore 2 : x = -85.8, y = 5.25, z = 1.5 (dx = 85.93)
Valutazione di L sull'intera larghezza della carreggiata.

2 Tunnel

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.1 Tabella, Entrata (L), S1: 100%, Beo.1

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
6.42	112	117	123	128	129	130	**[131]**	**[131]**	129	128
5.25	95	98	102	106	107	108	109	108	106	105
4.08	65	69	72	76	77	79	80	79	78	77
2.92	48	51	54	57	59	61	62	61	61	61
1.75	36	39	42	45	47	49	50	50	49	49
0.58	**(29)**	31	34	37	39	40	41	42	41	41



Posizione osservatore 1		: x = -54.7, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.03)
Luminanza media	Lm	: 74.3 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 28.9 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.4
Uniformità longitudinale Ul	Llmin/Llmax	: 0.73
Aumento della soglia di percezione	TI	: 2.01 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.153
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.07

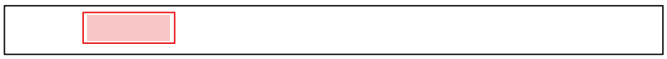
qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.2 Tabella, Entrata (E), S1: 100%

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
6.42	1240	1380	1500	1620	1650	1670	**[1690]**	1660	1640	1640
5.25	1020	1120	1230	1330	1370	1390	1400	1380	1370	1370
4.08	856	937	1030	1130	1160	1180	1200	1190	1170	1170
2.92	757	830	916	1000	1040	1060	1080	1070	1060	1050
1.75	658	724	799	873	910	935	956	952	942	937
0.58	**(573)**	631	702	761	798	824	844	850	838	835

Illuminamento [lx]

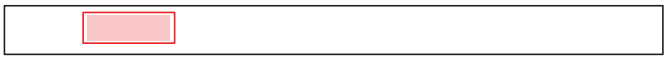


Altezza del piano di riferimento		: 0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 1100 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 573 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 1690 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.92 (0.52)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 2.94 (0.34)

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.3 Tabella, Entrata (L), S1: 100%, Beo.2

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
6.42	113	118	123	128	129	130	**[131]**	130	128	127
5.25	81	85	90	94	95	97	98	97	96	95
4.08	56	60	64	68	70	71	72	72	71	71
2.92	43	46	50	54	56	57	58	58	57	57
1.75	34	37	40	43	45	47	48	48	48	47
0.58	**(28)**	30	33	35	37	39	40	41	40	40



Posizione osservatore 2		: x = -54.7, y = 5.25, z = 1.5 (dx = 61.03)
Luminanza media	Lm	: 69.9 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 27.7 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.4
Uniformità longitudinale Ul	Llmin/Llmax	: 0.83
Aumento della soglia di percezione	TI	: 2.2 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.143
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.068

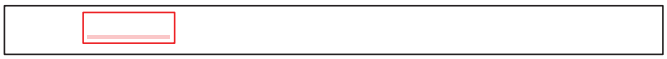
qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.4 Tabella, Entrata (E), Parete destra, S1: 100%

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
1.70	**(573)**	640	718	782	826	850	862	867	863	859
1.00	582	645	717	780	826	855	872	**[880]**	877	871

Illuminamento [lx]

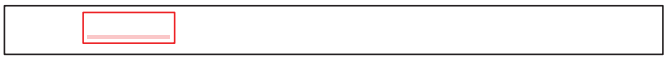


Illuminamento medio	Em	: 787 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 573 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 880 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.37 (0.73)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.54 (0.65)

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.5 Tabella, Entrata (L), Parete destra, S1: 100%, Beo.1

[m]										
1.70	**(73)**	82	91	100	105	108	110	110	110	109
1.00	74	82	91	99	105	109	111	**[112]**	**[112]**	111
	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97



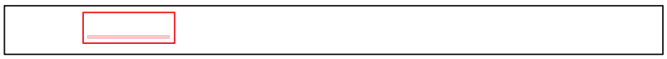
Posizione osservatore 1		: x = -54.7, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.03)
Luminanza media	Lm	: 100 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 72.9 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.73
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.66 (1.70m)

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.6 Tabella, Entrata (E), Parete di sinistra, S1: 100%

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
1.70	337	376	400	421	435	**[438]**	432	425	423	423
1.00	**(281)**	314	339	360	369	373	373	367	366	365

Illuminamento [lx]

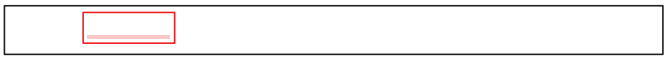


Illuminamento medio	Em	: 381 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 281 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 438 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.35 (0.74)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.56 (0.64)

2.3 Risultati calcolo, Tunnel

2.3.7 Tabella, Entrata (L), Parete di sinistra, S1: 100%, Beo.1

[m]	6.34	8.40	10.48	12.55	14.61	16.68	18.75	20.83	22.90	24.97
1.70	42.9	47.9	51	53.6	55.3	**[55.8]**	55	54.1	53.9	53.8
1.00	**(35.8)**	39.9	43.1	45.8	47	47.5	47.5	46.8	46.6	46.5



Posizione osservatore 1		: x = -54.7, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.03)
Luminanza media	Lm	: 48.5 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 35.8 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.74
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.77 (1.70m)

2 Tunnel

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.1 Tabella, Interno (E), Int.1

[m]	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62
6.42	48.7	41	45.3	**[53.7]**	42.7	42.7	**[53.7]**	45.3	41	48.7
5.25	42	31.9	38.2	46.5	34.5	34.5	46.5	38.2	31.9	42
4.08	36.1	27.3	32.8	40.1	29.4	29.4	40.1	32.8	27.3	36.1
2.92	32.2	25.3	29.6	35.9	26.9	26.9	35.9	29.5	25.3	32.2
1.75	28.2	23.3	26.3	31.3	24.4	24.4	31.3	26.3	23.3	28.2
0.58	24.7	**(21.3)**	23.4	27.3	22.1	22.1	27.3	23.4	**(21.3)**	24.7

Illuminamento [lx]

Altezza del piano di riferimento		: 0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 33.1 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 21.3 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 53.7 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.55 (0.65)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 2.52 (0.4)

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.2 Tabella, Interno (L), Int.1, Beo.1

[m]	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62
6.42	3.87	3.17	3.58	**[4.13]**	3.32	3.36	**[4.13]**	3.62	3.22	3.87
5.25	3.27	2.6	3.1	3.48	2.68	2.83	3.49	2.9	2.61	3.23
4.08	2.36	1.91	2.27	2.55	1.96	2.07	2.59	2.12	1.93	2.4
2.92	1.81	1.51	1.75	1.97	1.56	1.62	2.02	1.67	1.53	1.87
1.75	1.45	1.24	1.42	1.59	1.28	1.33	1.61	1.36	1.27	1.49
0.58	1.2	**(1.07)**	1.17	1.31	1.1	1.12	1.31	1.14	1.09	1.22

Posizione osservatore 1		: x = 6.4, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.38)
Luminanza media	Lm	: 2.2 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 1.07 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.5
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.77
Aumento della soglia di percezione	TI	: 3.34 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.106
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.063

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.3 Tabella, Interno (L), Int.1, Beo.2

[m]	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62
6.42	3.88	3.21	3.59	**[4.13]**	3.34	3.35	4.1	3.57	3.2	3.82
5.25	2.89	2.29	2.72	3.13	2.4	2.52	3.17	2.64	2.35	2.94
4.08	2.12	1.7	2.02	2.32	1.78	1.86	2.39	1.95	1.75	2.22
2.92	1.69	1.4	1.65	1.86	1.46	1.52	1.9	1.59	1.44	1.79
1.75	1.39	1.2	1.35	1.52	1.23	1.28	1.55	1.32	1.22	1.44
0.58	1.17	**(1.05)**	1.13	1.28	1.08	1.09	1.28	1.12	1.06	1.19

Posizione osservatore 2		: x = 6.4, y = 5.25, z = 1.5 (dx = 61.38)
Luminanza media	Lm	: 2.08 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 1.05 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.5
Uniformità longitudinale Ul	Llmin/Llmax	: 0.72
Aumento della soglia di percezione	TI	: 4.11 %
Coefficiente di contrasto medio	Lr/Ev (av)	: 0.1
Coefficiente di contrasto minimo	Lr/Ev (min)	: 0.062

qc: calcolo del grado di riflessione orientato all'ndietro.

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.4 Tabella, Interno (E), Parete destra, Int.1

[m]										
1.70	25.4	**(21.8)**	24	27	22.6	22.6	27	24	**(21.8)**	25.4
1.00	25.7	22.3	24.4	**[27.6]**	23.1	23.1	**[27.6]**	24.4	22.3	25.7
	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62

Illuminamento [lx]

Illuminamento medio	Em	: 24.4 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 21.8 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 27.6 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.12 (0.89)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.27 (0.79)

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.5 Tabella, Interno (L), Parete destra, Int.1, Beo.1

[m]										
1.70	3.24	**(2.77)**	3.05	3.44	2.88	2.88	3.44	3.05	**(2.77)**	3.24
1.00	3.28	2.84	3.1	**[3.51]**	2.94	2.94	**[3.51]**	3.1	2.84	3.28
	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62

Posizione osservatore 1		: x = 6.4, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.38)
Luminanza media	Lm	: 3.1 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 2.77 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.89
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.81 (1.70m)

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.6 Tabella, Interno (E), Parete di sinistra, Int.1

[m]	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62
1.70	11.9	11.8	12	**[12.3]**	11.9	11.9	**[12.3]**	12	11.8	11.9
1.00	10.5	**(9.9)**	10.4	10.9	10.2	10.2	10.9	10.4	**(9.9)**	10.5

Illuminamento [lx]

Illuminamento medio	Em	: 11.2 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 9.9 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 12.3 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.13 (0.88)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 1.24 (0.81)

2.4 Risultati calcolo, Tunnel

2.4.7 Tabella, Interno (L), Parete di sinistra, Int.1, Beo.1

[m]										
1.70	1.52	1.51	1.53	**[1.56]**	1.52	1.52	**[1.56]**	1.53	1.51	1.52
1.00	1.33	**(1.26)**	1.32	1.39	1.3	1.3	1.39	1.32	**(1.26)**	1.33
	67.78	70.54	73.30	76.06	78.82	81.58	84.34	87.10	89.86	92.62

Posizione osservatore 1		: x = 6.4, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.38)
Luminanza media	Lm	: 1.42 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 1.26 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.88
Uniformità longitudinale UI	Llmin/Llmax	: 0.96 (1.70m)