



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001 CIG 652449686B



GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTI

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo impianti

CODICE PROGETTO		CODICE ELABORATO						SCALA	DATA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev		
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	T 0 0	I M 0 0	I M P	R E 0 1	C	-	03/05/2019

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.

SWSTM

Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Paolo Cucino

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Generalità	5
1.2	Note generali	5
1.3	Glossario	5
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	6
3	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	8
3.1	Generalità	8
3.2	Impianto di illuminazione	8
3.3	Impianto a messaggio variabile - PMV	9
4	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	10
4.1	Dati di progetto	10
4.1.1	Caratteristiche dell'alimentazione	10
4.2	Impianto elettrico – scelte progettuali	11
4.2.1	Suddivisione dell'impianto	11
4.3	Criteri di calcolo delle correnti di corto circuito	11
4.3.1	Corrente di corto circuito trifase simmetrica	11
4.3.2	Corrente di corto circuito monofase	12
4.4	Criteri di dimensionamento dei conduttori BT	12
4.4.1	Portata del conduttore	12
4.4.2	Scelta della sezione del conduttore	13
4.4.3	Caduta di tensione	13
4.4.4	Verifica della protezione contro i sovraccarichi	13
4.5	Criteri di scelta e dimensionamento delle protezioni	14
4.5.1	Protezione contro le sovracorrenti	14
4.5.2	Dimensionamento degli interruttori automatici	16
4.5.3	Protezione contro i contatti diretti	17
4.5.4	Protezione contro i contatti indiretti	18
4.6	Distribuzione elettrica svincoli	18

5	SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	19
5.1	Generalità	19
5.2	Criteri progettuali	19
5.3	Descrizione generale degli impianti d’illuminazione stradale su palo	22
5.3.1	Caratteristiche dei sostegni	22
5.3.2	Basamenti:	23
5.3.3	Posa dei pali:.....	23
5.4	Apparecchi illuminanti su palo	24
5.4.1	Tipologia apparecchi	24
5.5	Caratteristiche corpi illuminanti	24
5.5.1	Montaggio.....	24
5.6	Descrizione impianto illuminazione svincolo sottovia SS125.....	25
5.7	Dimensionamento impianto illuminazione svincolo sottovia SS125	25
5.7.1	Illuminazione interna delle gallerie	25
5.7.2	Illuminazione in ingresso delle gallerie	26
5.8	Impianto di illuminazione delle gallerie	30
5.9	Verifiche Illuminotecniche	31
5.9.1	Caratteristiche corpi illuminanti	32
5.10	Cavidotti.....	32
5.10.1	Tipo di posa	32
5.10.2	Pozzetti	32
5.11	Caratteristiche impianto elettrico	33
5.11.1	Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione	33
5.11.2	Sfilabilità dei cavi	34
5.11.3	Collegamento delle fasi ai punti luce.....	34
5.11.4	Giunzioni.....	34
5.11.5	Identificazione dei circuiti e delle fasi	34
5.11.6	Derivazioni verso le armature stradali.....	34
5.12	Impianto di terra.....	34
5.13	Quadri elettrici	35
5.13.1	Caratteristiche.....	35

5.13.2	Sistema comando e controllo (onde convogliate)	35
6	ALLEGATO 1 – VERIFICA CADUTA DI TENSIONE DELLE LINEE ELETTRICHE	37
6.1	Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG02	37
6.2	Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG03	40
6.3	Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG25	43
7	ALLEGATO 2 – CALCOLI ILLUMINOTECNICI	46
7.1	SS554 Cartigliana	46
7.1.1	Dati di progetto	46
7.1.2	Geometria della galleria	46
7.1.3	Specifiche dei rivestimenti	47
7.2	Fila di lampade	47
7.2.1	Fila di lampade nr:1	47
7.2.2	Fila di lampade nr1, specifiche della singola lampada	48
7.2.3	Fila di lampade nr:2	49
7.2.4	Fila di lampade nr3, specifiche della singola lampada	49
7.3	Zona Ingresso	49
7.3.1	Zona considerata:	49
7.3.2	Posizione dell'osservatore per il calcolo dei valori del campo di misura	49
7.3.3	Fila di lampade nr1: impostazione dei gruppi di accensione	50
7.3.4	Fila di lampade nr2: impostazione dei gruppi di accensione	50
7.3.5	Fila di lampade nr3: impostazione dei gruppi di accensione	50
7.3.6	Fila di lampade nr4: impostazione dei gruppi di accensione	50
7.4	Sommario	50
7.4.1	Apporto diretto delle lampade	50
7.4.2	Apporto indiretto:	50
7.4.3	Sommario:	51
7.5	Risultati numerici lungo tutto il sottopasso	52
7.5.1	Zona considerata:	52
7.5.2	Posizione dell'osservatore per il calcolo dei valori del campo di misura	52
7.5.3	Fila di lampade nr1: impostazione dei gruppi di accensione	52
7.5.4	Fila di lampade nr2: impostazione dei gruppi di accensione	52

7.5.5	Fila di lampade nr3: impostazione dei gruppi di accensione	52
7.5.6	Fila di lampade nr4: impostazione dei gruppi di accensione	52
7.6	Output dei valori per il campo di misura scelto	53
7.6.1	Illuminamenti sulla strada [lx]:	53
7.6.2	Illuminamenti sulla parete sinistra: [lx].....	54
7.6.3	Illuminamenti sulla parete destra [lx]	55
7.6.4	Luminanza sulla strada: [cd/m ²]	56
7.6.5	Luminanza sulla parete sinistra: [cd/m ²].....	57
7.6.6	Luminanza sulla parete destra [cd/m ²]	58
7.6.7	Illuminamenti verticali nel campo di misura stradale: [lx].....	59
7.6.8	Coefficiente di contrasto nel campo di misura stradale:	60
7.6.9	Luminanza di velo	61
7.7	Sommario.....	62
7.7.1	Apporto diretto delle lampade	62
7.7.2	Apporto indiretto:	62
7.7.3	Sommario:.....	62

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Questo documento costituisce la relazione tecnica relativa alla progettazione definitiva degli impianti di illuminazione delle intersezioni nell'ambito del progetto: SS 554 "CAGLIARITANA" – Adeguamento alla sezione stradale Cat. B "Extraurbana Principale" ed eliminazione delle intersezioni a raso. L'intervento prevede anche la realizzazione di un sistema per la comunicazione agli utenti basato su pannelli a messaggio variabile (PMV), interfacciato tramite sistema RMT alla sala operativa compartimentale. Verifiche sulla documentazione tecnica.

1.2 Note generali

Il presente documento descrive la metodologia di dimensionamento degli impianti elettrici.

In particolare, si evidenzia che:

- i calcoli allegati sono sviluppati con programmi software dedicati, i quali utilizzano le apparecchiature elettriche delle principali ditte fornitrici, universalmente riconosciuti di elevata affidabilità e debitamente validati;
- i risultati dei calcoli dimensionali di linee e interruttori sono riportati sugli schemi unifilari di potenza dei quadri elettrici.

In ogni svincolo l'impianto di illuminazione trae origine da una fornitura in loco in bassa tensione; le caratteristiche della fornitura prevedono una tensione di linea di 400 V.

Il sistema è classificabile TT circa lo stato del neutro e del conduttore di protezione rispetto a terra.

Gli impianti dei vari svincoli presentano caratteristiche simili tra loro: le utenze costituite dai corpi illuminanti posti sulle rampe di svincolo e sulle corsie di accelerazione e decelerazione sono collegate ad un quadro elettrico posizionato a ridosso della viabilità principale, in posizione il più possibile baricentrica.

Tutte le altre utenze sono collegate a quadri elettrici posizionati in modo da essere facilmente raggiungibili dalla viabilità locale, per un'agevole manutenzione da parte dell'ente competente.

1.3 Glossario

Di seguito si riporta il significato di acronimi e/o di altri nomi tecnici utilizzati in questo documento.

Acronimo	Descrizione
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CIE	International Commission on Illumination
LED	Light Emitting Diode
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio;
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo;
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni;
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale– Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno;
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale– Parte 2: Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale– Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale– Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic;
- CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow;
- CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas;
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto;
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore;
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione;
- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito;
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali);
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore;
- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori;
- CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici;
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi;
- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC);
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali;
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici;

- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli;
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali;
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio;
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale;
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza;
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa;
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati;
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

- Direttiva Presidenza Consiglio Ministri 3/3/99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";
- DM 21 Marzo 1988, n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne";
- DM 5 novembre 2001 e s.m.i. "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- DM 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- DPR 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada";
- Legge n° 186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici costruiti "a regola d'arte";
- Legge n° 791 del 18.01.1977 Attuazione della Direttiva n° 73/23/CEE (abrogata dalla Direttiva n° 2006/95/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere impiegato entro alcuni limiti di tensione;
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada;
- D.lgs. n° 81/2008 e s.m.i. "Testo Unico sulla Sicurezza".

Le direttive applicabili sono

- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione;
- 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica.

N.B.

L'elenco dei cui sopra è stato fatto includendo anche leggi e norme superate che andranno prese solo come riferimento a carattere generale.

3 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

3.1 Generalità

Questo capitolo inquadra l'intervento di progettazione relativo al sistema per la comunicazione agli utenti basato su pannelli a messaggio variabile (PMV), interfacciato tramite sistema RMT alla sala operativa compartimentale e agli impianti di illuminazione dei tratti di intersezione previsti nell'ambito dell'intervento: SS 554 "CAGLIARITANA" - Adeguamento alla sezione stradale Cat. B "Extraurbana Principale" ed eliminazione delle intersezioni a raso.

Gli impianti di illuminazione stradale esistenti che interferiscono con la realizzazione del nuovo sistema di illuminazione dovranno essere dismessi e smaltiti secondo le indicazioni previste nelle norme in vigore.

3.2 Impianto di illuminazione

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali", il quale, al punto 6, prescrive che: l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

- *Nodi di Tipo 1:* intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (svincolo);
- *Nodi di Tipo 2:* Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso.

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata:

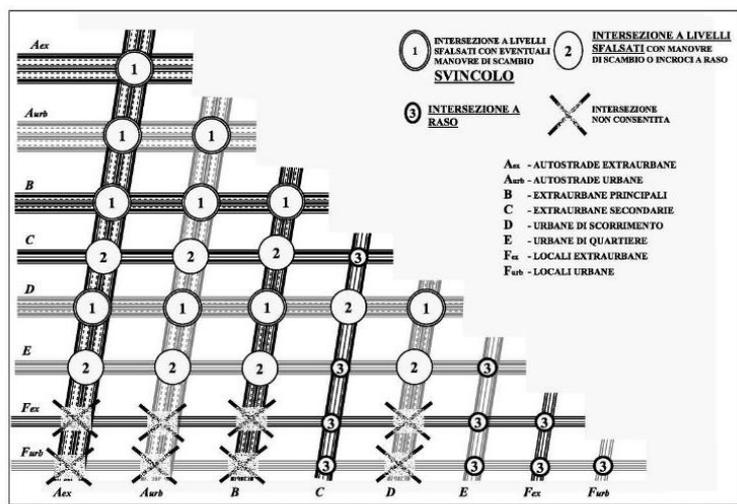


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizioni delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma prevede una procedura di analisi dei rischi, con la quale individuare la configurazione di impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Ciò premesso, l'intervento in oggetto prevede Nodi di Tipo 1 e 2, quindi l'obbligo normativo dell'impianto di illuminazione delle aree di svincolo. L'esigenza di illuminare anche le rotatorie nasce dalla necessità di dare una continuità visiva tra le varie zone e dalla complessità visiva dovuta alla presenza di più bracci in ingresso/uscita dalle stesse.

Le tratte stradali di penetrazione urbana sono dotate anch'esse di impianto di illuminazione.

Sono previste distinte forniture in bassa tensione, previste in posizione baricentrica rispetto al carico elettrico.

È prevista la realizzazione di un sistema di telecontrollo ad onde convogliate per la corretta gestione del flusso luminoso emesso dalle armature stradale. Lo stesso sistema sovrintenderà al corretto funzionamento dei diversi componenti funzionali al sistema impiantistico.

3.3 Impianto a messaggio variabile - PMV

Nei tratti di svincolo interessati da elevati volumi di traffico sono previsti degli specifici pannelli a messaggio variabile (PMV) con l'obiettivo di fornire agli utenti le informazioni sulla viabilità dell'asse principale e di controllare, tramite sistema TVCC, la viabilità in ingresso.

Il PMV previsto è costituito da:

- a) Modulo alfanumerico con 4 righe da 15 caratteri, altezza caratteri 210 mm;
- b) Modulo grafico full color a pittogrammi, per la rappresentazione dei segnali del codice della strada, lato 900x900 mm;
- c) Portale a bandiera per il sostegno dei PMV;
- d) N. 2 coppie di lanterne a led colore giallo diametro 300 mm;
- e) Telecamera di tipo "dome" posizionata sulla parte alta del PMV
- f) Unità di controllo locale, installata alla base del portale.

Lungo l'asse principale sono previsti dei PMV costituiti da:

- a) Modulo alfanumerico, per la rappresentazione di caratteri alfanumerici, secondo la tabella ASCII, su 3 righe da 15 caratteri, altezza caratteri 400 mm;
- b) Modulo grafico full color a pittogrammi, per la rappresentazione dei segnali del codice della strada, area attiva 1200x1200 mm;
- c) Portale a cavalletto per il sostegno dei PMV;
- d) N. 2 coppie di lanterne a led colore giallo diametro 300 mm;
- e) Telecamera di tipo "dome" posizionata sulla parte alta del PMV
- f) Unità di controllo locale, installata alla base del portale.

Per tutta la tratta interessata è prevista la posa di un dorsale di comunicazione interrata in fibra ottica; le tubazioni previste sono del tipo a "tritubo" con diametro pari a 50mm.

4 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

4.1 Dati di progetto

4.1.1 Caratteristiche dell'alimentazione

L'energia viene fornita, attraverso diverse forniture in bassa tensione, ai nuovi quadri elettrici, ubicati nelle aree di svincolo come da elaborati grafici di progetto.

La fornitura ha le seguenti caratteristiche:

- Frequenza: 50 Hz
- Tensione nominale: 230/400 V
- L'impianto è del tipo TT

I quadri elettrici con le rispettive forniture sono riportati di seguito:

QUADRO	LAMPADE 54W	LAMPADE 129W	PROIETTORE 25W	POMPA	CENTRALINA	POTENZA kW
Q.G.01	7	13		1	1	3,76
Q.G.02	8	28		1	1	5,74
Q.G.03	10	23			1	3,71
Q.G.04	12	22			1	3,69
Q.G.05	4	23	10	2	1	6,42
Q.G.06	3	32			1	4,49
Q.G.07	22				1	1,39
Q.G.08	10			1	1	2,24
Q.G.09	16				1	1,06
Q.G.10	11				1	0,79
Q.G.11	6	21			1	3,23
Q.G.12	10	20		2	1	6,32
Q.G.13	13				1	0,90
Q.G.14	19				1	1,23
Q.G.15	4	16		1	1	3,98
Q.G.16	11	16		1	1	4,36
Q.G.17	9				1	0,69
Q.G.18	21				1	1,33
Q.G.19	5	19		1	1	4,42
Q.G.20	4	6			1	1,19
Q.G.21	5	7		1	1	2,87
Q.G.22	23				1	1,44
Q.G.23	22	18		1	1	5,21
Q.G.24	24				1	1,50
Q.G.25	2	45		2	1	9,11
Q.G.26	27	8			1	2,69
Q.G.27	13				1	0,90
Q.G.28	24	10		2	1	5,79
Q.G.29	15				1	1,01
Q.G.30	19				1	1,23
Q.G.31	17	5			1	1,76

4.2 Impianto elettrico – scelte progettuali

4.2.1 Suddivisione dell'impianto

Il numero ed il tipo dei circuiti necessari devono essere determinati sulla base dei seguenti punti:

- punti di consumo dell'energia richiesta;
- carico prevedibile nei diversi circuiti;
- natura dei carichi da alimentare;
- evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- selettività di intervento delle protezioni;
- sezionamento di parti di impianto in modo tale da garantire, per brevi periodi, l'illuminazione anche ad un livello degradato (ad esempio in casi particolari si illuminano solo alcune zone).

4.3 Criteri di calcolo delle correnti di corto circuito

I conduttori elettrici di un circuito devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione, quando in un punto qualunque del circuito elettrico si produce un corto circuito.

4.3.1 Corrente di corto circuito trifase simmetrica

$$I''_K = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_T + R_{L1} + R_{L2})^2 + (X_T + X_{L1} + X_{L2})^2}} + I_M + I_G$$

dove:

- I''_k = corrente di corto circuito trifase simmetrica (A);
- U = tensione concatenata (V);
- R_T = resistenza equivalente del trasformatore (Ω);
- R_{L1} = resistenza della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- R_{L2} = resistenza della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- X_T = reattanza equivalente del trasformatore (Ω);
- X_{L1} = reattanza della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω);
- X_{L2} = reattanza della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω);
- I_M = contributo degli eventuali motori equivalenti alla corrente di corto circuito (A);
- I_G = contributo dell'eventuale generatore equivalente alla corrente di corto circuito (A).

4.3.2 Corrente di corto circuito monofase

$$I''_K = \frac{U}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_T + R_{F1} + R_{N1} + R_{F2} + R_{N2})^2 + (X_T + X_{F1} + X_{N1} + X_{F2} + X_{N2})^2}}$$

dove:

- I''_{K1} = corrente di corto circuito monofase (A);
- U = tensione concatenata (V);
- R_T = resistenza equivalente del trasformatore (Ω);
- R_{F1} = resistenza di fase della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- R_{N1} = resistenza di neutro della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- R_{F2} = resistenza di fase della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- R_{N2} = resistenza di neutro della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro alla massima temperatura di esercizio (Ω);
- X_T = reattanza equivalente del trasformatore (Ω);
- X_{F1} = reattanza di fase della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω);
- X_{N1} = reattanza di neutro della linea di collegamento tra il trasformatore ed il quadro generale BT (Ω);
- X_{F2} = reattanza di fase della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω);
- X_{N2} = reattanza di neutro della linea di collegamento tra il quadro generale BT ed il sottoquadro (Ω).

4.4 Criteri di dimensionamento dei conduttori BT

4.4.1 Portata del conduttore

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- I_z = portata nominale nelle reali condizioni di posa (A);
- I_0 = portata ordinaria in aria a 30°C (valori indicati nelle tabelle I e II delle norme CEI 35024) (A);
- K_1 = fattore per temperature diverse da 30°C (tabella III delle norme CEI 35024);
- K_2 = fattore di posa (tabelle IV, V e VI delle norme CEI 35024).

Nel calcolo della portata si presuppone che:

- solo i cavi attivi producono riscaldamento e le linee si considerano equilibrate;
- con carichi squilibrati si debba studiare la fase più caricata e verificare la tenuta del neutro, soprattutto in presenza di armoniche;
- la temperatura ambiente sia di 30°C.

4.4.2 Scelta della sezione del conduttore

Le tabelle della norma CEI 35024 quindi permettono di calcolare, in determinate posa e ambientali:

- la corrente massima I_z che il cavo può sopportare ininterrottamente, data la sua sezione S ;
- la sezione minima del cavo, data la corrente massima ammissibile I_z .

4.4.3 Caduta di tensione

La caduta di tensione fra l'origine di un impianto e qualunque apparecchio utilizzatore sarà contenuta entro il 4% riferita al valore della U_n dell'impianto. Cadute di tensione più elevate saranno ammesse solo per motori alla messa in servizio o per altri componenti elettrici che richiedono assorbimenti più elevati, purché le variazioni di tensione restino entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

$$\Delta U = k \times (R' \cos \varphi + X' \sin \varphi) \times I_b$$

dove:

- ΔU = caduta di tensione (V/km o mV/m);
- I_b = corrente assorbita dal carico (A);
- K = coefficiente (1,73 per linee trifasi e 2 per linee monofasi);
- R' = resistenza per fase alla temperatura di regime (Ω/km o $\text{m}\Omega/\text{m}$);
- X' = reattanza di fase a 50 Hz (Ω/km o $\text{m}\Omega/\text{m}$);
- $\cos \varphi$ = fattore di potenza del carico;
- L = lunghezza della linea (km o m).

da cui in percentuale:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_n} \times 100$$

4.4.4 Verifica della protezione contro i sovraccarichi

Secondo la Norma CEI 64-8 le sezioni minime dei conduttori devono essere tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche e, in caso di guasto, non devono raggiungere temperature pericolose sia per l'ambiente circostante, sia per la buona conservazione dei conduttori stessi e delle relative giunzioni.

Per la protezione dei conduttori contro le sovracorrenti si dovranno coordinare gli stessi con i dispositivi di protezione in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_z = portata massima del conduttore secondo le condizioni di posa (A);
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore (A);
- I_n = corrente nominale o di taratura dell'interruttore (A);
- I_b = corrente di impiego dell'utilizzatore (A).

Dalle condizioni di coordinamento sopra citate, ne consegue che il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f in quanto esso può permanere a lungo senza provocare l'intervento della protezione. Ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente.

$$I^2 t = K^2 \times S^2$$

dove:

- I^2t = integrale di Joule o energia specifica lasciata passare, dal dispositivo di protezione, per la durata del corto circuito (A²s);
- K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e isolamento che, per una durata di corto circuito non superiore a 5 s, è pari a:
 - 115 per conduttori in Cu isolati con PVC;
 - 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;
 - 143 per conduttori in Cu isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;
 - 74 per conduttori in Al isolati con PVC;
 - 87 per conduttori in Al isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;
 - 115 corrispondente ad una temperatura di 160°C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in Cu;
- S = sezione del conduttore (mm²).

4.5 Criteri di scelta e dimensionamento delle protezioni

4.5.1 Protezione contro le sovracorrenti

I conduttori attivi di un circuito elettrico devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce sovracorrente (sovraccarico o corto circuito). La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti può essere assicurata sia in modo separato, con dispositivi distinti, sia in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni. In ogni caso essi devono essere tra loro coordinati.

Per assicurare la protezione il dispositivo deve:

- interrompere sia la corrente di sovraccarico sia quella di corto circuito, interrompendo, nel secondo caso, tutte le correnti di corto circuito che si presentano in un punto qualsiasi del circuito, prima che esse provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento;
- essere installato in generale all'origine di ogni circuito e di tutte le derivazioni aventi portate differenti (diverse sezioni dei conduttori, diverse condizioni di posa e ambientali, nonché un diverso tipo di isolamento del conduttore).

4.5.1.1 Condizioni di sovraccarico

Gli interruttori per la protezione contro i sovraccarichi sono dimensionati in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_f \leq 1.45I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_z = portata massima del conduttore secondo le condizioni di posa (A);
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore (A);
- I_n = corrente nominale o di taratura dell'interruttore (A);
- I_b = corrente di impiego dell'utilizzatore (A).

Dalle condizioni di coordinamento sopra citate, ne consegue che il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f in quanto esso può permanere a lungo senza provocare l'intervento della protezione. Ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente.

4.5.1.2 Condizioni di corto circuito

Per quanto concerne le condizioni di corto circuito, il dispositivo di protezione:

- può essere installato lungo la condotta ad una distanza dall'origine non superiore a 3 m, purché questo tratto sia rinforzato in modo da ridurre al minimo il rischio di corto circuito;
- non deve essere posto vicino a materiale combustibile o in luoghi con pericolo di esplosione;
- deve avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato. È ammesso tuttavia l'impiego di un dispositivo di protezione con un potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo che abbia il necessario potere di interruzione (protezione di sostegno o back-up). In questo caso l'energia specifica (I^2t) lasciata passare dal dispositivo a monte non deve superare quella (I^2t) che può essere ammessa senza danni dal dispositivo o dalle condutture situate a valle;
- deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe superare al conduttore la massima temperatura ammessa. Deve cioè essere verificata, qualunque sia il punto della condotta interessata al corto circuito, la condizione:

$$I^2t = K^2 \times S^2$$

Per corto circuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo necessario affinché una data corrente di corto circuito porti in condizioni di servizio ordinario un conduttore alla temperatura limite, può essere calcolato in prima approssimazione con la formula (derivata dalla precedente):

$$\sqrt{t} = \frac{K \times S}{I}$$

dove:

- I^2t = integrale di Joule o energia specifica lasciata passare, dal dispositivo di protezione, per la durata del corto circuito (A²s);
- K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e isolamento che, per una durata di corto circuito non superiore a 5 s, è pari a:
 - 115 per conduttori in Cu isolati con PVC
 - 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica
 - 143 per conduttori in Cu isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
 - 74 per conduttori in Al isolati con PVC
 - 87 per conduttori in Al isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato
 - 115 corrispondente ad una temperatura di 160°C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in Cu
- S = sezione del conduttore (mm²)
- t = tempo di intervento del dispositivo di protezione assunto < 5 s

4.5.2 Dimensionamento degli interruttori automatici

4.5.2.1 Interruttore generale di impianto

Corrente nominale

$$I_n \leq I_z$$

$$I_n \geq 1.3I_t$$

dove:

- I_n = corrente nominale dell'interruttore (A);
- I_z = corrente nominale del cavo delle reali condizioni di posa (A);
- I_r = corrente nominale secondaria del trasformatore (A).

Relè Termico

$$I_{te} \leq 1.1I_r$$

dove:

- I_{te} = corrente di taratura del relè termico (A);
- I_r = corrente nominale secondaria del trasformatore (A).

Relè Magnetico

$$I_m < I_{ccmin}$$

$$t = 0.2s$$

dove:

- I_m = corrente di taratura del relè magnetico (A);
- I_{ccmin} = corrente di corto circuito minima (A);
- t = tempo di ritardo (s).

Potere di interruzione

$$P_i > I_{ccmax}$$

dove:

- P_i = potere di interruzione (A);
- I_{ccmax} = corrente di corto circuito massima (A).

4.5.2.2 Interruttori magnetotermici

Corrente nominale

$$I_n \leq I_z$$
$$I_n = I_b \times (a \times T_a \times b)$$

dove:

- I_n = corrente nominale dell'interruttore (A)
- I_z = corrente nominale del cavo delle reali condizioni di posa (A);
- I_b = corrente nominale assorbita dal carico (A);
- T_a = temperatura dell'ambiente di posa dell'interruttore ($^{\circ}\text{C}$);
- a, b = coefficienti numeri per riportare la corrente di funzionamento dell'interruttore alla temperatura di riferimento.

Relè Termico

$$I_{te} \leq 1.1I_r$$

dove:

- I_{te} = corrente di taratura del relè termico (A);
- I_r = corrente nominale secondaria del trasformatore (A).

Relè Magnetico

$$I_m < I_{ccmin}$$
$$t = 0.2s$$

dove:

- I_m = corrente di taratura del relè magnetico (A);
- I_{ccmin} = corrente di corto circuito minima (A);
- t = tempo di ritardo (s).

Potere di interruzione

$$P_i > I_{ccmax}$$

dove:

- P_i = potere di interruzione (A);
- I_{ccmax} = corrente di corto circuito massima (A).

4.5.3 Protezione contro i contatti diretti

Le misure che si adotteranno per proteggere le persone contro i pericoli derivanti da contatti con parti attive saranno del tipo definito dalle Norme CEI "a protezione totale"; in particolare:

- tutte le parti attive saranno adeguatamente isolate;
- l'isolamento potrà essere rimosso solo mediante distruzione;
- l'isolamento dei quadri elettrici soddisferà le relative Norme.

Come misura addizionale, per la protezione delle linee in partenza dai quadri si impiegheranno interruttori dotati di dispositivo differenziale.

4.5.4 Protezione contro i contatti indiretti

Il progetto prevede come protezione dai contatti indiretti l'utilizzo di componenti in classe II così come previsto dalla norma CEI 64-7 articolo 3.3.7.1 comma (a).

In particolare, i seguenti componenti che costituiscono gli impianti in oggetto saranno dotati di doppio isolamento o isolamento rinforzato.

- corpi illuminanti;
- apparecchi per la dimmerazione;
- morsettiera di attestazione su palo;
- quadro elettrico di alimentazione e relativi accessori;
- cavi (le dorsali di alimentazione dovranno avere guaina non metallica e tensione nominale maggiore di un gradino rispetto alla tensione necessaria al sistema elettrico servito).

Non sarà quindi presente alcun impianto di terra.

4.6 Distribuzione elettrica svincoli

Il progetto prevede la realizzazione di impianti elettrici distinti a servizio dell'illuminazione degli svincoli.

Le caratteristiche elettriche degli impianti d'illuminazione sono essenzialmente:

- Tensioni nominali di alimentazione: 400 V concatenate e 230 V stellate
- Frequenza nominale di tali tensioni: 50 Hz.
- Distribuzione delle alimentazioni: trifase con neutro
- Tipo di distribuzione: in derivazione
- Caduta di tensione massima: 4%
- Fattore di potenza: 0,95

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati costituiti da tubazione in pvc pesante, diametro 110 mm, doppia parete del tipo corrugato, da posizionarsi su scavi a sezione obbligata realizzati con mezzi meccanici.

Al fine di permettere un corretto infilaggio dei cavi elettrici, le tubazioni saranno intercettate da pozzetti in cls prefabbricati con chiusini carrabili.

5 SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE – IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

5.1 Generalità

Questo capitolo, a completamento degli elaborati grafici riportati, descrive:

- le soluzioni tecniche adottate;
- la tipologia dei materiali utilizzati;
- le lavorazioni da eseguire;
- le norme esecutive per la realizzazione e/o la messa in opera dei materiali.

5.2 Criteri progettuali

L'impianto di illuminazione di ogni svincolo è dimensionato in modo da garantire un illuminamento medio secondo quanto previsto dalla norma UNI 11248:2016 e UNI EN 132101-2 in funzione della tipologia delle strade.

La disposizione dei corpi illuminanti è stata scelta in funzione delle caratteristiche geometriche delle strade in modo da mantenere un buon confort visivo, ridurre i fenomeni di abbagliamento e realizzare una elevata uniformità dell'illuminamento del manto stradale che possa permettere l'immediata percezione di incroci e svincoli.

In ogni svincolo sono state illuminate le corsie di accelerazione e decelerazione, le rampe e le intersezioni con le complanari, ove presenti. Inoltre, il progetto prevede la realizzazione di intersezioni a raso lineari o a rotatoria che collegano la nuova viabilità con la viabilità locale esistente; in questi casi è stata prevista l'illuminazione sia dell'intersezione sia delle strade di accesso secondo quanto previsto nell'Appendice C della norma UNI 11248:2016.

Ai fini dello studio illuminotecnico, sono state classificate le strade in riferimento alle prescrizioni della norma UNI 11248:2016, che associa una categoria illuminotecnica in funzione del tipo di strada e di alcuni parametri di influenza quali ad esempio i limiti di velocità, la presenza di zone di conflitto, la complessità del campo visivo.

Di seguito si riporta la classificazione delle strade e la corrispondente categoria illuminotecnica:

- Corsie di accelerazione e decelerazione:

Strada extraurbana principale:	tipo B
Categoria illuminotecnica di riferimento:	M2
Aree di conflitto:	presenti
Riduzione della categoria illuminotecnica per Fattori favorevoli:	0
Categoria illuminotecnica di progetto:	M2
Riduzione Categoria di esercizio nelle ore con traffico diminuito 50%:	1
Categoria illuminotecnica di esercizio standard:	M2
Categoria illuminotecnica di esercizio a regime ridotto:	M3.

- Rampe di svincolo:

Strada di servizio alle strade extraurbane principali:	tipo B
Categoria illuminotecnica di riferimento:	M3
Aree di conflitto:	presenti
Riduzione della categoria illuminotecnica per Fattori favorevoli:	0
Categoria illuminotecnica di progetto:	M3

Riduzione Categoria di esercizio nelle ore con traffico diminuito 50%:	1
Categoria illuminotecnica di esercizio standard:	M3
Categoria illuminotecnica di esercizio a regime ridotto:	M4.
- <u>Complanari:</u>	
Strada di servizio alle strade extraurbane principali:	tipo B
Categoria illuminotecnica di riferimento:	M3
Aree di conflitto:	presenti
Riduzione della categoria illuminotecnica per Fattori favorevoli:	0
Categoria illuminotecnica di progetto:	M3
Riduzione Categoria di esercizio nelle ore con traffico diminuito 50%:	1
Categoria illuminotecnica di esercizio standard:	M3
Categoria illuminotecnica di esercizio a regime ridotto:	M4.
- <u>Strade locali di accesso alle rotonde:</u>	
Strada locale urbana:	tipo F
Categoria illuminotecnica di riferimento:	M4
Aree di conflitto:	presenti
Riduzione della categoria illuminotecnica per Fattori favorevoli:	0
Categoria illuminotecnica di progetto:	M4
Riduzione Categoria di esercizio nelle ore con traffico diminuito 50%:	1
Categoria illuminotecnica di esercizio standard:	M4
Categoria illuminotecnica di esercizio a regime ridotto:	M5.

La Norma UNI 13201-2 prescrive per tali categorie illuminotecniche i seguenti parametri di riferimento progettuale:

- <u>Categoria M2:</u>	
Luminanza media	$L_m \geq 1,5 \text{ cd/m}^2$
Uniformità generale	$U_0 \geq 0,4$
Uniformità longitudinale	$U_l \geq 0,7$
Incremento di soglia	$TI \leq 10\%$
- <u>Categoria M3:</u>	
Luminanza media	$L_m \geq 1,0 \text{ cd/m}^2$
Uniformità generale	$U_0 \geq 0,4$
Uniformità longitudinale	$U_l \geq 0,6$
Incremento di soglia	$TI \leq 15\%$

- Categoria M4:
 - Luminanza media $L_m \geq 0,75 \text{ cd/m}^2$
 - Uniformità generale $U_0 \geq 0,4$
 - Uniformità longitudinale $U_l \geq 0,6$
 - Incremento di soglia $TI \leq 15\%$.

- Categoria M5:
 - Luminanza media $L_m \geq 0,5 \text{ cd/m}^2$
 - Uniformità generale $U_0 \geq 0,35$
 - Uniformità longitudinale $U_l \geq 0,6$
 - Incremento di soglia $TI \leq 15\%$.

Da un punto di vista illuminotecnico le intersezioni stradali sia a raso che a livelli sfalsati sono considerate aree di conflitto e meritano uno studio particolare.

Nel caso delle intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche, si fa ricorso alla classificazione C che fornisce i parametri illuminotecnici di progetto in funzione dell'illuminamento orizzontale; inoltre la norma propone di assumere una categoria illuminotecnica maggiore di un livello rispetto a quella più elevata tra le strade d'accesso. Le rotonde si trovano sempre sulla viabilità secondaria classificata M3, per cui la categoria equivalente aumentata di 1 è la C2.

Il Prospetto 6 della norma permette di effettuare la comparazione tra categorie illuminotecniche relative a zone stradali contigue ed adiacenti, facendo corrispondere ad ogni M una categoria illuminotecnica C.

Comparazione di categorie illuminotecniche

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

- Categoria C2:
 - Illuminamento orizzontale medio $E_m \geq 20 \text{ lux}$
 - Uniformità media $U_0 \geq 0,4$

5.3 Descrizione generale degli impianti d'illuminazione stradale su palo

Tutti gli impianti di illuminazione sono realizzati con corpi illuminanti che dovranno risultare installati ad un'altezza di 8m per viabilità secondaria (sbraccio 1,5m) e 10m per viabilità principale (sbraccio pari a 2,5m) per permettere di essere posizionati ad una distanza superiore a 2,3m, evitando di essere urtato in caso di deformazione del guard-rail.

Le armature stradali previste avranno un'ottica di tipo cut-off per evitare la dispersione del flusso luminoso verso l'alto e contenere il fenomeno dell'inquinamento luminoso.

La sorgente luminosa proposta è del tipo Led con assorbimento pari a 53 W e 129 W, caratterizzate da bassi consumi ed elevata efficienza luminosa.

I pali sono sostenuti mediante basamenti in calcestruzzo, prefabbricati di dimensioni 1000x1000x1200 mm.

I pali sono posizionati lungo la carreggiata ad una distanza di circa 2,50 m dal margine della banchina, gli interassi variano in funzione della categoria illuminotecnica di progetto e della geometria della strada, e sono riportati nei calcoli illuminotecnici. Come previsto dalla norma CEI 64-7 articolo 3.6.1 la distanza minima dei sostegni dai limiti della careggiata nelle strade extraurbane deve essere di almeno 140 cm.

La posizione e la tipologia dei corpi illuminanti è riportata negli elaborati specifici.

5.3.1 Caratteristiche dei sostegni

Caratteristiche costruttive generali

I sostegni devono essere ottenuti, mediante procedimento di laminazione a caldo, da tubi in acciaio saldati E.R.W. UNI 7091/72. Il processo di laminazione a caldo dei pali deve essere del tipo automatico a controllo elettronico ad una temperatura di circa 700°C. La saldatura longitudinale dei tubi deve essere almeno della II classe (DM14/02/92) a completa penetrazione, la stessa deve soddisfare le prove di qualifica mediante la certificazione della Casa Produttrice del tubo, che ne attesti la conformità alle Norme UNI 7091/72.

Caratteristiche meccaniche del materiale

I sostegni devono essere realizzati impiegando esclusivamente tubo in acciaio calmato del tipo S 275 UNI EN 10025 con le seguenti caratteristiche minime:

- Carico unitario di resistenza a trazione: $\geq 410/560 \text{ N/mm}^2$;
- Carico unitario di snervamento: $\geq 275 \text{ N/mm}^2$;
- Allungamento dopo rottura: $\geq 22 \%$.

Tolleranze di fabbricazione

Il processo di laminazione a caldo con macchina automatica a controllo elettronico deve consentire le seguenti tolleranze massime:

- Sul diametro esterno: $\pm 3\%$
- Sullo spessore: $\pm 0,3 \text{ mm}$.
- Sulla lunghezza totale: $\pm 50 \text{ mm}$.
- Sulla rettilineità: $0,3 \%$

Protezione

I sostegni dovranno essere protetti esclusivamente mediante zincatura a caldo internamente ed esternamente per immersione in bagno di zinco fuso in accordo con la Norme UNI EN 40/4.

Palo tubolare conico in acciaio zincato a caldo con le seguenti caratteristiche sotto indicate:

- diametro esterno alla base 139,7 mm.;
- diametro esterno in sommità 60mm. per una lunghezza di 120 mm.;
- spessore 3,8 mm.;

Con le lavorazioni sotto descritte:

- guaina termo-restringente protettiva alla base del palo;
- asola ingresso cavi 45 x 186 mm.;
- asola per morsettiera 45 x 186 mm.;
- piastrina esterna di messa a terra, con foro atto a contenere un bullone in acciaio inox avente diametro 12mm.

5.3.2 Basamenti:

L'ancoraggio dei pali è realizzato attraverso la posa in opera di idonei basamenti di fondazione. I basamenti di fondazione della dimensione di 100x100x120 cm sono in cls.

Tutti i basamenti sono posti al di fuori della sede stradale.

La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, è a giorno, ben levigata e squadrata, salvo diverse disposizioni impartite dalla direzione lavori; per le zone in rilevato, la profilatura della scarpata deve essere concordata con la direzione lavori.

I basamenti sono completi di apposito foro realizzato con tubi in PVC del diametro di mm 200.

Al termine della lavorazione di costruzione del basamento è prevista la rimozione del tubo in PVC utilizzato come dima.

Il raccordo fra il pozzetto di derivazione esterno al basamento ed il basamento di fondazione stesso, per la posa del cavo di alimentazione, è realizzata con tubo in PVC flessibile del diametro interno di mm 60 ed a 30cm. di profondità; tale raccordo ha pendenza verso il pozzetto.

5.3.3 Posa dei pali:

Le quote di infilaggio del palo all'interno del basamento, dei fori porta morsettiera e quant'altro indicato nelle schede tecniche del costruttore devono essere tassativamente rispettate.

Sulla sezione trasversale i pali di illuminazione sono posti ad una distanza minima di 1,4 m dal bordo della carreggiata in modo da ridurre i rischi di abbattimento in caso di svio dei veicoli. Tale distanza elimina anche eventuali interferenze con i guardrail posti a protezione del margine stradale e permette l'accesso al pozzetto di derivazione elettrica posto alla base del palo; l'esatta distanza dalla barriera di protezione deve essere determinata in funzione del livello di larghezza operativa (W) espressa in metri.

5.4 Apparecchi illuminanti su palo

5.4.1 Tipologia apparecchi

La scelta di utilizzare apparecchi a LED è in linea con l'attuale stato dell'arte che prevede sorgenti luminose ad elevata efficienza nell'ottica di contenere il consumo energetico.

Nella progettazione illuminotecnica si dovrà evitare per quanto possibile di illuminare aree non destinate alla circolazione stradale.

5.5 Caratteristiche corpi illuminanti

Armatura stradale tipo FIVEP KAI SMALL – LED R2 700mA (vetro piano temprato), OTTICA ME-02 a LED 53W, 4000K, 6845lm, Resa cromatica maggiore di 70, completa di un driver elettronico montato su piastra asportabile e adatto alla potenza assorbita dal sistema led.

Armatura stradale tipo FIVEP KAI MEDIUM – LED R5 700mA (vetro piano temprato), OTTICA LA-01 a LED 129W, 4000K, 16690lm, Resa cromatica maggiore di 70, completa di un driver elettronico montato su piastra asportabile e adatto alla potenza assorbita dal sistema led.

Caratteristiche elettriche

- 230 V- 50 Hz, $\cos \varphi > 0.90$;
- Classe isolamento: II;
- Vano ausiliari è dotato di piastra porta driver e/o sistemi di telecomando aggiuntivi;
- La morsettiera di alimentazione utilizza un sezionatore automatico che interviene all'apertura del vano componenti;
- Il vano ausiliari è separato da quello ottico al fine di ridurre la temperatura;
- Dotato di driver stand alone per la regolazione del flusso luminoso, vedi scheda tecnica allegata.

Caratteristiche meccaniche

- Chiusura frontale del vano ottico tramite protettore in vetro piano temperato fissato al telaio tramite sistema a vite e guarnizione al silicone, atto a garantire un grado di protezione IP 66 (EN 60598) e permettere l'accessibilità al vano ottico.;
- Corpo realizzato in pressofusione di alluminio completo di corpo, coperchio di accessibilità al vano ausiliari e sistema di fissaggio regolabile per montaggio su palo e sbracci con trattamento superficiale contro la corrosione e successiva laccatura nella colorazione Grigio RAL9006.

5.5.1 Montaggio

Tutti i corpi illuminanti sono montati con asse fotometrico principale perpendicolare al piano stradale ($\text{tilt} = 0^\circ$)

5.6 Descrizione impianto illuminazione svincolo sottovia SS125

L'illuminazione del sottovia presente nello svincolo SS125 verrà realizzato mediante l'installazione di proiettori stradali a soffitto, sfruttando il canale di distribuzione dei cavi elettrici. I circuiti previsti sono identificati in due tipologie:

- Illuminazione permanente;
- Illuminazione di rinforzo.

L'illuminazione permanente sarà presente in tutta la lunghezza del sottovia mentre quella di rinforzo sarà concentrata nei pressi dell'accesso per permettere un migliore adattamento dell'occhio umano alla differenza di luminosità presente nelle varie fasi del giorno.

Tutti gli apparecchi previsti hanno una sorgente luminosa a LED riducendo in modo considerevole i consumi di energia nel tempo di funzionamento senza alterare il confort visivo.

5.7 Dimensionamento impianto illuminazione svincolo sottovia SS125

5.7.1 Illuminazione interna delle gallerie

L'illuminazione interna di tutte le gallerie è funzione del tipo di traffico e della luminanza richiesta per la strada di riferimento. Secondo la UNI 11095 la luminanza media della zona interna deve risultare non minore della luminanza L_i ottenuta con le formule:

$$L_i = 1,5 \times L \quad \text{per le gallerie a senso unico di marcia}$$

oppure:

$$L_i = 2 \times L \quad \text{per le gallerie a doppio senso di marcia}$$

dove:

L è 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.

Nel nostro caso essendo la rampa classificata M3

$$L_i = 1,5 \times 1,0 \text{ cd/m}^2 = 1,5 \text{ cd/m}^2$$

5.7.2 Illuminazione in ingresso delle gallerie

La luminanza di entrata L_e è data dalla formula:

$$L_e = c L_v$$

dove:

L_v è la luminanza debilitante;

c è un fattore dipendente dal tipo di impianto e definito dal prospetto 1.

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

Nel nostro caso è stato scelto un sistema a controflusso (proiettori asimmetrici rivolti verso l'osservatore) per cui il valore di c è pari a 0,23. La luminanza debilitante è data da:

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

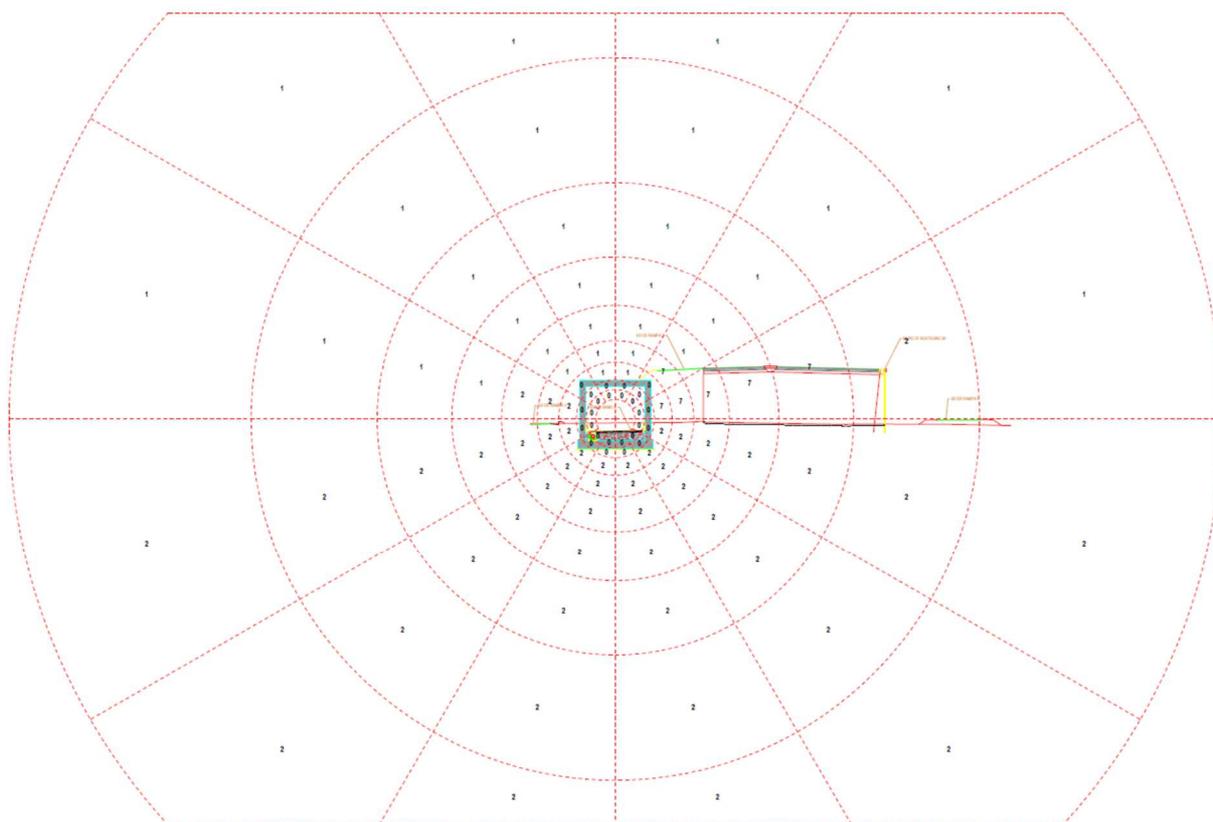
dove:

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

La valutazione di L_v è stata eseguita per il caso di 2 portali, uno con direzione di marcia Nord ed uno con direzione di marcia Sud, in quanto tutte le gallerie presentavano tale configurazione di orientamento con il medesimo "sfondo" fotografico/cad (valutazione secondo diagramma di Adrian). La velocità di progetto è stata assunta pari a 70 km/h, per i quali corrisponde una distanza di arresto d_a pari a 70m.

Nel caso in particolare risulta determinante la porzione di cielo visibile; che per veicoli con direzione Est (portale Ovest) aumenta sensibilmente la Luminanza di velo L_{seq} .

Si è assunta tale configurazione:



Dove i numeri utilizzati evidenziano porzioni visibili di elementi:

	Direzione di Marcia	Interno Tunnel	Cielo 1	Strada 2	Rocce 3	Edifici 4	Neve (V) 5	Neve (H) 6	Prati 7
1	Verso Nord	0,00	8,00	3,00	3,00	8,00	15,00	15,00	2,00
2	Est-Ovest	0,00	12,00	4,00	2,00	6,00	10,00	15,00	2,00
3	Verso Sud	0,00	16,00	5,00	1,00	4,00	5,00	15,00	2,00

Secondo il diagramma di Adrian tutti i settori contribuiscono egualmente alla luminanza di velo L_{seq} ; il valore si ottiene sommando le luminanze equivalenti $L_{i,j}$ agli elementi (in kcd/m²) moltiplicate per un Coefficiente pari a 0,51.

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

La luminanza atmosferica progettuale L_{atm} può essere stimata con la formula convenzionale ricavata dalla formula sotto che con ovvio significato dei simboli diventa:

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

dove:

- E_h è l'illuminamento orizzontale, espresso in chilolux;
- d_a è la distanza di riferimento, in metri (distanza di arresto pari a 67m e 69m);
- V_m è la distanza di visibilità meteorologica, ossia la distanza in chilometri 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.

Illuminamenti orizzontali convenzionali 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

Distanza 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 500 m	10
Gallerie extraurbane a quota >500 m	15

La luminanza del parabrezza L_{par} e la luminanza del cruscotto L_{cru} sono stimabili tramite valutazioni statistiche. Ai fini della presente norma, sono considerate globalmente e funzioni della luminanza equivalente di velo L_{seq} secondo la formula seguente:

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

Applicando le formule e coefficienti sopra, i risultati ottenuti sono esplicitati dalla tabella seguente.

La tabella seguente riassume i parametri considerati con le formule di calcolo sopra descritte; in particolare si è utilizzata una carreggiata da 6,5m (1,0 + 4,0 + 1,5) con manto CIE C2, la velocità di progetto è pari a 70km/h la quale, per effetto di una leggera pendenza, determina la distanza di arresto di 67m. La posizione geografica considerata ha latitudine pari a 40° nord, per la quale l'illuminamento convenzionale vale 60klx. Si riportano quindi le distanze di entrata e lo sviluppo dell'adattamento, nonché i valori considerati per il calcolo della luminanza di velo.

5.8 Impianto di illuminazione delle gallerie

La galleria sarà provvista di impianti di illuminazione permanente e di rinforzo. Gli apparecchi dei circuiti permanenti avranno ottica stradale simmetrica, mentre quelli destinati ai circuiti di rinforzo avranno un'ottica asimmetrica direzionata verso l'osservatore (contro-flusso).

Gli apparecchi illuminanti saranno del tipo a Led provvisti di regolazione installato a bordo dei corpi stessi, in grado di funzionare e parzializzare il flusso luminoso attraverso regolatori di flusso tradizionali o centraline ad onde convogliate; per le caratteristiche elettriche ed illuminotecniche si rimanda agli altri elaborati di progetto.

La semina degli apparecchi (con relative prestazioni fotometriche) deve garantire il rispetto della distribuzione delle luminanze all'interno della galleria a partire dalla zona di ingresso, alla zona di adattamento, alla zona interna, alla zona di uscita.

Le verifiche illuminotecniche sono state eseguite con software dedicato; si riportano sotto i risultati sintetici di verifica, lasciando il dettaglio negli allegati.

Per garantire i parametri illuminotecnici di progetto si sono utilizzate le seguenti disposizioni di apparecchi:

- Circuito permanente:
 - apparecchi con ottica simmetrica stradale, 3095 lumen, disposti su 1 fila disassata, altezza 5.1m, interasse 10m, orientati di 20° verso centro carreggiata;
 - funzionamento diurno 100%;
 - funzionamento notturno 75%.
- Circuito di rinforzo a 120 cd/m²: vale per unico portale con senso di marcia verso est.
 - apparecchi con ottica asimmetrica a controflusso, 36600 – 14170 – 7310 lumen, disposti su 1 fila disassata, altezza 5.1m, orientati di 20° verso centro carreggiata, interasse variabile a partire da 3,0m;
 - funzionamento diurno regolato in base a profilo di luminanza esterna (100% per luminanze esterne massime);
 - funzionamento notturno spento.

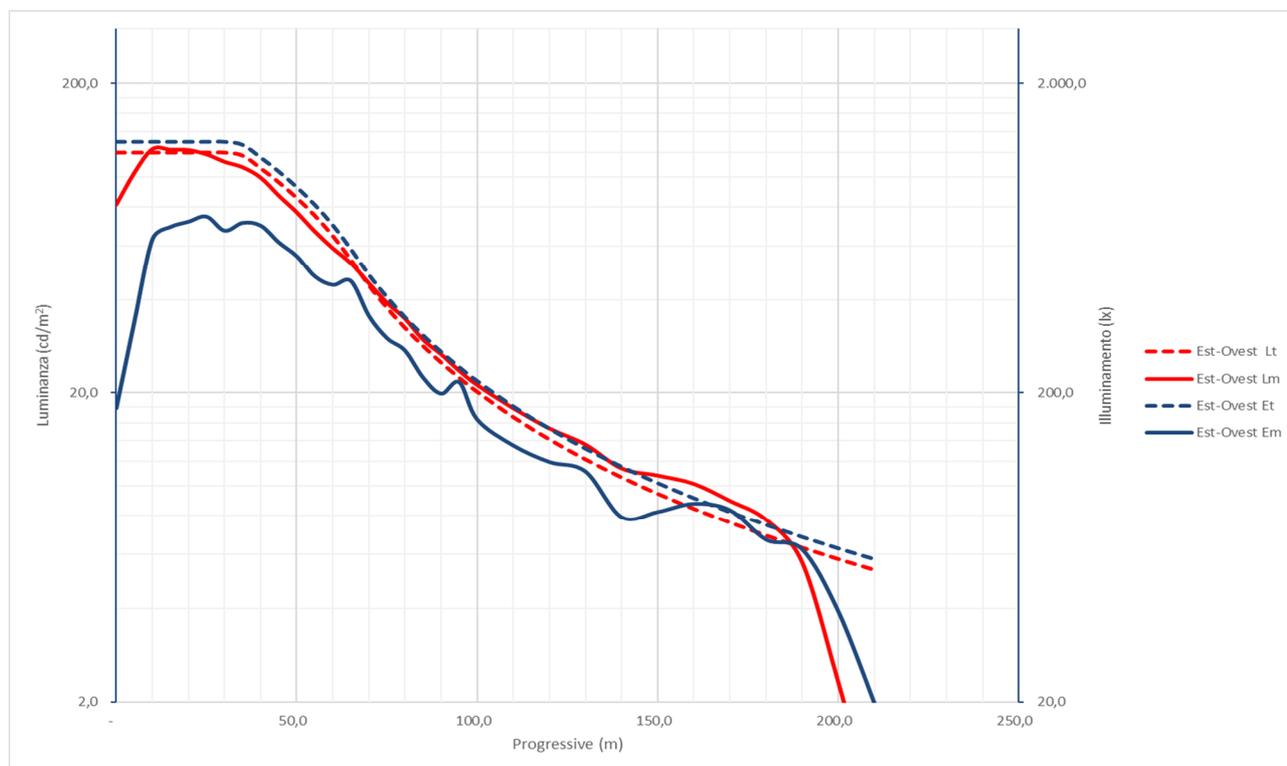
Le tavole grafiche e le verifiche illuminotecniche esplicitano in dettaglio tali configurazioni.

Il sistema di comando e controllo gestirà i profili di utilizzo dei 2 circuiti:

- permanente: profilo orario diurno/notturno;
- rinforzo: da sonda esterna di luminanza ubicata nei pressi del portale di ingresso.

5.9 Verifiche Illuminotecniche

I grafici riportati presentano in linea tratteggiata i parametri di riferimento (luminanza in colore rosso ed illuminamento in colore blu), mentre in linea continua i parametri ottenuti dalle verifiche. Si riportano sotto grafici ed i valori tabellari ottenuti, mentre negli allegati si riportano le verifiche eseguite con software dedicato TunLight2; i calcoli sono eseguiti con osservatore dinamico posto a 60m dalla zona misurata.



Curva Luminanza	Est-Ovest					Est-Ovest					
	Progressiva	Lt	Et	Lm	Em	Progressiva	x	Lt	Et	Lm	Em
-	-	120,0	1.295,5	81,6	178,3	210,0	-	120,0	1.295,5	81,6	178,3
5,0	5,0	120,0	1.295,5	103,3	339,2	205,0	5,0	120,0	1.295,5	103,3	339,2
10,0	10,0	120,0	1.295,5	123,1	629,6	200,0	10,0	120,0	1.295,5	123,1	629,6
15,0	15,0	120,0	1.295,5	122,6	689,1	195,0	15,0	120,0	1.295,5	122,6	689,1
20,0	20,0	120,0	1.295,5	122,2	716,5	190,0	20,0	120,0	1.295,5	122,2	716,5
25,0	25,0	120,0	1.295,5	118,4	744,1	185,0	25,0	120,0	1.295,5	118,4	744,1
30,0	30,0	120,0	1.295,5	112,0	669,9	180,0	30,0	120,0	1.295,5	112,0	669,9
35,0	35,0	117,3	1.266,8	107,5	710,1	175,0	35,0	117,3	1.266,8	107,5	710,1
40,0	40,0	106,8	1.153,0	99,6	695,7	170,0	40,0	106,8	1.153,0	99,6	695,7
45,0	45,0	96,3	1.039,2	87,1	614,2	165,0	45,0	96,3	1.039,2	87,1	614,2
50,0	50,0	85,7	925,3	77,0	553,8	160,0	50,0	85,7	925,3	77,0	553,8
55,0	55,0	75,2	811,5	66,8	475,6	155,0	55,0	75,2	811,5	66,8	475,6
60,0	60,0	64,6	697,7	58,9	446,3	150,0	60,0	64,6	697,7	58,9	446,3
65,0	65,0	54,1	583,9	52,6	459,3	145,0	65,0	54,1	583,9	52,6	459,3
70,0	70,0	44,5	480,9	45,3	353,7	140,0	70,0	44,5	480,9	45,3	353,7
75,0	75,0	37,7	406,9	39,1	300,0	135,0	75,0	37,7	406,9	39,1	300,0
80,0	80,0	32,5	350,5	34,8	273,3	130,0	80,0	32,5	350,5	34,8	273,3
85,0	85,0	28,4	306,3	29,7	223,6	125,0	85,0	28,4	306,3	29,7	223,6
90,0	90,0	25,1	270,9	26,6	198,6	120,0	90,0	25,1	270,9	26,6	198,6
95,0	95,0	22,4	241,9	23,6	216,2	115,0	95,0	22,4	241,9	23,6	216,2
100,0	100,0	20,2	217,9	21,2	163,7	110,0	100,0	20,2	217,9	21,2	163,7
110,0	110,0	16,7	180,5	17,8	135,0	100,0	110,0	16,7	180,5	17,8	135,0
120,0	120,0	14,2	152,9	15,4	119,4	90,0	120,0	14,2	152,9	15,4	119,4
130,0	130,0	12,2	131,8	13,6	111,2	80,0	130,0	12,2	131,8	13,6	111,2
140,0	140,0	10,7	115,3	11,4	79,1	70,0	140,0	10,7	115,3	11,4	79,1
150,0	150,0	9,4	102,0	10,8	82,2	60,0	150,0	9,4	102,0	10,8	82,2
160,0	160,0	8,4	91,1	10,2	87,4	50,0	160,0	8,4	91,1	10,2	87,4
170,0	170,0	7,6	82,1	8,9	83,3	40,0	170,0	7,6	82,1	8,9	83,3
180,0	180,0	6,9	74,5	7,8	66,8	30,0	180,0	6,9	74,5	7,8	66,8
190,0	190,0	6,3	68,1	5,6	62,1	20,0	190,0	6,3	68,1	5,6	62,1
200,0	200,0	5,8	62,5	2,3	39,3	10,0	200,0	5,8	62,5	2,3	39,3
250,0	210,0	5,3	57,7	0,9	19,9	-	210,0	5,3	57,7	0,9	19,9

5.9.1 Caratteristiche corpi illuminanti

L'illuminazione permanente verrà garantita mediante l'utilizzo di un unico proiettore posato con interdistanza costante avente le seguenti caratteristiche:

- Tipo EUREKA marca Fivep-Cariboni, potenza assorbita 25W, 4000°K, 3095lm, grado di protezione IP66, IK06, classe II, alimentazione 230V 50Hz, corpo in pressofusione di alluminio e vetro temperato.

Per l'illuminazione di rinforzo verranno utilizzati tre tipologie di proiettori che si differenziano tra loro per la potenza assorbita e di conseguenza per l'intensità luminosa. Tutti gli apparecchi saranno tipo LAMPAS marca Fivep-Cariboni, corpo in pressofusione di alluminio con vetro temperato, 4000°K, grado di protezione IP66, classe II, alimentazione 230V 50Hz.

Le caratteristiche elettriche degli apparecchi sono:

- 9 LED – 60W 7310lm
- 18 LED – 118W 14170lm
- 36 LED – 309W 36600lm

Tutti i corpi illuminanti sono montati con asse fotometrico principale perpendicolare al piano stradale ($\text{tilt} = 0^\circ$), mentre in senso trasversale saranno orientati di 20° verso il centro della carreggiata.

I calcoli illuminotecnici e la disposizione di tutti gli apparecchi sono descritti nell'allegato alla presente relazione e nella tavola di progetto DPCA06-D-1501-T00-IM-04-IMP-PP-14-B.

5.10 Cavidotti

5.10.1 Tipo di posa

In considerazione di criteri di sicurezza, requisiti estetici, requisiti funzionali, la distribuzione è realizzata completamente in cavidotto interrato dedicato ed in conformità con le norme CEI 11-17.

I cavidotti, sono costituiti con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari a flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Nei principali cambi di direzione sono previsti appositi pozzetti (per l'esatto posizionamento si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati).

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee sono realizzate esclusivamente con: cavidotto flessibile a doppia parete (liscio all'interno, corrugato all'esterno), serie pesante, in polietilene ad alta densità, conforme alla Norma C 68 - 171, corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l'ideale accoppiamento, avente diametro nominale 110 mm.

All'interno dei pozzetti, l'imbocco delle canalizzazioni è debitamente stuccato con malta cementizia.

La profondità di posa minima dei cavidotti dal piano di calpestio è di norma:

- pari a cm 60 in sede non stradale
- maggiore di cm 100, estradosso tubo, in sede stradale.

5.10.2 Pozzetti

In corrispondenza dei centri luminosi, nei nodi di derivazione, giunzioni e nei cambi di direzione, sono installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo.

Non sono previsti pozzetti di derivazione costruiti sul posto e realizzati con dime.

I pozzetti sono dotati di chiusini con carrabilità B125. Il chiusino è completo di dicitura "Impianti elettrici" o analogha concordata con la DL.

Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti prefabbricati hanno il fondo completamente aperto; sono posati su letto di ghiaia costipata dello spessore minimo di cm 10.

Il controtelaio ed i lati dei pozzetti sono protetti e fissati attraverso uno strato di calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo e fissati saldamente.

I pozzetti hanno di norma le seguenti misure interne:

- Distribuzione principale: 50 x 50 x 50 cm;
- Distribuzione secondaria: 40 x 40 x 40 cm.

I pozzetti di derivazione sono di norma collocati davanti al palo, ben allineati, con la battuta del chiusino sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate.

Il cavidotto non potrà mai entrare nel pozzetto dal fondo dello stesso, ma solo lateralmente e ben stuccato con malta cementizia.

5.11 Caratteristiche impianto elettrico

Il sistema è classificabile TT circa lo stato del neutro e del conduttore di protezione rispetto a terra.

Gli impianti dei vari svincoli presentano caratteristiche simili tra loro: le utenze costituite dai corpi illuminanti posti sulle rampe di svincolo e sulle corsie di accelerazione e decelerazione sono collegate ad un quadro elettrico posizionato a ridosso della viabilità principale, in posizione il più possibile baricentrica.

Tutte le altre utenze sono collegate a quadri elettrici posizionati in modo da essere facilmente raggiungibili dalla viabilità locale, per un'agevole manutenzione da parte dell'ente competente.

Ogni quadro contiene i dispositivi di protezione delle linee elettriche utilizzate per la distribuzione dell'energia alle utenze di competenza del quadro. La derivazione dei cavi per ogni palo avviene nell'apposita morsettiera di connessione ubicata nel palo in una cassetta di derivazione IP67 (vedi elaborati grafici).

Il dimensionamento delle linee ha tenuto conto del coordinamento tra le correnti di impiego, quelle di intervento delle protezioni e le correnti massime consentite dai cavi nelle condizioni di posa previste.

La posa dei cavi di alimentazione avverrà all'interno di cavidotti interrati, costituiti da tubi protettivi a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, resistenza allo schiacciamento di 450 N, completo di giunto a manicotto conforme alle norme CEI EN 50086-1-2-4, con diametro esterno mm 110.

Nel luglio 2017 è stato introdotto il nuovo regolamento CPR UE 305/2011 il quale impone l'utilizzo di nuove tipologie di cavi per impianti all'interno di edifici, lasciando invariata la situazione relativa all'illuminazione pubblica. In conseguenza verrà mantenuto l'utilizzo di cavi tipo FG7OR 0,6/1 kV con conduttore di rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolati con miscela etilenpropilenica, guaina esterna a base di P.V.C. e riempitivi in materiale non igroscopico nelle formazioni multipolari, tensione nominale U₀/U 0,6/1 KV. Se durante l'esecuzione dei lavori il cavo tipo FG7OR non sarà più presente sul mercato, verrà utilizzato l'equivalente cavo secondo il regolamento CPR, ovvero FG16OR16 0,6/1 kV.

5.11.1 Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione

Per le linee di alimentazione delle armature stradali si è imposta una sezione minima di 6 mmq. Nella sezione allegati della presente relazione sono riportati due esempi di calcolo della linea di alimentazione dell'impianto illuminazione. Gli esempi proposti sono tra i più sfavorevoli presenti nel progetto.

5.11.2 Sfilabilità dei cavi

È previsto che il diametro interno dei tubi protettivi sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

5.11.3 Collegamento delle fasi ai punti luce

Per tutti gli impianti è prevista una distribuzione trifase: i punti luce sono collegati alternativamente, in modo ciclico, sulle tre fasi.

5.11.4 Giunzioni

La giunzione delle linee dorsali è altamente sconsigliata, ma se necessarie saranno realizzate esclusivamente in pozzetto e saranno costruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori. La giunzione sarà realizzata con muffola resinata e morsetto a pressione tipo C crimpato con pinza oleodinamica provvista delle matrici adeguate alle sezioni del cavo, rivestita con nastro isolante in PVC con almeno due passate, successivamente con almeno 3-4 passate di nastro autoagglomerante e come finitura nuovamente con due passate di nastro in PVC. A completamento la giunzione sarà ricoperta con resina epossidica. A lavoro finito la giunzione deve risultare meccanicamente salda, non deve essere evidente la forma del morsetto utilizzato per la connessione, con i cavi ben distanziati tra di loro e mai affiancati. In ogni caso le giunte devono essere rispondenti alle norme vigenti e risultare in classe di isolamento II.

5.11.5 Identificazione dei circuiti e delle fasi

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, contestualmente alla posa delle linee, è previsto che ogni conduttore venga opportunamente etichettato con l'indicazione del circuito e della fase di appartenenza per mezzo di fascette in nylon. L'indicazione è prevista all'interno dei pozzetti di giunzione, sulle derivazioni del palo e sul quadro elettrico in prossimità dell'interruttore corrispondente.

5.11.6 Derivazioni verso le armature stradali

La derivazione dalla linea dorsale verso le armature stradali è realizzata nella morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione montata sul palo. Sono previste cassette di derivazione in vetroresina, con grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529 e IK 10 secondo CEI EN 50102, idonee per la realizzazione di impianti in classe II, dotate di morsettiera quadripolare con tensione di isolamento 450 V - corrente 80 A max, portafusibile per fusibile a cartuccia mm 10x38.

5.12 Impianto di terra

Gli impianti sono realizzati in classe II e pertanto non occorre prevedere la messa a terra sia degli apparecchi illuminanti che dei pali. Lo scaricatore di tensione presente nel corpo illuminante verrà collegato al palo d'illuminazione che in questo caso può essere utilizzato a tale scopo.

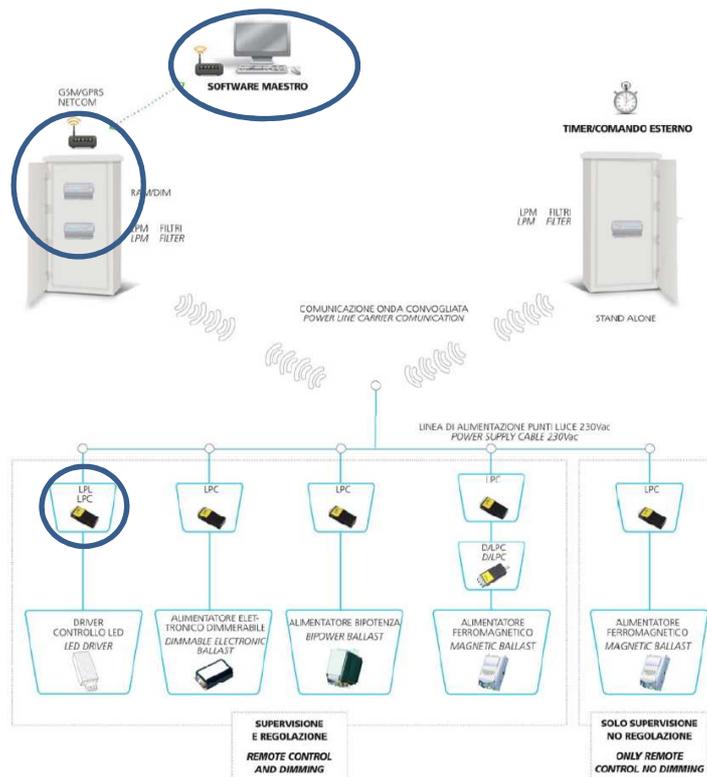
5.13 Quadri elettrici

5.13.1 Caratteristiche

I quadri elettrici sono costruiti da componenti conformi alla norma CEI 17-13/1 e alla norma Europea EN 60439-1.

5.13.2 Sistema comando e controllo (onde convogliate)

Architettura di sistema:



Il sistema ad onde convogliate è costituito principalmente da 3 componenti:

l'**attuatore** che va installato sul punto luce (compreso nel prezzo dell'apparecchio) in grado di comunicare con la centralina e gestire il singolo punto luce dotato di driver con ingresso dali/analogico. Il sistema centrale potrà quindi sia inviare dati al punto luce che ricevere informazioni dallo stesso (misure, stato ...).

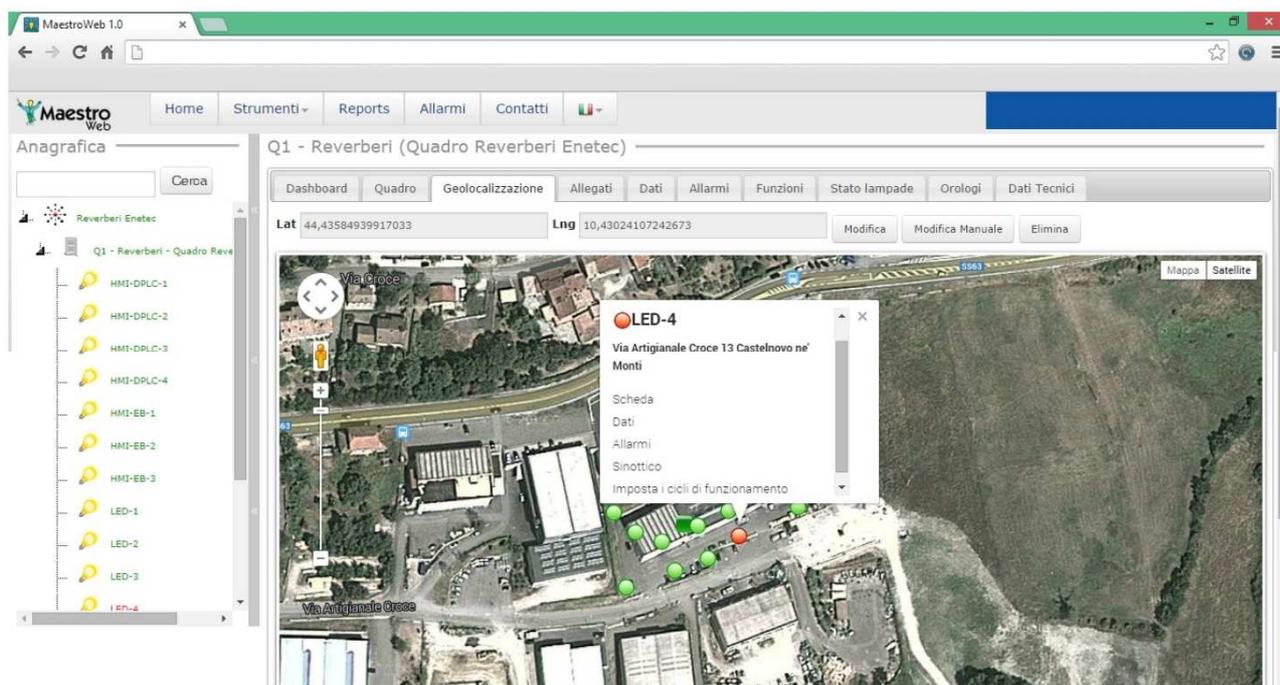


la **centralina o CU - Control Unit** che va installata all'interno del quadro; il sistema prevede moduli barra DIN in particolare:

- Modulo di comunicazione con attuatori;
- Modem router GPRS;
- Modulo per la telegestione programmabile con orologio astronomico;
- Filtri per isolare il sistema a monte e valle.



il **software** che permette la gestione via WEB della centralina di comando e controllo



6 ALLEGATO 1 – VERIFICA CADUTA DI TENSIONE DELLE LINEE ELETTRICHE

Nell'elaborato relativo ai quadri elettrici sono riportati i dati delle linee elettriche previste in progetto dove si specificano le sezioni dei conduttori, la loro lunghezza e la tipologia prevista. Il dimensionamento è stato fatto mediante un calcolo puntuale considerando la caduta di tensione di ogni singolo tratto di cavo presente da i pali.

Di seguito si riportano le tabelle di verifica della caduta di tensione nei casi più sfavorevoli.

6.1 Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG02

Conduttore di fase L1

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG2									
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro				
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 1				
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A
1	129	2.75	6	570	15	0.093	0.213	229.79	0.623
4	129	2.13	6	441	120	0.575	1.535	228.46	0.619
7	129	1.52	6	312	120	0.409	2.475	227.53	0.616
10	129	0.89	6	183	120	0.239	3.025	226.97	0.615
13	54	0.26	6	54	120	0.070	3.187	226.81	0.615
16	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
19	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
22	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
25	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
28	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
31	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
34	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
37	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
40	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
43	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
46	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
49	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
52	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
55	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
58	0	0.00	6	0	0	0.000	3.187	0.00	0.000
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.386	%		

Conduttore di fase L2

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG2									
Tensione di alimentazione		V	230	V	Calcolo della fase 2				
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9						
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A
2	129	2.13	6	441	50	0.239	0.550	229.45	0.622
5	129	1.51	6	312	120	0.407	1.487	228.51	0.619
8	129	0.89	6	183	120	0.239	2.037	227.96	0.618
11	54	0.26	6	54	120	0.070	2.199	227.80	0.617
14	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
17	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
20	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
23	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
26	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
29	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
32	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
35	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
38	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
41	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
44	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
47	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
50	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
53	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
56	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
59	0	0.00	6	0	0	0.000	2.199	0.00	0.000
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						0.956	%		

Conduttore di fase L3

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG2										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 3					
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A	
3	129	2.13	6	441	70	0.335	0.770	229.23	0.621	
6	129	1.51	6	312	120	0.408	1.708	228.29	0.619	
9	129	0.89	6	183	120	0.239	2.258	227.74	0.617	
12	54	0.26	6	54	120	0.070	2.420	227.58	0.617	
15	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
18	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
21	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
24	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
27	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
30	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
33	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
36	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
39	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
42	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
45	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
48	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
51	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
54	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
57	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
60	0	0.00	6	0	0	0.000	2.420	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.052	%			

6.2 Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG03

Conduttore di fase L1

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG3										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 1					
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm²	W	m		V	V	A	
1	54	2.03	6	420	30	0.137	0.314	229.69	0.261	
4	54	1.77	6	366	120	0.477	1.412	228.59	0.259	
7	54	1.51	6	312	120	0.408	2.351	227.65	0.258	
10	129	1.25	6	258	120	0.337	3.126	226.87	0.257	
13	129	0.63	6	129	120	0.169	3.514	226.49	0.257	
16	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
19	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
22	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
25	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
28	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
31	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
34	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
37	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
40	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
43	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
46	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
49	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
52	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
55	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
58	0	0.00	6	0	0	0.000	3.514	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.528	%			

Conduttore di fase L2
VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG3

Tensione di alimentazione		V	230	V	Calcolo della fase 2				
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9						
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale P _{tot}	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A
2	54	2.39	6	495	70	0.376	0.865	229.14	0.260
5	54	2.14	6	441	120	0.576	2.190	227.81	0.258
8	129	1.88	6	387	120	0.507	3.356	226.64	0.257
11	129	1.25	6	258	120	0.338	4.132	225.87	0.256
14	129	0.63	6	129	0	0.000	4.132	0.00	0.000
17	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
20	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
23	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
26	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
29	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
32	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
35	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
38	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
41	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
44	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
47	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
50	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
53	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
56	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
59	0	0.00	6	0	0	0.000	4.132	0.00	0.000
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.797	%		

Conduttore di fase L3

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG3										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 3					
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A	
3	54	2.39	6	495	90	0.483	1.112	228.89	0.260	
6	54	2.14	6	441	120	0.577	2.439	227.56	0.258	
9	129	1.88	6	387	120	0.507	3.604	226.40	0.257	
12	129	1.25	6	258	120	0.338	4.381	225.62	0.256	
15	129	0.63	6	129	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
18	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
21	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
24	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
27	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
30	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
33	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
36	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
39	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
42	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
45	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
48	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
51	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
54	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
57	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
60	0	0.00	6	0	0	0.000	4.381	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.905	%			

6.3 Verifica caduta di tensione quadro elettrico QG25

Conduttore di fase L1

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG25										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 1					
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm²	W	m		V	V	A	
1	129	3.12	6	645	15	0.105	0.241	229.76	0.623	
4	129	2.50	6	516	120	0.673	1.788	228.21	0.618	
7	129	1.88	6	387	120	0.507	2.955	227.05	0.615	
10	129	1.25	6	258	120	0.338	3.731	226.27	0.613	
13	129	0.63	6	129	120	0.169	4.119	225.88	0.612	
16	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
19	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
22	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
25	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
28	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
31	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
34	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
37	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
40	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
43	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
46	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
49	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
52	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
55	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
58	0	0.00	6	0	0	0.000	4.119	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.791	%			

Conduttore di fase L2

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG25										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Calcolo della fase 2					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9							
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A	
2	129	3.12	6	645	50	0.350	0.805	229.20	0.621	
5	129	2.50	6	516	120	0.674	2.355	227.64	0.617	
8	129	1.88	6	387	120	0.507	3.522	226.48	0.614	
11	129	1.25	6	258	120	0.338	4.299	225.70	0.612	
14	129	0.63	6	129	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
17	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
20	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
23	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
26	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
29	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
32	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
35	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
38	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
41	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
44	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
47	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
50	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
53	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
56	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
59	0	0.00	6	0	0	0.000	4.299	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.869	%			

Conduttore di fase L3

VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE QG25										
Tensione di alimentazione		V	230	V	Carico trifase con neutro					
Fattore di potenza del carico		cos φ	0.9		Calcolo della fase 3					
n° lampada	Potenza di ogni lampada	Corrente I nel tratto	Sezione	Potenza totale Ptot	Distanza tra le lampade	Δ V %	Δ V	Tensione V di ogni lampada	Corrente I in ogni lampada	
	W	A	mm ²	W	m		V	V	A	
3	129	2.49	6	516	70	0.392	0.901	229.10	0.621	
6	129	1.88	6	387	120	0.506	2.065	227.94	0.618	
9	129	1.25	6	258	120	0.338	2.841	227.16	0.615	
12	129	0.63	6	129	120	0.169	3.229	226.77	0.614	
15	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
18	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
21	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
24	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
27	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
30	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
33	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
36	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
39	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
42	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
45	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
48	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
51	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
54	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
57	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
60	0	0.00	6	0	0	0.000	3.229	0.00	0.000	
Caduta di tensione complessiva (percentuale)						1.404	%			

7 ALLEGATO 2 – CALCOLI ILLUMINOTECNICI

7.1 SS554 Cartigliana

7.1.1 Dati di progetto

Nome della galleria:	SS554 Cartigliana
Osservazioni sul progetto:	Impianto Illuminazione gallerie Naturali - Artificiali - Sottopasso 210m
Autore del progetto:	I.Z.
Società:	SWS Engineering Trento
Indirizzo:	viale della Stazione
Osservazioni generali:	Circuiti: - permanente 1 fila a interasse 9m - rinforzo 2 file affiancate interasse variabile
Data dell'ultima modifica:	Mon Apr 08 17:25:36 CEST 2019
Versione:	Tunlight2 Version 0.119
Nome della tabella di output:	Sottopasso SS125+

7.1.2 Geometria della galleria

Parametro	Valore	Unità
y-coordinata della parete sinistra	7,000	m
y-coordinata della parete destra	-0,500	m
z-coordinata del limite inferiore della parete sinistra	0,000	m
z-coordinata del limite superiore della parete sinistra	4,000	m
z-coordinata del limite inferiore della parete destra	0,000	m
z-coordinata del limite superiore della parete destra	4,000	m
y-coordinata del limite sinistro della strada	5,500	m
y-coordinata del limite destro della strada	1,500	m
Numero di file di lampade	4	
Numero di corsie	1	
Corsia normale (da destra):	1	
Lunghezza della galleria:	210,0	m
Pendenza della galleria nella zona di entrata:	0,0	%
Velocità di percorrenza	70,0	km/h
Strada a forte circolazione:	sì	

7.1.3 Specifiche dei rivestimenti

Parametro	Valore
Fattore di riflessione della parete sinistra:	0,4000
Fattore di riflessione della parete destra:	0,4000
q0 della strada:	0,0700
R-tabella della strada:	c2.txt
R-tabella della parete sinistra:	**diffuso**
R-tabella della parete destra:	**diffuso**

7.2 Fila di lampade

7.2.1 Fila di lampade nr:1

Parametro	Valore	Unità
i-Tabella	LAMPAS LED OTTA.CIE	
Numero di valori intermedi:	2	
Illuminazione zona di entrata	sì	
y-coordinata della fila di lampade	1,0000	m
Altezza della fila di lampade	5,1000	m
Flusso luminoso:		
1: Flusso luminoso nominale	36,3600	klm
2: Flusso luminoso nominale	14,1700	klm
3: Flusso luminoso nominale	7,3100	klm
Fattore di manutenzione	0,8700	
Rotazione attorno all'asse verticale	270,0000	deg
Rotazione del piano C-90 attorno all'asse perpendicolare	20,0000	deg
Rotazione del piano C-0 attorno all'asse perpendicolare	0,0000	deg

7.2.2 Fila di lampade nr1, specifiche della singola lampada

nr	x-coordinata	Flusso luminoso nominale	Gruppo di accensione
1	14,00	36,4	3
2	17,00	36,4	1
3	20,00	36,4	2
4	23,00	36,4	1
5	26,00	36,4	3
6	29,00	36,4	1
7	32,00	36,4	2
8	35,00	36,4	1
9	38,00	36,4	3
10	41,00	36,4	1
11	44,00	36,4	2
12	47,00	36,4	1
13	50,00	36,4	3
14	53,00	36,4	1
15	57,00	36,4	2
16	61,00	36,4	1
17	66,00	36,4	3
18	69,00	14,2	1
19	71,00	14,2	2
20	73,00	14,2	1
21	75,00	14,2	3
22	78,00	14,2	1
23	81,00	14,2	2
24	84,00	14,2	1
25	87,00	14,2	3
26	91,00	14,2	1
27	96,00	14,2	2
28	98,00	7,3	1
29	101,00	7,3	3
30	104,00	7,3	1
31	107,00	7,3	2
32	111,00	7,3	1
33	115,00	7,3	3
34	119,00	7,3	1
35	123,00	7,3	2
36	129,00	7,3	1
37	134,00	7,3	2
38	140,00	7,3	1
39	148,00	7,3	2
40	156,00	7,3	1
41	165,00	7,3	2
42	175,00	7,3	1
43	188,00	7,3	1
44	198,00	7,3	1

7.2.3 Fila di lampade nr:2

Parametro	Valore	Unità
i-Tabella	EUREKA LED OTTS.CIE	
Numero di valori intermedi:	2	
Illuminazione zona di entrata	no	
y-coordinata della fila di lampade	1,0000	m
Altezza della fila di lampade	5,1000	m
Flusso luminoso:		
1: Flusso luminoso nominale	3,0950	klm
Fattore di manutenzione	0,8500	
Rotazione attorno all'asse verticale	0,0000	deg
Rotazione del piano C-90 attorno all'asse perpendicolare	-20,0000	deg
Rotazione del piano C-0 attorno all'asse perpendicolare	0,0000	deg

7.2.4 Fila di lampade nr3, specifiche della singola lampada

nr	x-coordinata	Flusso luminoso nominale	Gruppo di accensione
1	5,00	3,14	
2	15,00	3,14	
---	---	---	---
21	205,00	3,34	

Lampade escluse (?) sono posizionate in modo equidistante

7.3 Zona Ingresso

7.3.1 Zona considerata:

Parametro	Valore	Unità
x-coordinata del primo punto di misura	15,07	m
x-coordinata dell'ultimo punto di misura	27,93	m
Punti di misura sulla lunghezza della strada	7	
Punti di misura sulla larghezza della strada	3	
Punti di misura sulla parete	7	

7.3.2 Posizione dell'osservatore per il calcolo dei valori del campo di misura

Parametro	Valore	Unità
x-coordinata	-44,93	m
y-coordinata	3,50	m
z-coordinata	1,20	m
Posizione dell'osservatore fissa	no	

7.3.3 Fila di lampade nr1: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.3.4 Fila di lampade nr2: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.3.5 Fila di lampade nr3: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.3.6 Fila di lampade nr4: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.4 Sommario

7.4.1 Apporto diretto delle lampade

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	116,94	cd/m ²
Illuminamento orizzontale medio	620,1	lx
Illuminamenti verticali medi	22,4	lx

7.4.2 Apporto indiretto:

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	4,22	cd/m ²
Illuminamenti verticali medi	84,1	lx
Illuminamenti verticali medi della superficie stradale	43,2	lx
Illuminamenti verticali medi delle pareti	82,9	lx

7.4.3 Sommario:

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	121,16	cd/m ²
Luminanza media della corsia nr.1	121,16	cd/m ²
Luminanza media sulla parete sinistra (0-2m)	64,75	cd/m ²
Luminanza media sulla parete destra (0-2m)	62,48	cd/m ²
Illuminamento orizzontale medio	704,2	lx
Illuminamenti orizzontali medi della corsia nr.1	704,2	lx
Illuminamenti verticali medi	148,5	lx
Illuminamenti verticali medi della corsia nr.1	148,5	lx
Illuminamenti medi sulla parete sinistra (0-2m di altezza)	507,8	lx
Illuminamenti medi sulla parete destra (0-2m di altezza)	410,7	lx
Coefficiente di luminanza medio	0,163	(cd/m ²)/lx
Coefficiente di contrasto medio	0,771	(cd/m ²)/lx
Coefficiente di contrasto minimo	0,324	(cd/m ²)/lx
Uniformità generale (U0)	0,414	
Uniformità longitudinale (U1) sulla corsia nr.1	0,933	
Uniformità generale sulla parete sinistra (0-2m)	0,868	
Uniformità generale sulla parete destra (0-2m)	0,709	
Uniformità longitudinale sulla parete sinistra (0-2m)	0,981	
Uniformità longitudinale sulla parete destra (0-2m)	0,841	
Luminanza di velo massima	46,21	cd/m ²
Incremento di soglia massimo	35,949	%

7.5 Risultati numerici lungo tutto il sottopasso

7.5.1 Zona considerata:

Parametro	Valore	Unità
x-coordinata del primo punto di misura	0,00	m
x-coordinata dell'ultimo punto di misura	210,00	m
Punti di misura sulla lunghezza della strada	43	
Punti di misura sulla larghezza della strada	6	
Punti di misura sulla parete	8	

7.5.2 Posizione dell'osservatore per il calcolo dei valori del campo di misura

Parametro	Valore	Unità
x-coordinata	-60,00	m
y-coordinata	3,50	m
z-coordinata	1,20	m
Posizione dell'osservatore fissa	no	

7.5.3 Fila di lampade nr1: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.5.4 Fila di lampade nr2: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.5.5 Fila di lampade nr3: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.5.6 Fila di lampade nr4: impostazione dei gruppi di accensione

Tutti i gruppi di regolazione sono inseriti al massimo

7.6 Output dei valori per il campo di misura scelto

7.6.1 Illuminamenti sulla strada [lx]:

x/y	5,17	4,50	3,83	3,17	2,50	1,83
210,00	16,2	17,8	19,2	21,0	22,4	22,8
205,00	34,5	39,2	45,0	50,5	55,9	60,2
200,00	31,3	34,4	37,4	41,6	44,7	46,1
195,00	65,8	77,1	93,3	100,1	112,5	119,6
190,00	52,6	56,2	60,1	65,1	68,8	70,0
185,00	76,7	88,5	105,8	113,4	125,6	132,0
180,00	57,5	61,4	65,3	69,8	73,1	73,7
175,00	57,5	63,6	70,8	80,2	87,0	94,1
170,00	67,3	73,7	83,9	87,9	93,1	94,1
165,00	62,3	68,0	75,0	85,4	92,5	99,4
160,00	70,7	77,6	88,1	92,4	97,4	98,1
155,00	69,3	78,0	85,3	97,2	112,5	120,7
150,00	69,6	74,9	81,7	86,5	89,5	90,9
145,00	85,7	97,3	114,5	122,7	134,9	141,2
140,00	66,2	71,1	75,4	83,1	87,5	91,1
135,00	85,4	94,0	108,3	115,4	123,6	127,7
130,00	87,3	97,9	110,5	117,4	126,6	127,6
125,00	101,5	113,3	129,2	137,3	149,2	153,3
120,00	92,6	103,6	118,4	126,1	136,4	139,4
115,00	112,3	125,7	142,1	152,6	165,5	172,4
110,00	106,2	116,7	129,7	141,0	155,8	160,4
105,00	115,3	128,2	142,3	152,7	164,8	175,8
100,00	127,0	143,1	158,2	171,0	188,8	193,9
95,00	156,5	178,7	200,4	221,2	262,3	277,8
90,00	157,1	172,6	185,2	204,9	230,9	240,6
85,00	174,8	195,5	217,2	232,5	252,0	269,8
80,00	208,4	236,1	262,5	284,0	319,5	329,3
75,00	234,6	258,9	297,3	315,9	339,2	353,9
70,00	268,0	303,4	343,2	368,9	412,7	425,7
65,00	327,8	389,4	401,6	451,3	577,9	607,8
60,00	336,9	388,1	393,3	444,1	544,4	571,1
55,00	374,4	418,9	461,3	489,2	534,7	575,2
50,00	425,4	477,1	547,4	585,5	630,0	657,1
45,00	483,3	537,2	606,6	636,1	692,0	729,8
40,00	534,4	602,6	669,5	722,3	811,5	833,7
35,00	561,4	618,3	708,2	748,5	797,7	826,7
30,00	541,5	595,5	662,9	695,4	746,3	777,9
25,00	580,1	650,2	721,1	772,5	858,4	882,2
20,00	573,8	629,3	715,6	754,4	800,4	825,6
15,00	556,4	610,3	680,0	716,2	768,2	803,2
10,00	525,4	575,2	638,9	660,3	691,1	686,6
5,00	311,9	322,0	339,6	352,1	357,0	352,7
0,00	173,4	178,1	181,8	182,0	179,5	174,7

7.6.2 Illuminamenti sulla parete sinistra: [lx]

x/z	3,75	3,25	2,75	2,25	1,75	1,25	0,75	0,25
210,00	5,8	7,3	9,5	11,9	13,7	14,7	14,3	13,4
205,00	17,8	21,0	24,9	28,5	30,5	30,7	29,1	26,8
200,00	11,9	14,3	18,0	22,3	25,8	27,1	26,4	24,6
195,00	26,4	34,9	42,7	48,0	53,8	56,1	52,6	47,1
190,00	30,2	34,8	39,1	43,1	46,1	46,5	44,8	41,8
185,00	35,3	45,5	54,6	60,6	66,5	68,2	64,0	58,0
180,00	35,4	40,2	44,7	48,8	51,8	52,3	50,5	47,3
175,00	31,9	38,2	44,6	49,9	53,1	53,2	50,8	47,5
170,00	34,3	39,7	45,8	51,9	56,3	57,7	54,2	49,4
165,00	38,3	45,5	51,9	56,6	58,8	58,5	55,8	51,9
160,00	37,0	43,0	49,8	56,1	60,5	61,8	57,8	52,6
155,00	42,3	49,7	56,0	63,0	66,8	67,6	65,0	58,2
150,00	38,6	46,3	53,8	58,6	61,3	62,5	59,2	54,0
145,00	44,5	55,6	65,1	71,0	76,4	77,8	73,6	67,0
140,00	41,2	46,9	51,6	56,1	59,4	59,8	57,9	54,4
135,00	50,2	58,1	66,9	73,7	77,1	76,6	71,2	65,1
130,00	47,8	58,2	63,6	70,3	75,2	75,3	71,1	65,2
125,00	59,6	71,7	78,8	85,1	89,2	88,3	82,8	75,9
120,00	51,6	63,2	71,2	76,5	82,2	84,4	80,3	73,5
115,00	67,8	80,0	86,9	93,4	97,9	96,1	90,1	83,1
110,00	68,3	78,0	84,7	92,7	97,5	98,5	92,9	83,1
105,00	76,8	89,0	105,0	112,1	110,8	109,7	103,5	93,9
100,00	78,3	93,2	98,7	107,3	113,9	113,4	107,4	96,6
95,00	96,7	115,1	126,7	136,1	142,0	144,3	136,7	118,9
90,00	109,2	125,6	135,2	143,6	146,9	147,6	140,0	123,1
85,00	119,7	138,1	163,8	174,2	169,4	166,7	157,0	141,1
80,00	134,9	159,9	166,8	179,3	188,3	186,3	175,6	155,6
75,00	155,3	185,2	204,5	210,7	213,6	212,1	197,9	178,1
70,00	174,3	202,4	217,6	230,3	241,3	241,9	226,7	200,4
65,00	219,7	255,0	268,1	285,9	295,0	294,9	278,0	237,9
60,00	239,5	277,2	298,0	313,8	316,6	319,5	301,7	257,5
55,00	267,9	306,5	362,9	380,7	363,4	355,5	333,3	296,9
50,00	276,2	335,7	366,4	377,2	390,8	387,9	364,3	328,2
45,00	351,7	389,3	444,7	468,6	457,9	443,9	412,4	371,1
40,00	371,7	440,8	461,3	487,3	501,3	489,3	456,6	403,4
35,00	384,2	459,1	506,1	517,0	520,9	516,2	480,9	431,7
30,00	406,3	450,9	509,7	535,0	525,1	511,4	478,0	432,5
25,00	409,7	483,1	508,7	536,8	550,8	537,4	502,4	447,2
20,00	390,4	466,2	514,8	527,2	532,9	529,8	495,5	446,5
15,00	417,2	463,8	525,1	550,9	540,6	525,5	491,1	445,5
10,00	379,4	449,1	479,1	497,6	504,0	486,8	452,6	412,9
5,00	275,6	307,8	331,4	338,5	333,1	323,5	307,9	287,3
0,00	142,0	155,6	168,4	176,6	180,9	180,5	175,2	166,8

7.6.3 Illuminamenti sulla parete destra [lx]

x/z	0,25	0,75	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75
210,00	6,8	8,1	9,2	8,4	7,0	4,7	3,6	2,8
205,00	17,8	22,0	26,9	32,2	38,2	42,0	44,9	32,8
200,00	14,2	17,0	19,5	19,9	17,0	12,4	8,8	6,6
195,00	37,5	48,1	61,1	74,8	97,6	113,9	144,6	184,1
190,00	22,7	27,4	32,6	36,2	35,4	32,1	29,7	27,1
185,00	42,1	53,0	66,4	80,3	103,3	119,7	150,1	189,3
180,00	24,4	29,2	34,5	38,0	36,8	33,5	31,4	28,9
175,00	29,3	35,2	42,0	48,4	55,0	62,2	71,3	53,4
170,00	30,5	35,9	41,8	46,6	49,5	55,1	64,9	72,3
165,00	31,6	38,7	46,7	53,6	60,6	68,3	77,7	59,5
160,00	32,0	37,5	43,5	48,5	51,4	57,0	66,7	74,0
155,00	35,3	43,0	51,2	60,6	76,3	104,8	178,1	217,0
150,00	29,7	35,1	41,0	45,4	48,9	52,2	53,5	54,3
145,00	45,9	57,8	71,6	85,9	109,1	125,7	156,1	195,1
140,00	29,7	36,3	43,6	48,2	47,7	47,9	52,4	44,3
135,00	41,7	48,6	56,9	67,3	80,1	93,7	111,5	106,8
130,00	42,6	51,0	59,3	66,2	71,9	78,4	96,9	120,2
125,00	50,7	60,5	71,8	84,6	99,5	114,9	136,9	151,9
120,00	46,3	58,1	71,8	83,2	98,5	107,0	134,4	181,0
115,00	56,6	68,3	82,1	97,4	113,8	133,2	162,8	172,7
110,00	50,1	59,9	70,5	81,2	94,4	125,1	205,8	263,9
105,00	55,7	68,9	89,2	117,8	163,3	206,0	250,9	295,9
100,00	61,6	74,4	87,2	101,6	120,9	154,7	243,0	320,0
95,00	80,6	102,0	126,0	151,4	199,8	272,1	444,6	586,7
90,00	72,0	88,4	105,8	123,5	153,0	212,4	356,7	459,9
85,00	84,8	105,9	139,0	189,2	271,8	350,7	435,0	534,0
80,00	103,3	125,9	148,5	175,2	215,5	285,4	459,8	611,4
75,00	118,7	151,0	190,6	223,7	278,8	330,7	409,6	490,7
70,00	135,1	169,9	210,1	248,4	314,0	402,9	622,2	832,9
65,00	162,2	205,0	262,3	288,6	372,5	537,4	940,2	1244,6
60,00	155,7	196,2	250,0	270,4	346,4	504,4	877,5	1146,6
55,00	178,2	226,9	307,2	423,0	624,0	822,1	1020,6	1302,6
50,00	221,4	287,4	363,9	433,2	542,9	634,0	813,0	1038,9
45,00	233,6	288,9	379,0	519,4	731,3	944,8	1202,2	1506,1
40,00	265,0	321,1	379,9	452,3	562,9	751,2	1203,2	1594,1
35,00	281,1	355,3	442,9	528,8	660,2	787,6	987,2	1215,0
30,00	254,8	313,3	404,6	541,3	744,7	950,4	1201,8	1513,7
25,00	284,8	342,5	403,7	482,0	601,9	798,3	1255,5	1635,8
20,00	282,1	355,0	440,4	521,9	644,4	763,6	957,0	1194,5
15,00	262,1	321,4	414,7	556,0	768,8	982,8	1240,2	1542,4
10,00	244,1	289,0	337,1	391,7	454,6	522,1	624,3	758,3
5,00	130,7	150,5	170,7	188,7	201,0	208,4	210,4	191,7
0,00	66,0	71,3	75,7	78,5	76,7	73,2	68,8	64,3

7.6.4 Luminanza sulla strada: [cd/m²]

x/y	5,17	4,50	3,83	3,17	2,50	1,83
210,00	0,69	0,78	0,85	0,93	0,99	0,99
205,00	1,36	1,54	1,79	1,95	2,18	2,31
200,00	1,49	1,76	2,03	2,47	2,93	3,27
195,00	2,96	3,54	4,50	5,08	6,18	7,02
190,00	3,07	3,68	4,54	5,84	7,57	9,19
185,00	3,99	4,92	6,66	8,48	11,23	13,45
180,00	3,82	4,57	5,94	7,94	10,79	13,54
175,00	3,39	4,26	5,70	8,00	11,43	14,35
170,00	4,23	5,18	6,89	9,11	12,64	15,63
165,00	3,85	4,56	5,99	8,56	12,18	15,18
160,00	4,50	5,71	7,65	10,47	14,52	18,11
155,00	4,36	5,22	7,05	9,85	13,94	17,29
150,00	4,70	6,04	7,98	11,20	15,50	19,43
145,00	5,24	6,55	9,06	12,33	17,27	20,97
140,00	4,86	6,20	8,15	11,77	16,60	20,83
135,00	5,43	6,79	9,50	12,94	18,36	22,53
130,00	5,89	7,44	10,11	14,10	19,87	24,28
125,00	6,36	8,07	10,99	15,03	21,08	25,85
120,00	6,33	8,17	11,31	15,86	22,51	27,93
115,00	7,36	9,24	12,53	17,22	24,12	29,91
110,00	7,43	9,45	13,05	18,23	26,20	32,69
105,00	7,89	9,73	13,40	19,06	27,12	34,06
100,00	8,84	11,33	15,48	21,73	31,16	38,74
95,00	10,22	12,88	17,57	24,09	34,23	42,56
90,00	11,34	14,29	19,28	27,31	38,89	48,78
85,00	12,38	15,55	21,51	30,39	43,48	54,93
80,00	14,62	18,70	25,46	35,52	50,79	63,42
75,00	16,37	20,74	28,84	40,11	57,13	71,49
70,00	18,89	24,22	33,12	46,21	66,02	83,06
65,00	22,57	29,14	38,54	53,42	76,50	95,64
60,00	24,39	31,38	42,17	60,13	86,26	109,10
55,00	27,36	34,70	47,89	68,03	97,86	124,75
50,00	31,06	40,02	55,58	79,05	113,25	142,75
45,00	35,55	45,57	63,49	88,31	127,69	162,13
40,00	40,08	51,60	71,49	101,63	147,57	185,15
35,00	42,63	54,08	77,26	110,62	159,21	201,42
30,00	43,28	55,85	78,76	113,83	167,20	213,21
25,00	45,43	59,00	82,95	120,73	177,84	224,33
20,00	46,38	59,80	86,00	125,49	183,56	232,13
15,00	45,98	59,46	85,01	125,16	185,03	235,11
10,00	45,02	58,77	84,87	126,49	187,65	236,04
5,00	33,76	44,62	67,17	105,81	161,55	206,89
0,00	24,15	33,37	51,19	83,37	130,38	166,92

7.6.5 Luminanza sulla parete sinistra: [cd/m²]

x/z	3,75	3,25	2,75	2,25	1,75	1,25	0,75	0,25
210,00	0,74	0,93	1,20	1,51	1,74	1,87	1,83	1,71
205,00	2,26	2,67	3,17	3,63	3,88	3,91	3,71	3,41
200,00	1,52	1,82	2,29	2,84	3,29	3,45	3,36	3,13
195,00	3,36	4,45	5,43	6,11	6,86	7,14	6,70	6,00
190,00	3,85	4,43	4,98	5,49	5,87	5,92	5,71	5,32
185,00	4,49	5,80	6,96	7,72	8,47	8,69	8,15	7,38
180,00	4,51	5,11	5,69	6,21	6,60	6,65	6,43	6,02
175,00	4,07	4,87	5,68	6,35	6,76	6,77	6,46	6,05
170,00	4,36	5,05	5,83	6,61	7,17	7,35	6,89	6,29
165,00	4,88	5,80	6,61	7,20	7,48	7,44	7,11	6,61
160,00	4,71	5,48	6,34	7,14	7,70	7,86	7,36	6,70
155,00	5,39	6,33	7,13	8,02	8,50	8,61	8,28	7,41
150,00	4,91	5,90	6,84	7,47	7,80	7,96	7,54	6,88
145,00	5,67	7,08	8,29	9,04	9,73	9,90	9,37	8,54
140,00	5,25	5,97	6,57	7,14	7,56	7,62	7,37	6,92
135,00	6,40	7,40	8,52	9,38	9,81	9,76	9,06	8,29
130,00	6,08	7,42	8,10	8,94	9,58	9,59	9,05	8,31
125,00	7,59	9,14	10,03	10,84	11,36	11,24	10,54	9,67
120,00	6,57	8,05	9,07	9,74	10,47	10,74	10,23	9,36
115,00	8,63	10,19	11,07	11,89	12,47	12,24	11,48	10,59
110,00	8,70	9,94	10,79	11,81	12,43	12,54	11,83	10,59
105,00	9,78	11,34	13,37	14,28	14,12	13,98	13,19	11,96
100,00	9,98	11,87	12,57	13,67	14,51	14,45	13,69	12,31
95,00	12,32	14,67	16,14	17,34	18,10	18,38	17,42	15,15
90,00	13,92	16,01	17,23	18,30	18,72	18,81	17,84	15,69
85,00	15,25	17,60	20,87	22,20	21,59	21,25	20,01	17,99
80,00	17,20	20,38	21,27	22,85	24,00	23,75	22,38	19,84
75,00	19,79	23,61	26,07	26,85	27,23	27,03	25,23	22,71
70,00	22,23	25,80	27,74	29,35	30,75	30,84	28,89	25,55
65,00	28,01	32,50	34,17	36,43	37,59	37,59	35,43	30,33
60,00	30,53	35,33	37,98	40,00	40,35	40,72	38,45	32,83
55,00	34,15	39,07	46,24	48,51	46,31	45,31	42,48	37,85
50,00	35,22	42,79	46,70	48,07	49,81	49,44	46,44	41,84
45,00	44,83	49,62	56,67	59,73	58,36	56,58	52,57	47,32
40,00	47,39	56,18	58,80	62,10	63,90	62,37	58,20	51,43
35,00	48,99	58,52	64,51	65,89	66,39	65,80	61,30	55,04
30,00	51,81	57,49	64,97	68,19	66,94	65,19	60,95	55,15
25,00	52,25	61,60	64,86	68,44	70,22	68,51	64,06	57,04
20,00	49,80	59,45	65,64	67,22	67,96	67,56	63,20	56,96
15,00	53,23	59,16	66,97	70,25	68,94	67,03	62,65	56,85
10,00	48,43	57,30	61,13	63,48	64,30	62,11	57,76	52,71
5,00	35,22	39,32	42,33	43,24	42,56	41,33	39,36	36,73
0,00	18,23	19,97	21,60	22,65	23,20	23,15	22,48	21,42

7.6.6 Luminanza sulla parete destra [cd/m²]

x/z	0,25	0,75	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75
210,00	0,88	1,03	1,17	1,08	0,89	0,61	0,46	0,36
205,00	2,28	2,81	3,43	4,10	4,87	5,36	5,72	4,18
200,00	1,82	2,17	2,49	2,54	2,17	1,58	1,12	0,84
195,00	4,78	6,13	7,78	9,52	12,43	14,51	18,41	23,44
190,00	2,90	3,49	4,15	4,61	4,51	4,10	3,79	3,46
185,00	5,38	6,76	8,46	10,24	13,16	15,24	19,11	24,10
180,00	3,14	3,74	4,41	4,85	4,70	4,27	4,01	3,69
175,00	3,86	4,60	5,46	6,27	7,10	8,01	9,17	6,88
170,00	4,06	4,73	5,47	6,08	6,44	7,15	8,39	9,33
165,00	4,30	5,20	6,20	7,07	7,95	8,92	10,11	7,79
160,00	4,38	5,07	5,83	6,45	6,81	7,52	8,75	9,66
155,00	4,89	5,85	6,88	8,06	10,05	13,67	22,98	27,93
150,00	4,23	4,91	5,65	6,19	6,62	7,04	7,18	7,27
145,00	6,39	7,89	9,63	11,42	14,37	16,46	20,32	25,26
140,00	4,38	5,21	6,12	6,70	6,61	6,61	7,17	6,12
135,00	6,02	6,88	7,92	9,22	10,83	12,54	14,79	14,16
130,00	6,21	7,25	8,28	9,14	9,84	10,65	12,98	15,92
125,00	7,35	8,57	9,99	11,59	13,46	15,41	18,17	20,05
120,00	6,88	8,37	10,08	11,51	13,43	14,48	17,94	23,84
115,00	8,31	9,77	11,50	13,41	15,48	17,92	21,65	22,88
110,00	7,62	8,84	10,15	11,49	13,13	17,01	27,24	34,59
105,00	8,45	10,10	12,65	16,25	22,01	27,41	33,08	38,76
100,00	9,37	10,96	12,56	14,35	16,76	21,03	32,23	41,98
95,00	11,97	14,65	17,66	20,86	26,98	36,13	58,04	76,08
90,00	11,05	13,09	15,27	17,48	21,18	28,69	47,01	60,09
85,00	12,89	15,53	19,70	26,03	36,51	46,49	57,16	69,69
80,00	15,48	18,30	21,13	24,47	29,54	38,38	60,51	79,73
75,00	17,78	21,83	26,81	30,97	37,91	44,45	54,41	64,65
70,00	20,17	24,54	29,59	34,39	42,67	53,92	81,76	108,49
65,00	24,04	29,42	36,64	39,89	50,49	71,40	122,57	161,22
60,00	23,66	28,73	35,49	37,99	47,57	67,58	114,97	149,11
55,00	27,04	33,14	43,26	57,90	83,38	108,48	133,62	169,39
50,00	33,19	41,48	51,10	59,81	73,65	85,11	107,75	136,35
45,00	35,51	42,43	53,78	71,51	98,35	125,37	157,97	196,48
40,00	40,27	47,28	54,62	63,68	77,60	101,40	158,75	208,31
35,00	43,25	52,53	63,51	74,26	90,78	106,80	131,99	160,75
30,00	40,96	48,22	59,66	76,86	102,54	128,51	160,27	199,69
25,00	46,03	53,17	60,72	70,46	85,48	110,21	168,14	216,24
20,00	46,90	55,94	66,56	76,67	91,98	106,86	131,16	161,03
15,00	45,58	52,88	64,50	82,21	108,99	135,92	168,33	206,40
10,00	44,57	50,00	55,84	62,47	70,15	78,38	91,01	107,63
5,00	31,36	33,58	35,83	37,77	38,96	39,51	39,34	36,48
0,00	24,32	24,69	24,92	24,91	24,30	23,44	22,43	21,35

7.6.7 Illuminamenti verticali nel campo di misura stradale: [lx]

x/y	5,17	4,50	3,83	3,17	2,50	1,83
210,00	23,3	26,0	28,1	29,7	31,9	30,0
205,00	19,0	19,5	21,1	22,6	22,6	22,6
200,00	26,3	29,2	31,5	32,7	35,5	33,5
195,00	24,3	25,9	28,3	31,0	31,1	30,5
190,00	29,5	32,6	34,9	36,1	38,7	36,4
185,00	25,7	27,4	29,8	32,8	32,3	31,5
180,00	29,2	32,3	34,5	36,4	37,9	35,4
175,00	22,7	23,6	25,2	26,7	27,0	26,8
170,00	30,2	33,8	36,5	38,6	40,3	37,6
165,00	23,6	24,4	26,1	27,6	27,8	27,6
160,00	30,8	34,5	37,2	39,3	41,1	38,3
155,00	25,5	27,1	29,0	31,2	31,7	31,1
150,00	31,6	35,0	37,5	38,8	41,1	38,5
145,00	27,3	29,1	31,6	34,3	33,7	32,8
140,00	31,2	34,6	36,8	38,6	40,8	38,3
135,00	26,5	28,0	30,1	31,5	31,7	30,8
130,00	34,1	38,3	41,2	43,2	45,8	42,6
125,00	29,1	30,9	33,2	35,0	35,2	34,1
120,00	37,0	41,5	44,7	46,4	49,1	45,9
115,00	30,6	32,7	35,2	37,3	37,7	36,4
110,00	38,2	42,9	46,1	48,2	51,4	47,9
105,00	35,6	38,2	40,6	41,6	42,3	41,0
100,00	42,6	48,1	51,7	53,2	57,3	53,4
95,00	41,1	45,5	48,9	52,2	55,1	52,6
90,00	48,1	54,1	57,7	59,6	64,3	59,9
85,00	49,2	53,7	57,0	57,1	59,3	57,0
80,00	56,5	64,2	68,6	70,7	76,3	70,9
75,00	54,6	59,4	63,8	64,8	67,4	64,3
70,00	68,8	78,5	84,7	86,4	93,5	86,4
65,00	69,0	79,4	83,3	88,3	98,2	91,9
60,00	80,1	91,8	96,1	98,7	110,4	102,4
55,00	93,9	103,6	109,1	106,4	112,4	107,7
50,00	97,1	108,7	117,0	120,3	127,6	119,1
45,00	107,1	119,4	127,0	126,6	132,2	124,4
40,00	110,9	126,5	134,7	138,4	147,4	136,2
35,00	106,5	117,3	125,7	131,1	132,8	124,2
30,00	122,3	137,4	145,4	146,3	150,8	139,9
25,00	109,1	122,8	130,2	134,3	138,8	129,2
20,00	114,7	128,0	136,9	142,5	145,4	134,6
15,00	111,0	123,7	129,9	133,9	133,2	125,5
10,00	83,4	93,6	98,7	109,1	101,4	92,6
5,00	41,7	44,7	44,7	48,4	40,2	35,6
0,00	20,6	22,0	21,5	22,4	17,8	15,3

7.6.8 Coefficiente di contrasto nel campo di misura stradale:

x/y	5,17	4,50	3,83	3,17	2,50	1,83
210,00	0,026	0,027	0,027	0,028	0,027	0,029
205,00	0,060	0,067	0,073	0,077	0,085	0,089
200,00	0,050	0,054	0,059	0,067	0,075	0,089
195,00	0,104	0,119	0,142	0,150	0,183	0,212
190,00	0,095	0,104	0,121	0,150	0,184	0,240
185,00	0,136	0,161	0,205	0,243	0,330	0,407
180,00	0,121	0,132	0,162	0,207	0,273	0,368
175,00	0,133	0,164	0,210	0,285	0,407	0,516
170,00	0,129	0,143	0,179	0,226	0,302	0,402
165,00	0,147	0,170	0,213	0,294	0,419	0,529
160,00	0,134	0,155	0,194	0,255	0,341	0,459
155,00	0,151	0,174	0,225	0,300	0,422	0,535
150,00	0,137	0,162	0,202	0,277	0,364	0,490
145,00	0,172	0,206	0,268	0,343	0,493	0,617
140,00	0,144	0,168	0,210	0,293	0,394	0,527
135,00	0,186	0,224	0,296	0,394	0,559	0,708
130,00	0,159	0,181	0,232	0,313	0,420	0,553
125,00	0,198	0,242	0,311	0,411	0,577	0,733
120,00	0,156	0,183	0,238	0,327	0,443	0,590
115,00	0,218	0,260	0,334	0,441	0,617	0,796
110,00	0,177	0,204	0,267	0,362	0,493	0,663
105,00	0,197	0,231	0,306	0,437	0,618	0,804
100,00	0,188	0,218	0,282	0,391	0,525	0,704
95,00	0,218	0,255	0,333	0,440	0,598	0,782
90,00	0,212	0,243	0,314	0,438	0,585	0,790
85,00	0,223	0,263	0,350	0,508	0,707	0,933
80,00	0,234	0,269	0,349	0,481	0,644	0,868
75,00	0,269	0,320	0,423	0,592	0,818	1,077
70,00	0,246	0,281	0,367	0,511	0,682	0,932
65,00	0,287	0,322	0,431	0,578	0,752	1,009
60,00	0,270	0,304	0,411	0,583	0,757	1,035
55,00	0,256	0,302	0,406	0,610	0,840	1,122
50,00	0,289	0,340	0,447	0,628	0,858	1,164
45,00	0,297	0,349	0,467	0,667	0,934	1,265
40,00	0,328	0,378	0,501	0,705	0,971	1,324
35,00	0,364	0,427	0,581	0,812	1,164	1,579
30,00	0,321	0,377	0,511	0,749	1,078	1,487
25,00	0,380	0,448	0,604	0,867	1,247	1,695
20,00	0,372	0,437	0,598	0,851	1,230	1,685
15,00	0,380	0,450	0,622	0,903	1,355	1,833
10,00	0,507	0,597	0,827	1,129	1,814	2,505
5,00	0,764	0,956	1,456	2,146	3,961	5,738
0,00	1,121	1,473	2,335	3,672	7,232	10,796

7.6.9 Luminanza di velo

s	Lsaeq [cd/(m ²)]	TI [%]
210,00	3,000	205,803
205,00	2,882	109,727
200,00	3,556	112,287
195,00	3,914	67,552
190,00	4,048	60,286
185,00	4,443	44,729
180,00	5,126	55,332
175,00	5,530	59,172
170,00	6,155	57,450
165,00	6,572	65,526
160,00	7,307	58,939
155,00	8,141	70,044
150,00	8,892	66,824
145,00	9,808	66,650
140,00	11,265	80,351
135,00	13,253	85,585
130,00	14,613	86,271
125,00	16,724	92,326
120,00	19,155	99,953
115,00	21,398	102,405
110,00	24,749	111,566
105,00	30,391	130,720
100,00	33,405	125,220
95,00	39,211	131,869
90,00	42,308	124,722
85,00	47,565	125,355
80,00	52,691	117,881
75,00	54,971	108,267
70,00	59,619	101,193
65,00	63,676	92,820
60,00	65,887	84,810
55,00	64,511	72,955
50,00	60,861	58,783
45,00	57,294	49,264
40,00	53,960	40,032
35,00	51,061	34,656
30,00	48,485	31,934
25,00	46,156	28,579
20,00	44,028	26,177
15,00	42,087	25,093
10,00	40,320	23,774
5,00	38,700	27,523
0,00	37,209	33,988

7.7 Sommario

7.7.1 Apporto diretto delle lampade

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	39,57	cd/m ²
Illuminamento orizzontale medio	233,2	lx
Illuminamenti verticali medi	18,6	lx

7.7.2 Apporto indiretto:

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	1,66	cd/m ²
Illuminamenti verticali medi	38,5	lx
Illuminamenti verticali medi della superficie stradale	16,9	lx
Illuminamenti verticali medi delle pareti	25,6	lx

7.7.3 Sommario:

Dimensione	Valore	Unità
Luminanza media della strada	41,23	cd/m ²
Luminanza media della corsia nr.1	41,23	cd/m ²
Luminanza media sulla parete sinistra (0-2m)	24,02	cd/m ²
Luminanza media sulla parete destra (0-2m)	21,75	cd/m ²
Illuminamento orizzontale medio	271,7	lx
Illuminamenti orizzontali medi della corsia nr.1	271,7	lx
Illuminamenti verticali medi	61,1	lx
Illuminamenti verticali medi della corsia nr.1	61,1	lx
Illuminamenti medi sulla parete sinistra (0-2m di altezza)	188,4	lx
Illuminamenti medi sulla parete destra (0-2m di altezza)	144,9	lx
Coefficiente di luminanza medio	0,128	(cd/m ²)/lx
Coefficiente di contrasto medio	0,588	(cd/m ²)/lx
Coefficiente di contrasto minimo	0,026	(cd/m ²)/lx
Uniformità generale (U0)	0,017	
Uniformità longitudinale (U1) sulla corsia nr.1	0,010	
Uniformità generale sulla parete sinistra (0-2m)	0,071	
Uniformità generale sulla parete destra (0-2m)	0,040	
Uniformità longitudinale sulla parete sinistra (0-2m)	0,027	
Uniformità longitudinale sulla parete destra (0-2m)	0,018	
Luminanza di velo massima	65,89	cd/m ²
Incremento di soglia massimo	205,803	%

SS 554 Cagliariana

Impianto : Illuminazione Pubblica

Numero progetto :

Cliente :

Autore : I.Z.

Data : 02.04.2019

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

SS554.rdf

Pagina 1/42

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

1 Dati punti luce

1.1 Palo 10mft 2.5b 129W ()

1.1.1 Pagina dati

Palo 10mft 2.5b 129W

Posizionamento punto luce per :

	Posizione			Rotazione		
	x[m]	y[m]	z[m]	Z[°]	C0[°]	C90[°]
01KI2G00031_HM4 :	0.000	2.500	10.000	0	0	0

La posizione corrisponde al centro luminoso del punto luce.

01KI2G00031_HM4 KAIM_R5_LA-01_700mA 4K

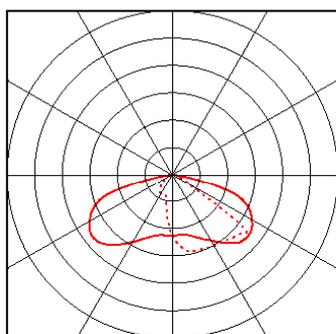
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 128.88 lm/W
Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 36 74 98 100 100
UGR 4H 8H : 37.8 / 20.3
Potenza : 129.5 W
Flusso luminoso : 16690 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : R5
Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 16690 lm
Resa cromatica : 70

Dimensioni : 724 mm x 351 mm x 133 mm



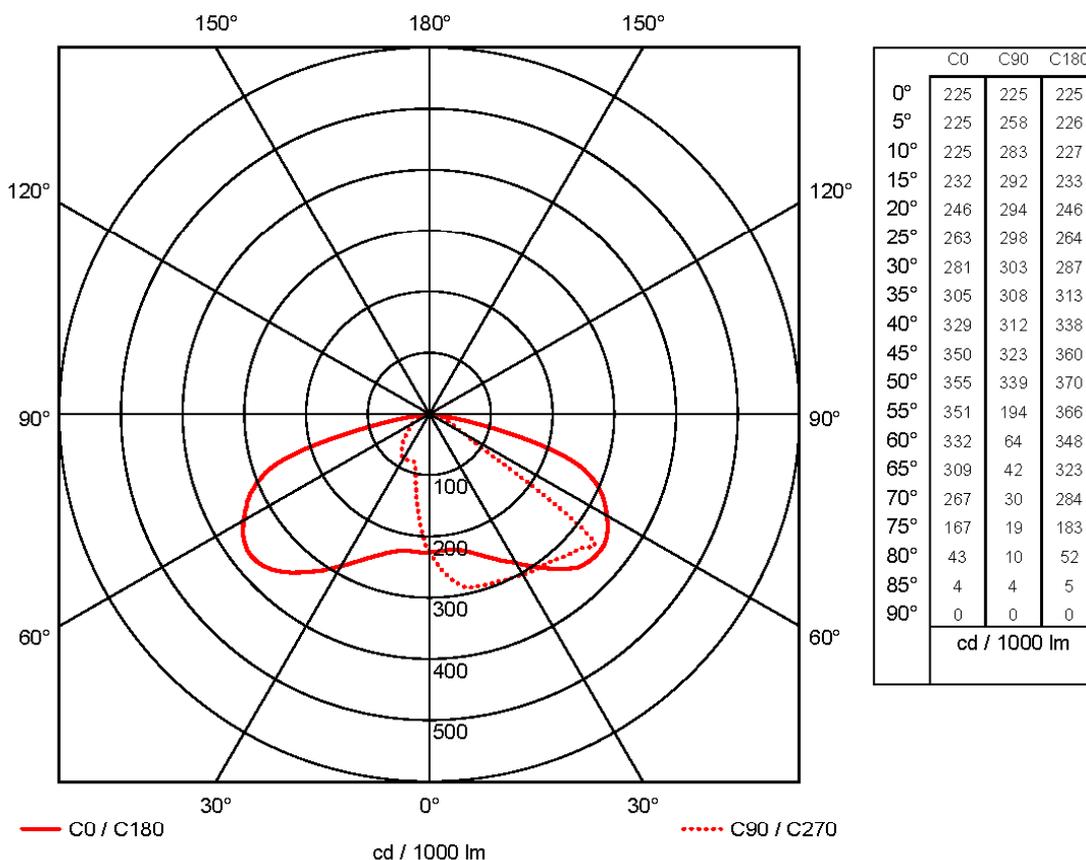
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

1.1 KAIM_R5_LA-01_700mA 4K (01KI2G00031_HM4)

1.1.2 CDL



Marca	: CARIBONI GROUP_FIVEP	Rendimento	: 100%
Codice	: 01KI2G00031_HM4	Rendimento punto luce	: 128.88 lm/W (A30)
Nome punto luce	: KAIM_R5_LA-01_700mA 4K	Distrib. della luce	: asimmetrico
Accessori	: 1 x R5 129.5W700mA 4K 129.5 W /	Angolo fascio luminoso	: 67.4° C0
Dimensioni	: L 724 mm x L 351 mm x H 133 mm		: 53.4° C90
Nome file	: 01KI2G00031_HM4-GLD2215.LDT		: 69.1° C180
			-- C270

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™ Innovation
in underground
solutions

1 Dati punti luce

1.2 Palo 8mft 1.5b 53W ()

1.2.1 Pagina dati

Palo 8mft 1.5b 53W

Posizionamento punto luce per :

	Posizione			Rotazione		
	x[m]	y[m]	z[m]	Z[°]	C0[°]	C90[°]
01K11C40033_HM4 :	0.000	1.500	8.000	0	0	0

La posizione corrisponde al centro luminoso del punto luce.

01K11C40033_HM4

KAI S R2 ME-02 700mA 4K

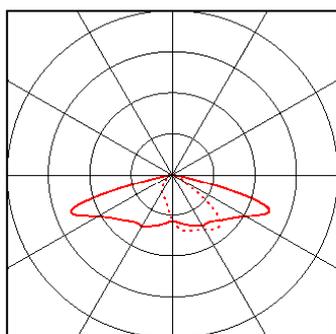
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 129.15 lm/W
Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 37 74 98 100 100
UGR 4H 8H : 38.7 / 20.8
Potenza : 53 W
Flusso luminoso : 6845 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : R2 53W700mA 4K
Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 6845 lm
Resa cromatica : 70

Dimensioni : 454 mm x 300 mm x 108 mm



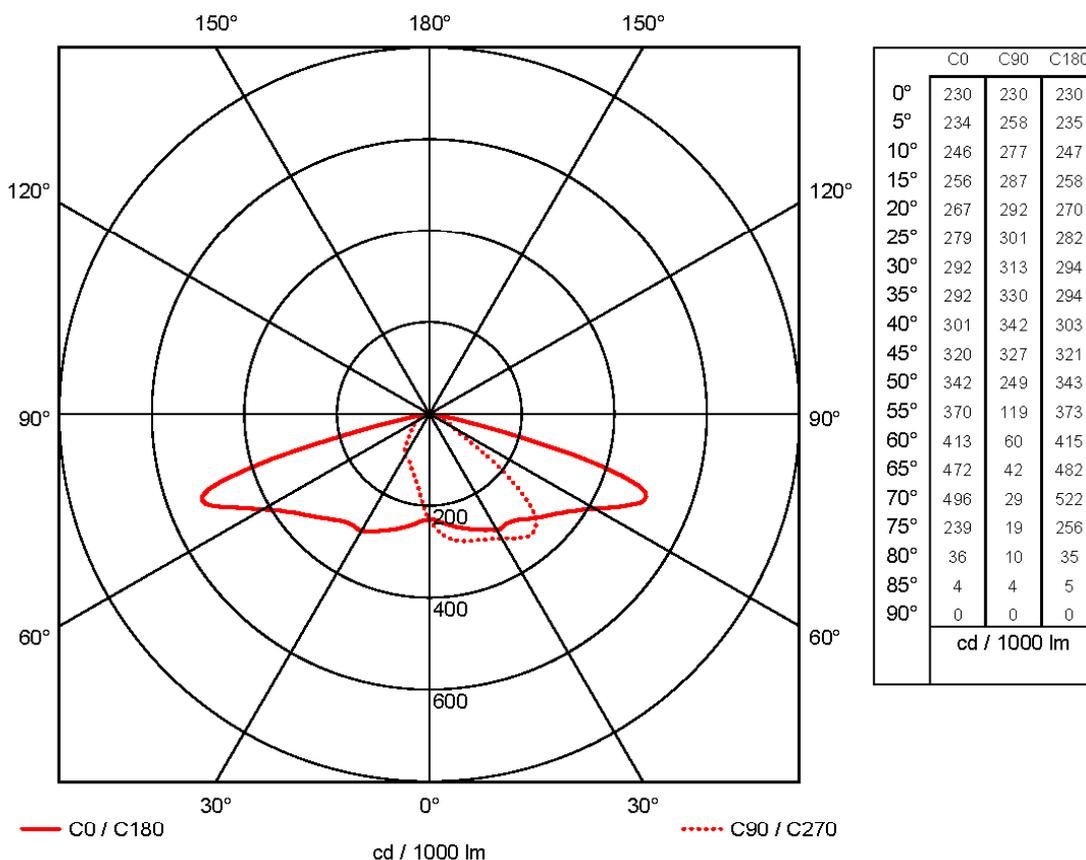
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

1.2 KAI S R2 ME-02 700mA 4K (01K11C40033_HM4)

1.2.2 CDL



Marca : CARIBONI GROUP_FIVEP
Codice : 01K11C40033_HM4
Nome punto luce : KAI S R2 ME-02 700mA 4K
Accessori : 1 x R2 53W700mA 4K 53 W / 6845 l
Dimensioni : L 454 mm x L 300 mm x H 108 mm
Nome file : 01K11C40033_HM4-GLD2204.LDT

Rendimento : 100%
Rendimento punto luce : 129.15 lm/W (A30)
Distrib. della luce : asimmetrico
Angolo fascio luminoso : 73.4° C0
-- C90
73.7° C180
-- C270

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliariitana
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS™ Innovation
in underground
solutions

1 Dati punti luce

1.3 FIVEP, EUREKA 20led XPG 350mA... (!EUREKA 20 LED ...)

1.3.1 Pagina dati

Marca: FIVEP

!EUREKA 20 LED OTT. S

EUREKA 20led XPG 350mA S

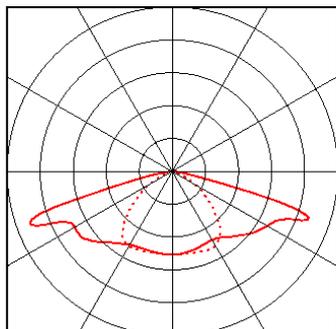
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
 Rendimento punto luce : 123.8 lm/W
 Classificazione : A30 ↓100.0% ↑0.0%
 CIE Flux Codes : 40 75 98 100 100
 UGR 4H 8H : 28.4 / 18.4
 Potenza : 25 W
 Flusso luminoso : 3095 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
 Nome : XPG 20led S
 Temp. Di Colore : 4000
 Flusso luminoso : 3095 lm
 Resa cromatica : 70

Dimensioni : 310 mm x 520 mm x 85 mm



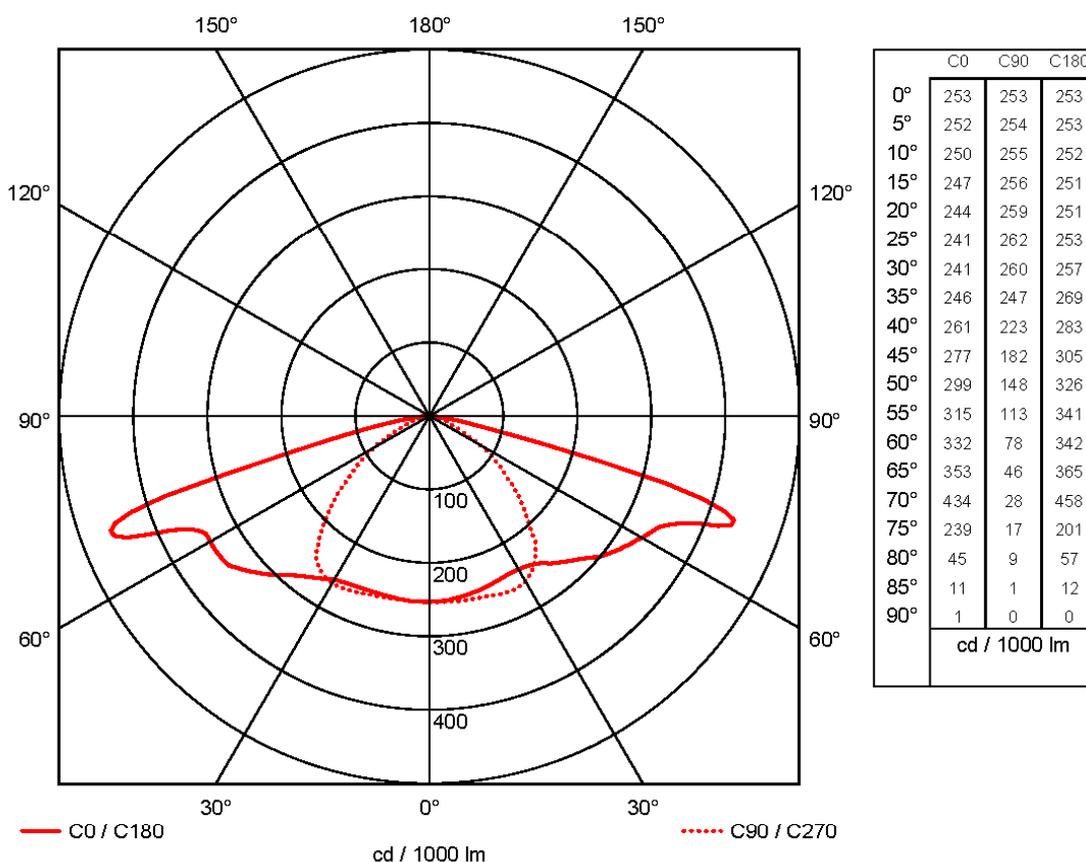
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

1.3 FIVEP, EUREKA 20led XPG 350mA... (!EUREKA 20 LED ...)

1.3.2 CDL



Marca	: FIVEP	Rendimento	: 100%
Codice	: !EUREKA 20 LED OTT. S	Rendimento punto luce	: 123.8 lm/W (A30)
Nome punto luce	: EUREKA 20led XPG 350mA S	Distrib. della luce	: asimmetrico
Accessori	: 1 x XPG 20led S 25 W / 3095 lm	Angolo fascio luminoso	: 75.1° C0
Dimensioni	: L 310 mm x L 520 mm x H 85 mm		: 37.7° C90
Nome file	: EUREKA 20 LED OTT S-GLD0418_;		: 74.6° C180
			: 40.1° C270

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

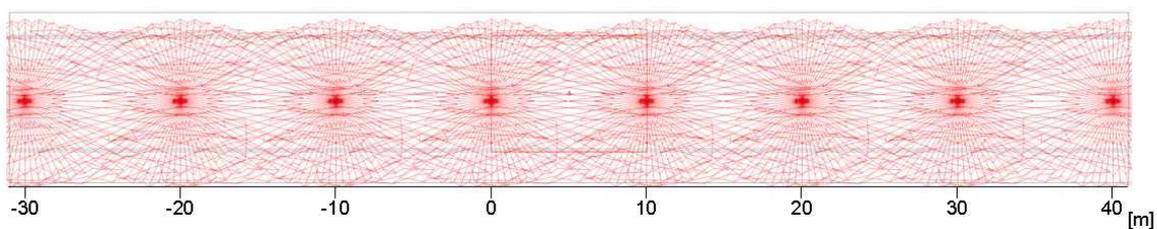
Oggetto : SS 554 Cagliaritana
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

2 Strada Principale Sottopasso

2.1 Descrizione, Strada Principale Sottopasso

2.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

SS554.rdf

Pagina 8/42

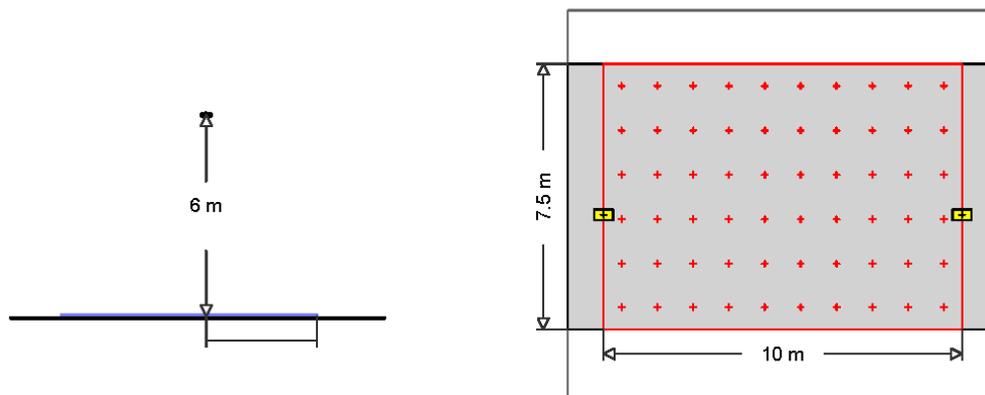
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

2 Strada Principale Sottopasso

2.2 Riepilogo, Strada Principale Sottopasso

2.2.1 Panoramica risultato, Strada Principale Sottopasso



12	FIVEP	Codice	: IEUREKA 20 LED OTT. S
		Nome punto luce	: EUREKA 20led XPG 350mA S
		Sorgenti	: 1 x XPG 20led S 25 W / 3095 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.87
Distanza armature	: 10.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 6.00 m
Sporgenza	: 3.25 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 3.25 m	Classe di abbaglia.	: D6
Potenza/Km	: 2500 W/km	Classe intensità lum.	: G*4

Strada

Larghezza	: 7.50 m	Corsie	: 2
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1

Luminanza

Area di calcolo: 10m x 7.5m (10 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=5.63m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=1.88m, z=1.50m

Lane	\bar{L}_m	U_o	UI	TI	Rei
2:(y=5.63)	1.57 cd/m ²	0.60	0.97	6	0.39
1:(y=1.88)	1.56 cd/m ²	0.56	0.90	8	0.55
M2	>= 1.50 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.70	<= 10	>= 0.35

Illuminamento

Area di calcolo: 10m x 7.5m (10 x 6 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	Ud
	22 lx	16.5 lx	0.75	0.61
C2	>= 20.0 lx		>= 0.40	



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

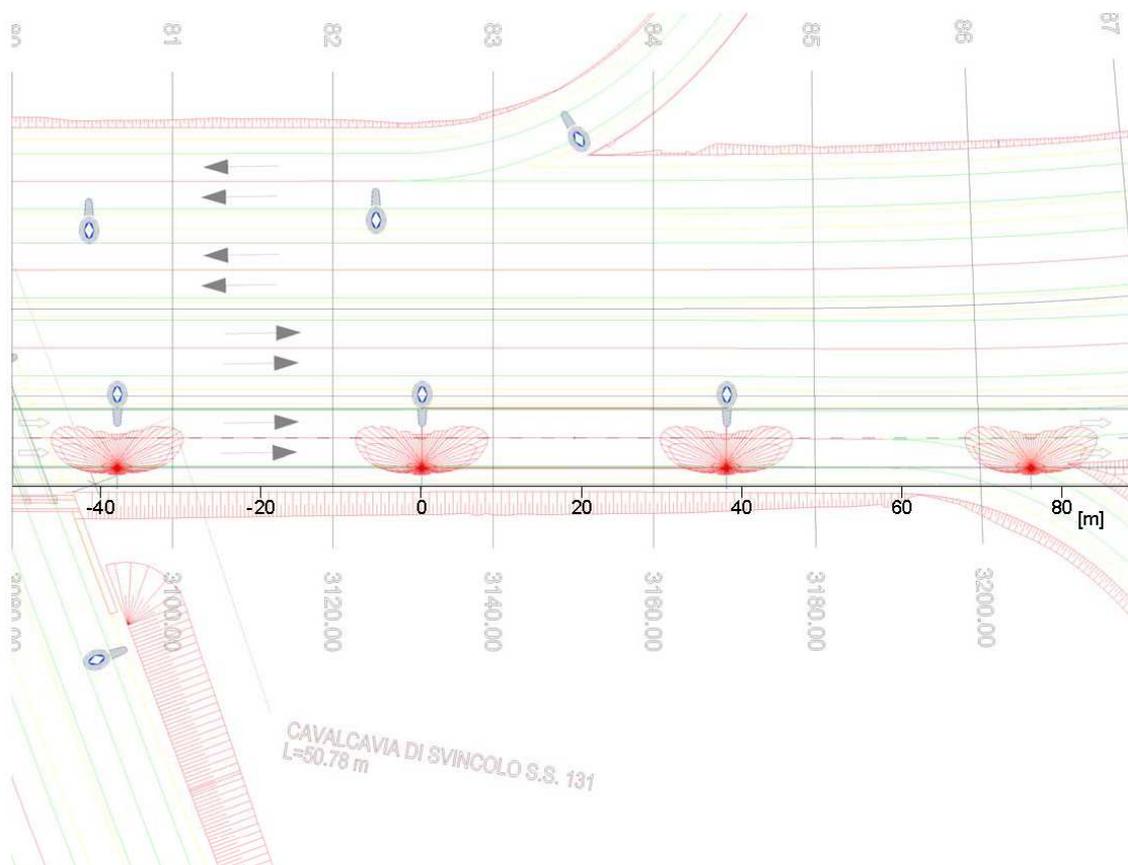
Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

3 Strada Principale M2-2 corsie

3.1 Descrizione, Strada Principale M2-2 corsie

3.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

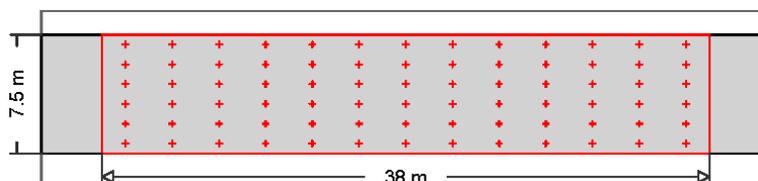
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

3 Strada Principale M2-2 corsie

3.2 Riepilogo, Strada Principale M2-2 corsie

3.2.1 Panoramica risultato, Strada Principale M2-2 corsie



9  Codice :
Nome punto luce : Palo 10mft 2.5b 129W
con : 1 x 01K12G00031_HM4
Sorgenti : 1 x R5 129.5W700mA 4K 129.5 W / 16690 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.87
Distanza armature	: 38.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 10.00 m
Sporgenza	: 0.00 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 0.00 m	Classe di abbaglia.	: D4
Potenza/Km	: 3408 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 7.50 m	Corsie	: 2
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 38m x 7.5m (13 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=5.63m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=1.88m, z=1.50m

Lane	\bar{E}_m	U_o	UI	TI	Rei
2:(y=5.63)	1.64 cd/m ²	0.59	0.80	8	0.75
1:(y=1.88)	1.53 cd/m ²	0.57	0.73	9	0.55
M2	>= 1.50 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.70	<= 10	>= 0.35

Illuminamento

Area di calcolo: 38m x 7.5m (13 x 6 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
	23 lx	10.6 lx	0.46	0.26
C2	>= 20.0 lx		>= 0.40	

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

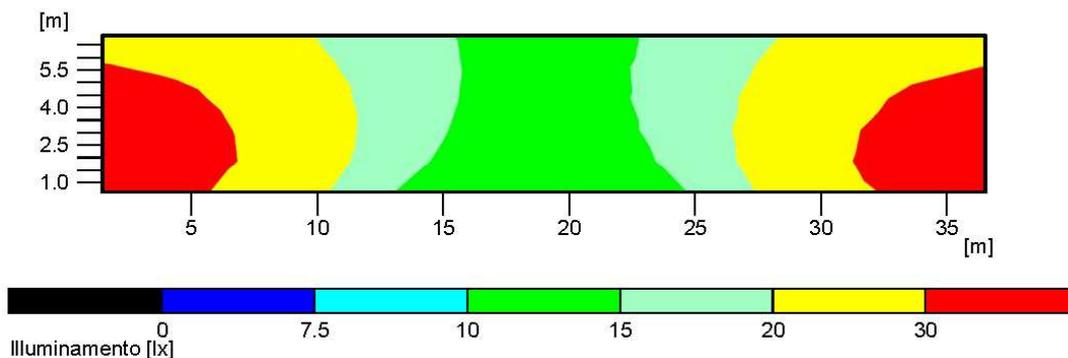
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

3 Strada Principale M2-2 corsie

3.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-2 corsie

3.3.1 Falsi Colori, Strada (E orizzontale)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	E_m	: 23 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 10.6 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 40.2 lx
Uniformità U_o	min/media	: 1 : 2.17 (0.46)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 3.78 (0.26)

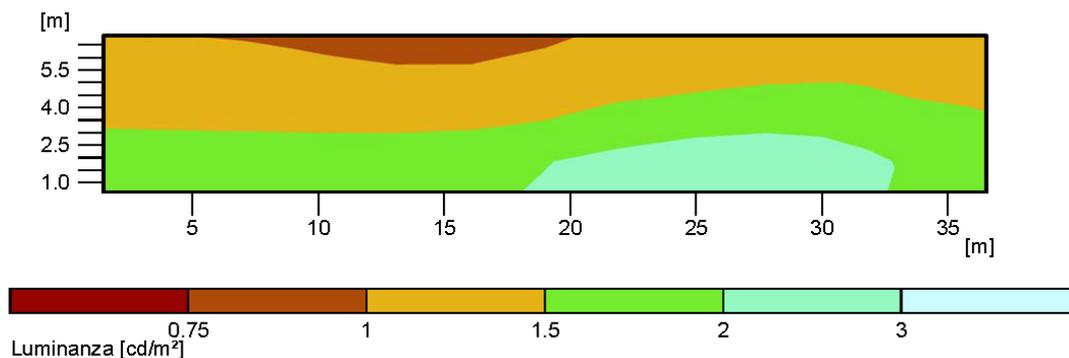
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

3.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-2 corsie

3.3.2 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 1 : x = -60, y = 1.88, z = 1.5 (dx = 61.46)
Luminanza media Lm : 1.53 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.88 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.57
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.73
Aumento della soglia di percezione TI : 9 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.74 (0.57)
Uniformità Ud min/max : 1 : 2.73 (0.37)

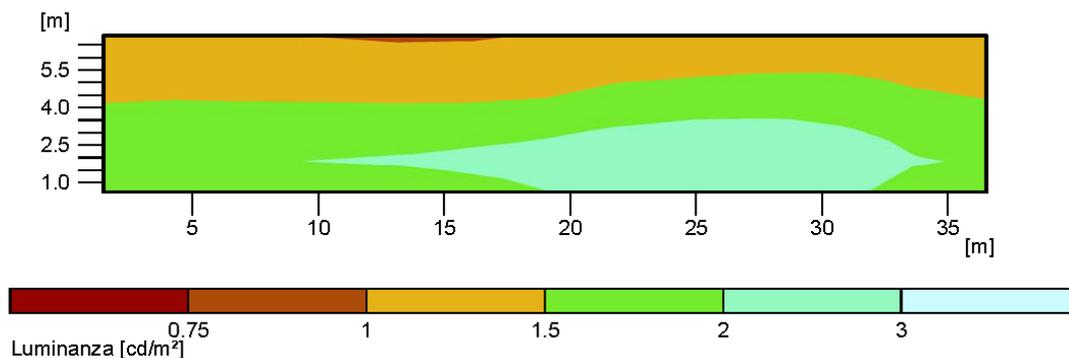
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

3.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-2 corsie

3.3.3 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 2 : x = -60, y = 5.63, z = 1.5 (dx = 61.46)
Luminanza media Lm : 1.64 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.96 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.59
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.8
Aumento della soglia di percezione TI : 8 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.71 (0.59)
Uniformità Ud min/max : 1 : 2.58 (0.39)

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

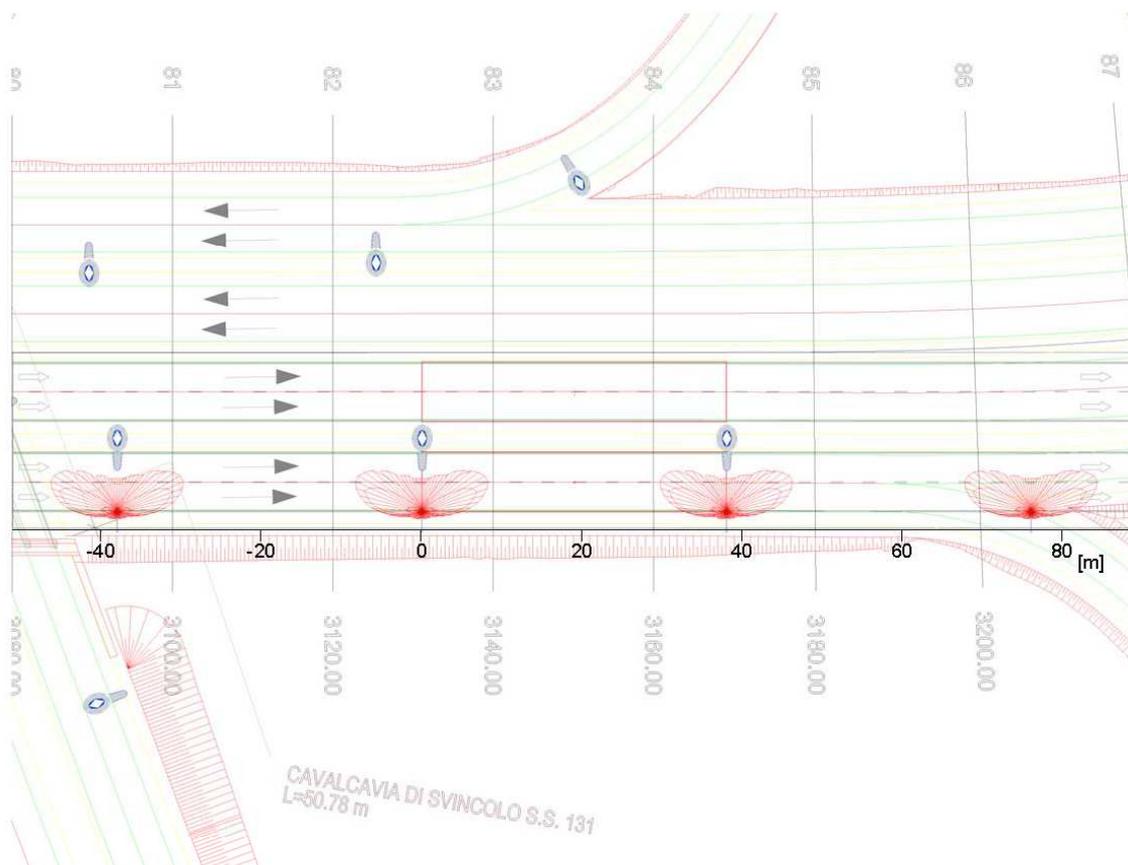
Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

4 Strada Principale M2-4 corsie

4.1 Descrizione, Strada Principale M2-4 corsie

4.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

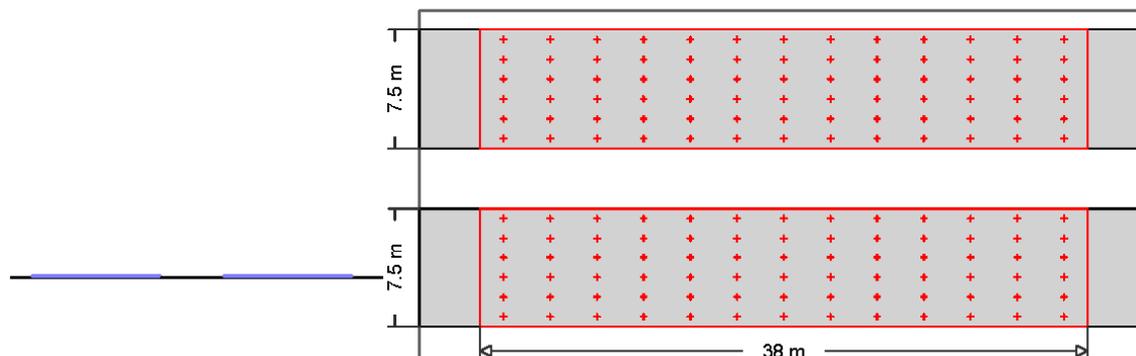
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

4 Strada Principale M2-4 corsie

4.2 Riepilogo, Strada Principale M2-4 corsie

4.2.1 Panoramica risultato, Strada Principale M2-4 corsie



9  Codice :
Nome punto luce : Palo 10mft 2.5b 129W
con : 1 x 01K12G00031_HM4
Sorgenti : 1 x R5 129.5W700mA 4K 129.5 W / 16690 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.87
Distanza armature	: 38.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 10.00 m
Sporgenza	: 0.00 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 0.00 m	Classe di abbaglia.	: D4
Potenza/Km	: 3408 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 7.50 m	Corsie	: 2
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 38m x 7.5m (13 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=5.63m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=1.88m, z=1.50m

Lane	\bar{E}_m	U_o	UI	TI	Rei
2:(y=5.63)	1.64 cd/m ²	0.59	0.80	8	0.75
1:(y=1.88)	1.53 cd/m ²	0.57	0.73	9	0.55
M2	>= 1.50 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.70	<= 10	>= 0.35

Illuminamento

Area di calcolo: 38m x 7.5m (13 x 6 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	Ud
	23 lx	10.6 lx	0.46	0.26
C2	>= 20.0 lx		>= 0.40	

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

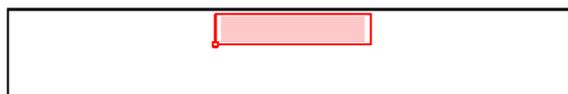
SWS™
Innovation
in underground
solutions

4 Strada Principale M2-4 corsie

4.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-4 corsie

4.3.1 Tabella, Carreggiata (Sinistra) (E orizzontale)

[m]	(1.4)	(1.4)	1.5	1.8	2.5	3.2	3.2	3.1	2.3	1.7	1.6	1.5	(1.4)
6.88	1.8	1.9	2.2	3.2	4.3	4.9	5.1	4.8	4.1	2.9	2.1	1.9	1.8
5.63	2.7	2.9	3.8	5.6	6.6	6.8	7	6.6	6.5	5.4	3.5	2.9	2.6
4.38	5.4	6.3	7.3	8.3	8.6	8.5	8.5	8.4	8.5	8.2	7.2	6.1	5.3
3.13	10.9	10.8	10.5	10.5	10.4	10.1	9.9	10	10.3	10.4	10.4	10.6	10.8
1.88	10.9	10.8	10.5	10.5	10.4	10.1	9.9	10	10.3	10.4	10.4	10.6	10.8
0.63	[14]	13.4	12.8	12.4	11.9	11.4	11.2	11.3	11.8	12.2	12.6	13.2	[14]
	1.46	4.38	7.31	10.23	13.15	16.08	19.00	21.92	24.85	27.77	30.69	33.62	36.54
	Illuminamento [lx]												



Altezza del piano di riferimento : 0.00 m
Illuminamento medio Em : 6.7 lx
Illuminamento minimo Emin : 1.4 lx
Illuminamento massimo Emax : 14 lx
Uniformità Uo min/media : 1 : 4.87 (0.21)
Uniformità Ud min/max : 1 : 10.1 (0.1)

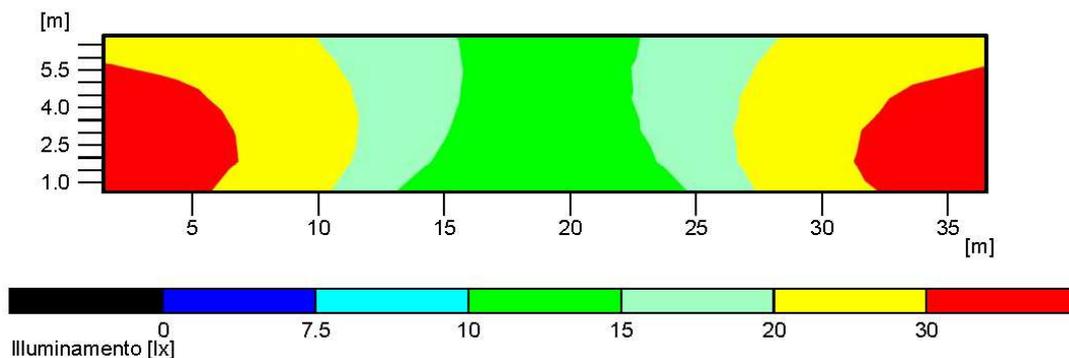
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

4.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-4 corsie

4.3.2 Falsi Colori, Strada (E orizzontale)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 23 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 10.6 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 40.2 lx
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 2.17 (0.46)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 3.78 (0.26)

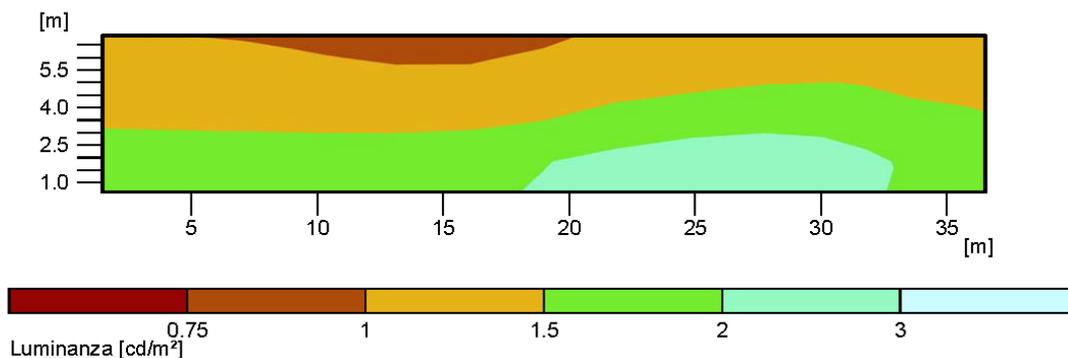
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

4.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-4 corsie

4.3.3 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 1 : x = -60, y = 1.88, z = 1.5 (dx = 61.46)
Luminanza media Lm : 1.53 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.88 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.57
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.73
Aumento della soglia di percezione TI : 9 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.74 (0.57)
Uniformità Ud min/max : 1 : 2.73 (0.37)

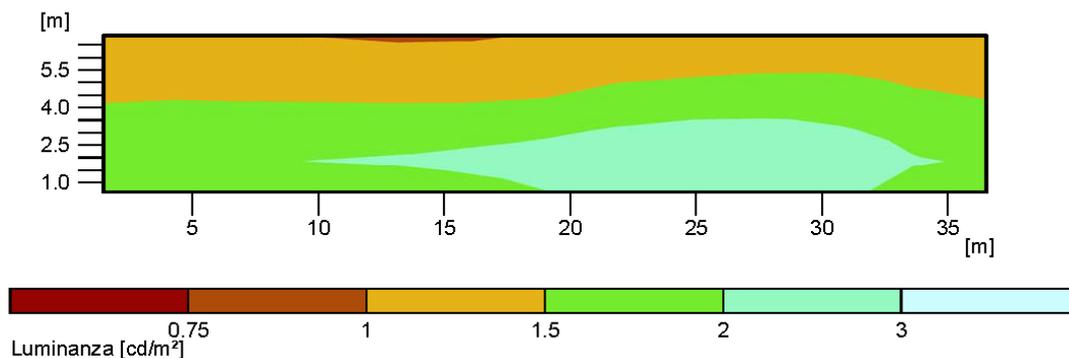
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

4.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-4 corsie

4.3.4 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 2 : x = -60, y = 5.63, z = 1.5 (dx = 61.46)
Luminanza media Lm : 1.64 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.96 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.59
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.8
Aumento della soglia di percezione TI : 8 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.71 (0.59)
Uniformità Ud min/max : 1 : 2.58 (0.39)

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

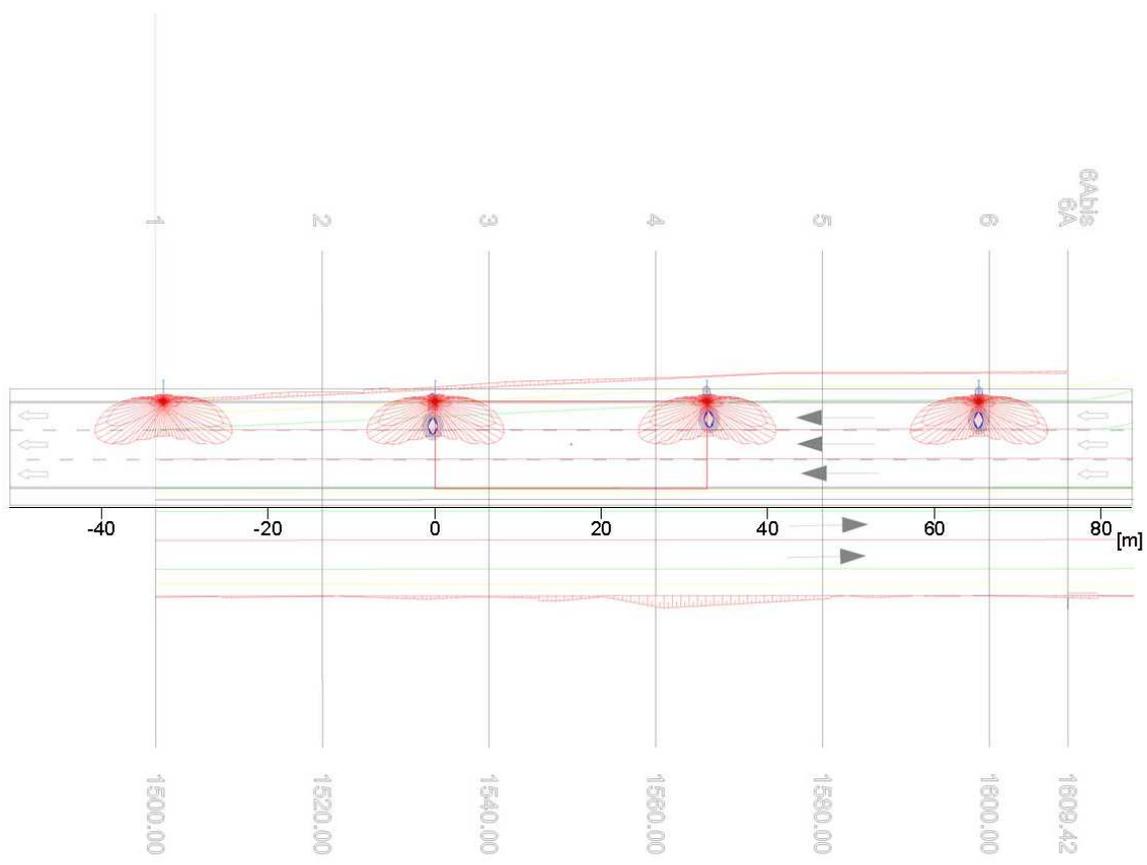
Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5 Strada Principale M2-3 corsie

5.1 Descrizione, Strada Principale M2-3 corsie

5.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

SS554.rdf

Pagina 21/42

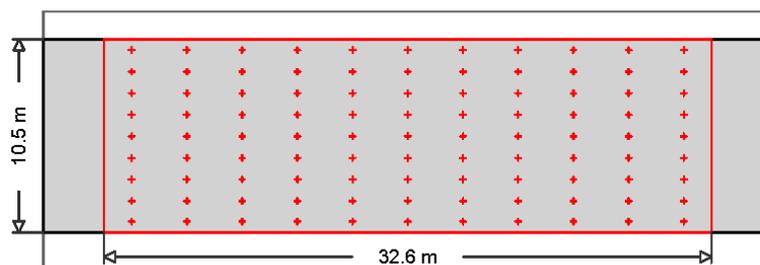
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5 Strada Principale M2-3 corsie

5.2 Riepilogo, Strada Principale M2-3 corsie

5.2.1 Panoramica risultato, Strada Principale M2-3 corsie



9 Codice :
Nome punto luce : Palo 10mft 2.5b 129W
con : 1 x 01K12G00031_HM4
Sorgenti : 1 x R5 129.5W700mA 4K 129.5 W / 16690 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a sinistra	Fattore di manut.	: 0.87
Distanza armature	: 32.60 m	Altezza (centro fotom.)	: 10.00 m
Sporgenza	: 0.00 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 10.50 m	Classe di abbaglia.	: D4
Potenza/Km	: 3972 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 10.50 m	Corsie	: 3
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 32.6m x 10.5m (11 x 9 Punti)

Osservatore

3 : x=92.60m, y=8.75m, z=1.50m
2 : x=92.60m, y=5.25m, z=1.50m
1 : x=92.60m, y=1.75m, z=1.50m

Lane	\bar{L}_m	U_o	U_I	T_I	Rei
3:(y=8.75)	1.53 cd/m ²	0.51	0.83	9	0.57
2:(y=5.25)	1.63 cd/m ²	0.49	0.88	8	
1:(y=1.75)	1.71 cd/m ²	0.49	0.87	6	0.68
M2	>= 1.50 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.70	<= 10	>= 0.35

Illuminamento

Area di calcolo: 32.6m x 10.5m (11 x 9 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
C2	25 lx	15.8 lx	0.64	0.38
	>= 20.0 lx		>= 0.40	

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

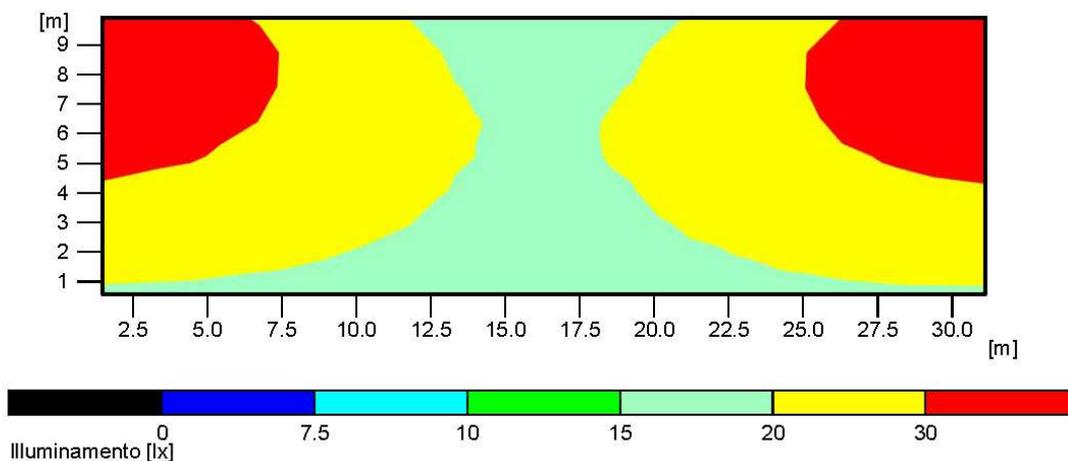
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5 Strada Principale M2-3 corsie

5.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie

5.3.1 Falsi Colori, Strada (E orizzontale)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	E_m	: 24.8 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 15.8 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 41.1 lx
Uniformità U_o	min/media	: 1 : 1.57 (0.64)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 2.61 (0.38)

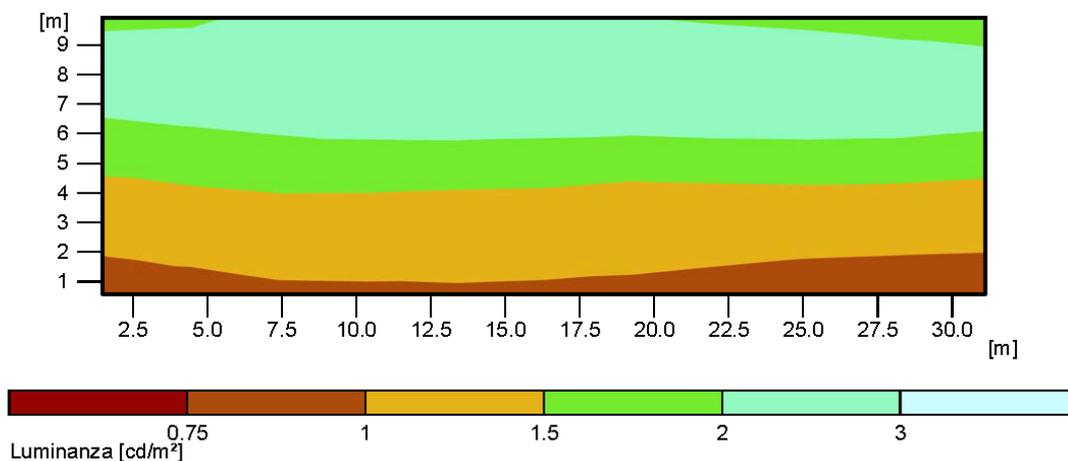
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie

5.3.2 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 1 : x = 92.6, y = 1.75, z = 1.5 (dx = -91.12)
Luminanza media Lm : 1.71 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.83 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.49
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.87
Aumento della soglia di percezione TI : 6 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 2.05 (0.49)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.24 (0.31)

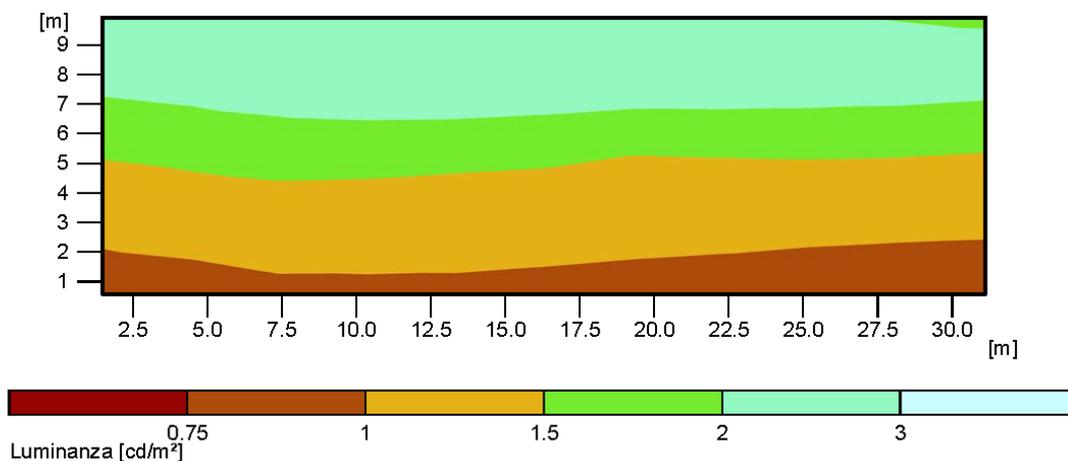
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie

5.3.3 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 2 : x = 92.6, y = 5.25, z = 1.5 (dx = -91.12)
Luminanza media Lm : 1.63 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.8 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.49
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.88
Aumento della soglia di percezione TI : 8 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 2.03 (0.49)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.35 (0.3)

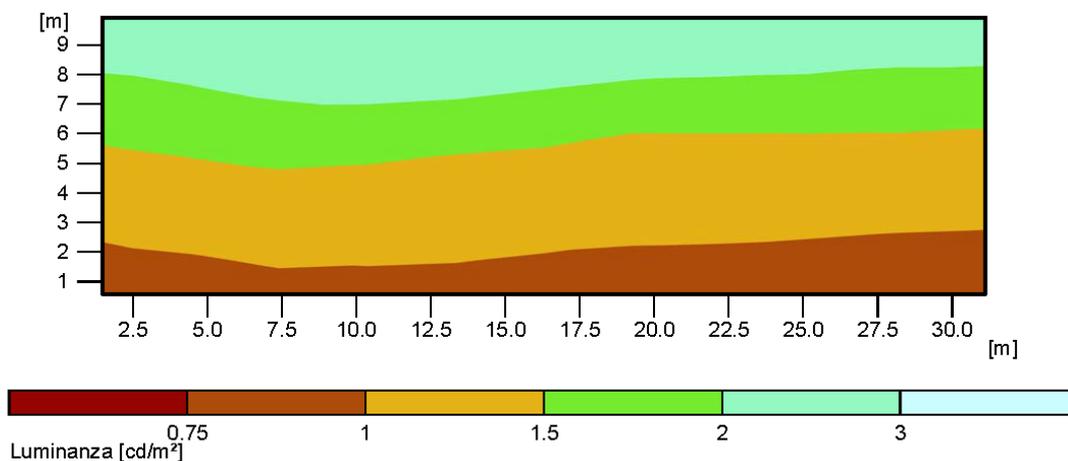
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

5.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie

5.3.4 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 3 : x = 92.6, y = 8.75, z = 1.5 (dx = -91.12)
Luminanza media Lm : 1.53 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.78 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.51
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.83
Aumento della soglia di percezione TI : 9 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.96 (0.51)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.28 (0.3)

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

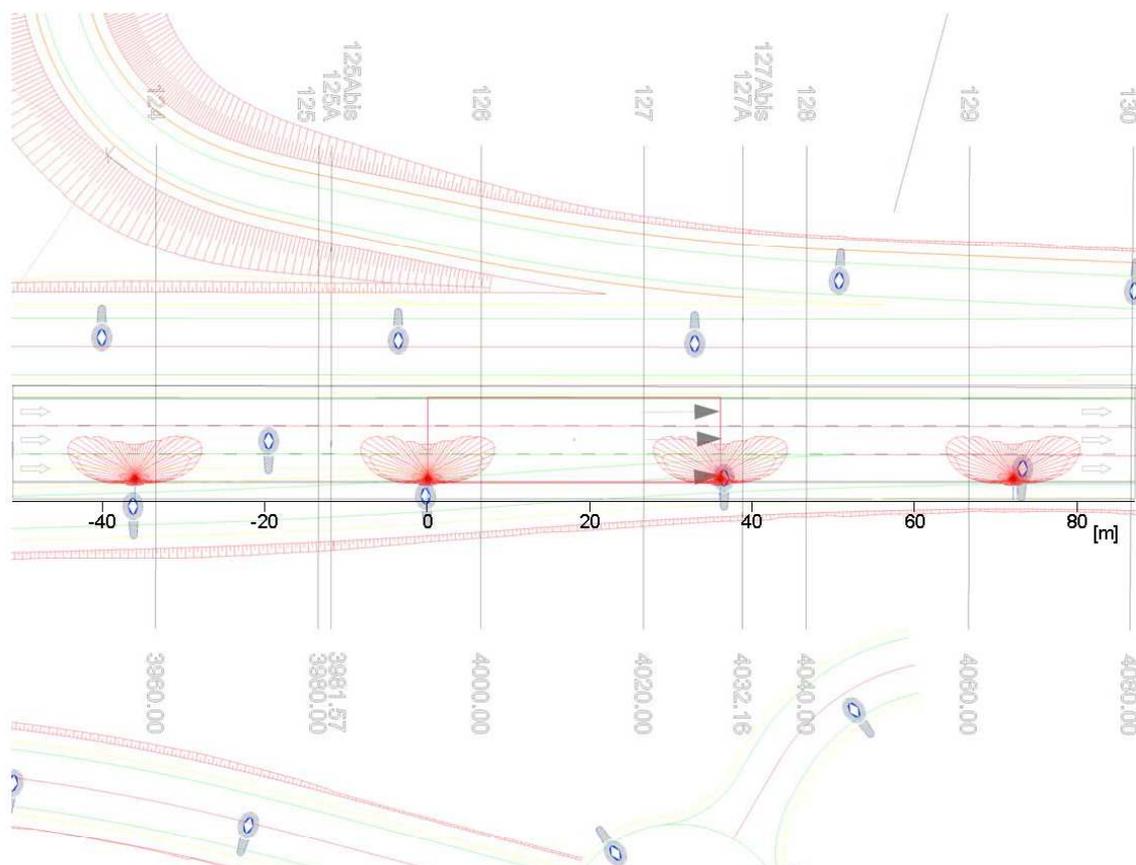
Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

6 Strada Principale M2-3 corsie 1

6.1 Descrizione, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

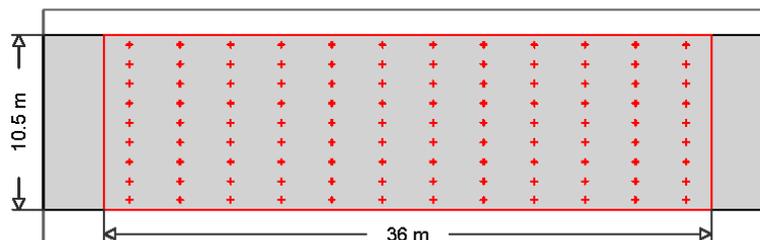
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

6 Strada Principale M2-3 corsie 1

6.2 Riepilogo, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.2.1 Panoramica risultato, Strada Principale M2-3 corsie 1



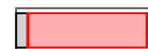
9  Codice :
Nome punto luce : Palo 10mft 2.5b 129W
con : 1 x 01K12G00031_HM4
Sorgenti : 1 x R5 129.5W700mA 4K 129.5 W / 16690 lm

MyLumRow

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.92
Distanza armature	: 36.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 10.00 m
Sporgenza	: 0.50 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: 0.50 m	Classe di abbaglia.	: D4
Potenza/Km	: 3597 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 10.50 m	Corsie	: 3
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 36m x 10.5m (12 x 9 Punti)

Osservatore

3 : x=-60.00m, y=8.75m, z=1.50m

2 : x=-60.00m, y=5.25m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=1.75m, z=1.50m

Lane	\bar{L}_m	U_o	U_I	T_I	Re_i
3:(y=8.75)	1.66 cd/m ²	0.51	0.85	6	0.70
2:(y=5.25)	1.59 cd/m ²	0.51	0.84	9	
1:(y=1.75)	1.51 cd/m ²	0.53	0.76	9	0.51
M2	>= 1.50 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.70	<= 10	>= 0.35

Illuminamento

Area di calcolo: 36m x 10.5m (12 x 9 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
C2	24 lx	12.3 lx	0.51	0.29
	>= 20.0 lx		>= 0.40	

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

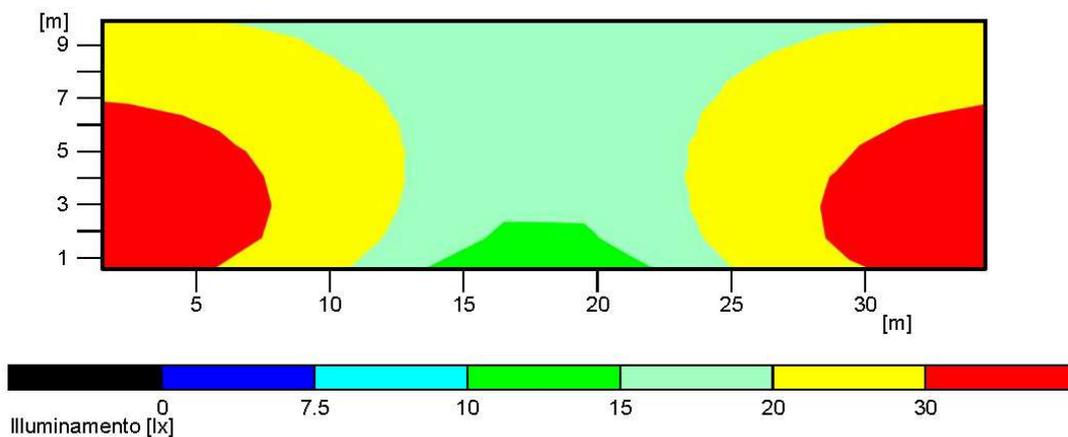
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

6 Strada Principale M2-3 corsie 1

6.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.3.1 Falsi Colori, Strada (E orizzontale)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	E_m	: 24 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 12.3 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 42.2 lx
Uniformità U_o	min/media	: 1 : 1.95 (0.51)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 3.42 (0.29)

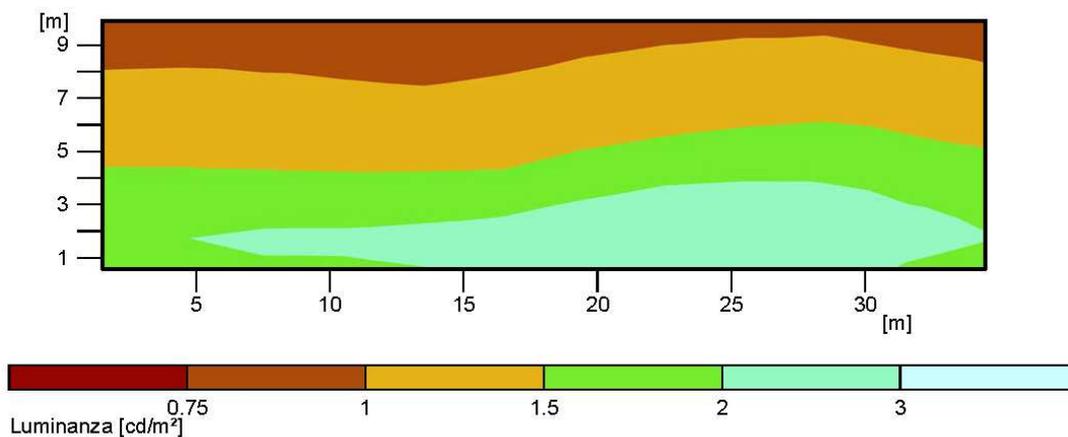
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

6.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.3.2 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 1 : x = -60, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.50)
Luminanza media Lm : 1.51 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.8 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.53
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.76
Aumento della soglia di percezione TI : 9 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.88 (0.53)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.21 (0.31)

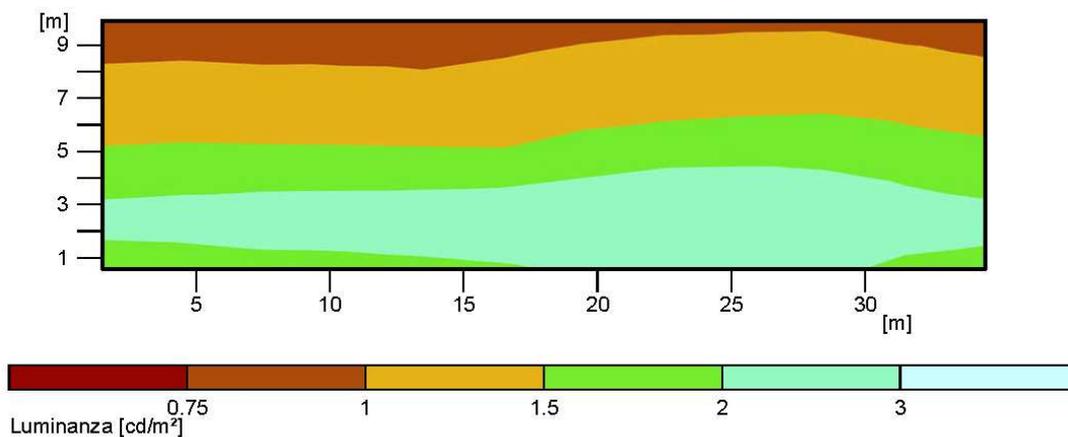
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

6.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.3.3 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 2	:	$x = -60, y = 5.25, z = 1.5$ ($dx = 61.50$)
Luminanza media	Lm	: 1.59 cd/m^2
Luminanza minima	Lmin	: 0.82 cd/m^2
Uniformità totale U_0	Lmin/Lm	: 0.51
Uniformità longitudinale U_l	Lmin/Lmax	: 0.84
Aumento della soglia di percezione	TI	: 9 %
Uniformità U_0	min/media	: 1 : 1.94 (0.51)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 3.28 (0.3)

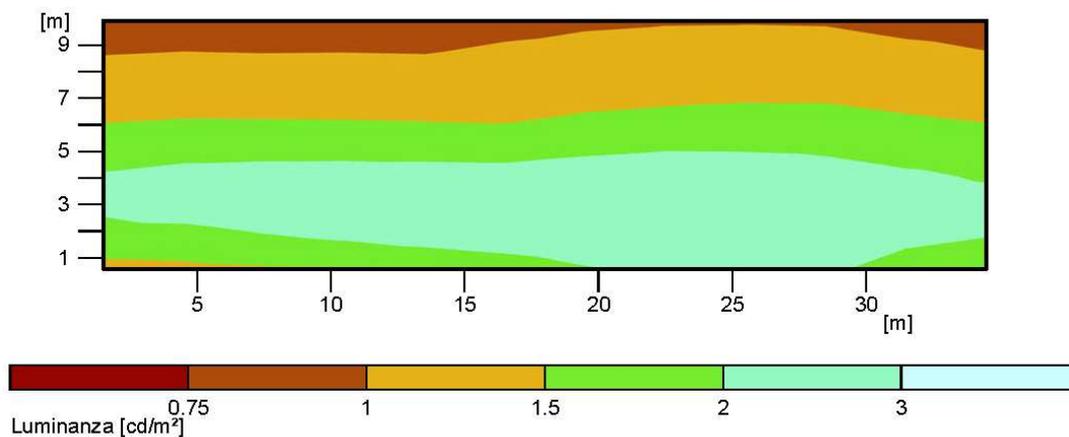
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

6.3 Risultati calcolo, Strada Principale M2-3 corsie 1

6.3.4 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 3	:	x = -60, y = 8.75, z = 1.5 (dx = 61.50)
Luminanza media	Lm	: 1.66 cd/m²
Luminanza minima	Lmin	: 0.85 cd/m²
Uniformità totale Uo	Lmin/Lm	: 0.51
Uniformità longitudinale UI	Lmin/Lmax	: 0.85
Aumento della soglia di percezione	TI	: 6 %
Uniformità Uo	min/media	: 1 : 1.97 (0.51)
Uniformità Ud	min/max	: 1 : 3.17 (0.32)

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
 Impianto : Illuminazione Pubblica
 Numero progetto :
 Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

7 Strada Secondaria M3

7.1 Descrizione, Strada Secondaria M3

7.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

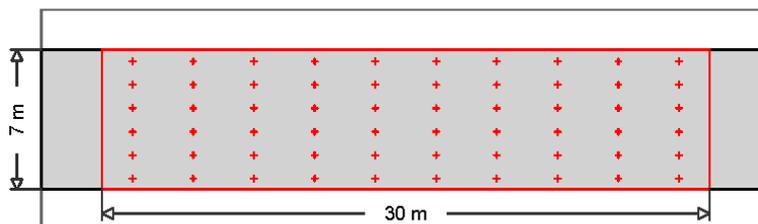
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

7 Strada Secondaria M3

7.2 Riepilogo, Strada Secondaria M3

7.2.1 Panoramica risultato, Strada Secondaria M3



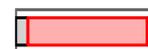
11  Codice :
Nome punto luce : Palo 8mft 1.5b 53W
con : 1 x 01K11C40033_HM4
Sorgenti : 1 x R2 53W700mA 4K 53 W / 6845 lm

Pali i=30m

Posizionamento	: Fila a destra	Fattore di manut.	: 0.87
Distanza armature	: 30.00 m	Altezza (centro fotom.)	: 8.00 m
Sporgenza	: -0.50 m	Inclinazione	: 0.00 °
Posizione assoluta	: -0.50 m	Classe di abbaglia.	: D5
Potenza/Km	: 1767 W/km	Classe intensità lum.	: G*3

Strada

Larghezza	: 7.00 m	Corsie	: 2
Superficie	: CIE C2, q0=0.07	Superficie (bagnata)	: -none-, q0=0.1



Luminanza

Area di calcolo: 30m x 7m (10 x 6 Punti)

Osservatore

2 : x=-60.00m, y=5.25m, z=1.50m

1 : x=-60.00m, y=1.75m, z=1.50m

Lane	\bar{E}_m	U_o	UI	TI	Rei
2:(y=5.25)	1.12 cd/m ²	0.49	0.86	6	0.47
1:(y=1.75)	1.03 cd/m ²	0.52	0.74	14	0.65
M3	>= 1.00 cd/m ²	>= 0.40	>= 0.60	<= 15	>= 0.30

Illuminamento

Area di calcolo: 30m x 7m (10 x 6 Punti)

	\bar{E}_m	E_{min}	U_o	U_d
	15.3 lx	9.30 lx	0.61	0.36
C3	>= 15.0 lx		>= 0.40	

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

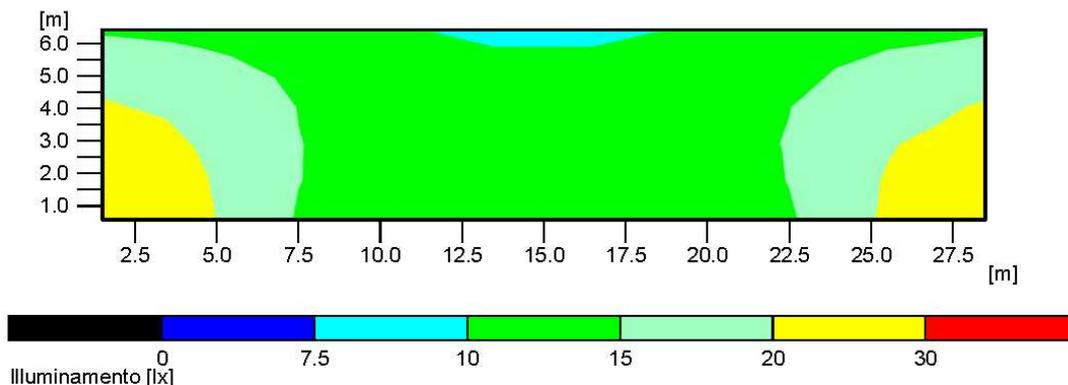
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

7 Strada Secondaria M3

7.3 Risultati calcolo, Strada Secondaria M3

7.3.1 Falsi Colori, Strada (E orizzontale)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	E_m	: 15.3 lx
Illuminamento minimo	E_{min}	: 9.3 lx
Illuminamento massimo	E_{max}	: 25.6 lx
Uniformità U_o	min/media	: 1 : 1.65 (0.61)
Uniformità U_d	min/max	: 1 : 2.75 (0.36)

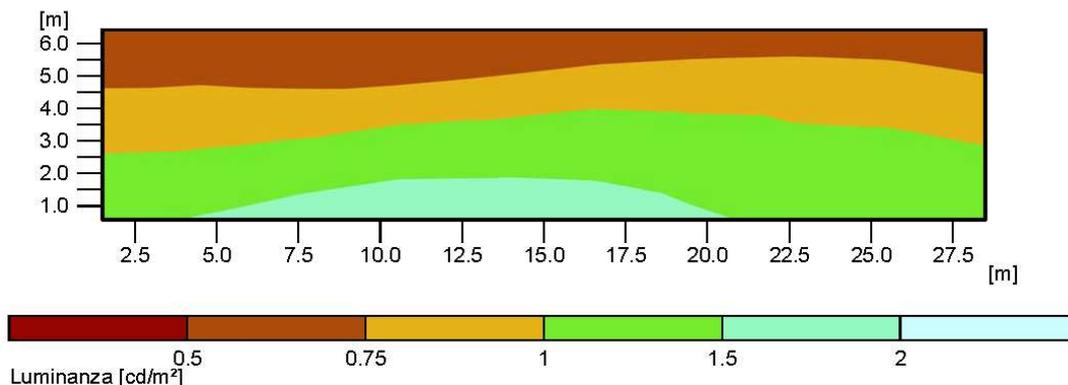
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

7.3 Risultati calcolo, Strada Secondaria M3

7.3.2 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 1 : x = -60, y = 1.75, z = 1.5 (dx = 61.50)
Luminanza media Lm : 1.03 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.53 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.52
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.74
Aumento della soglia di percezione TI : 14 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 1.94 (0.52)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.5 (0.29)

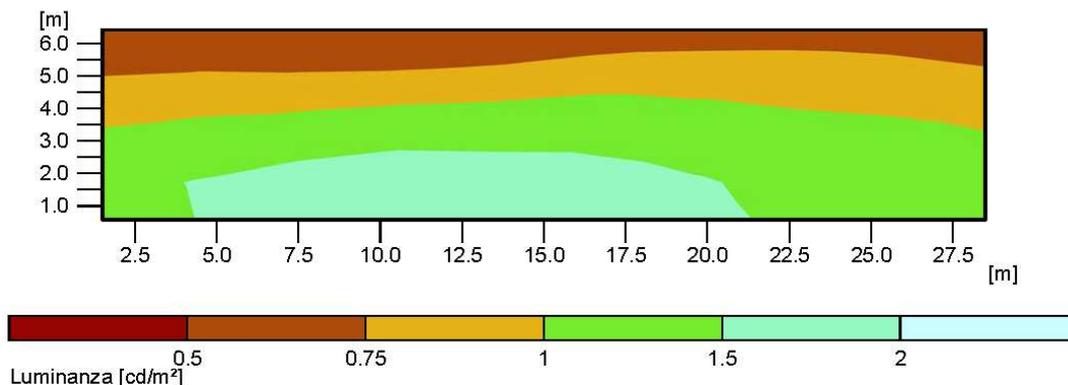
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

7.3 Risultati calcolo, Strada Secondaria M3

7.3.3 Falsi Colori, Strada (Luminanza)



Posizione osservatore 2 : x = -60, y = 5.25, z = 1.5 (dx = 61.50)
Luminanza media Lm : 1.12 cd/m²
Luminanza minima Lmin : 0.56 cd/m²
Uniformità totale Uo Lmin/Lm : 0.49
Uniformità longitudinale UI Lmin/Lmax : 0.86
Aumento della soglia di percezione TI : 6 %

Uniformità Uo min/media : 1 : 2.02 (0.49)
Uniformità Ud min/max : 1 : 3.46 (0.29)

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

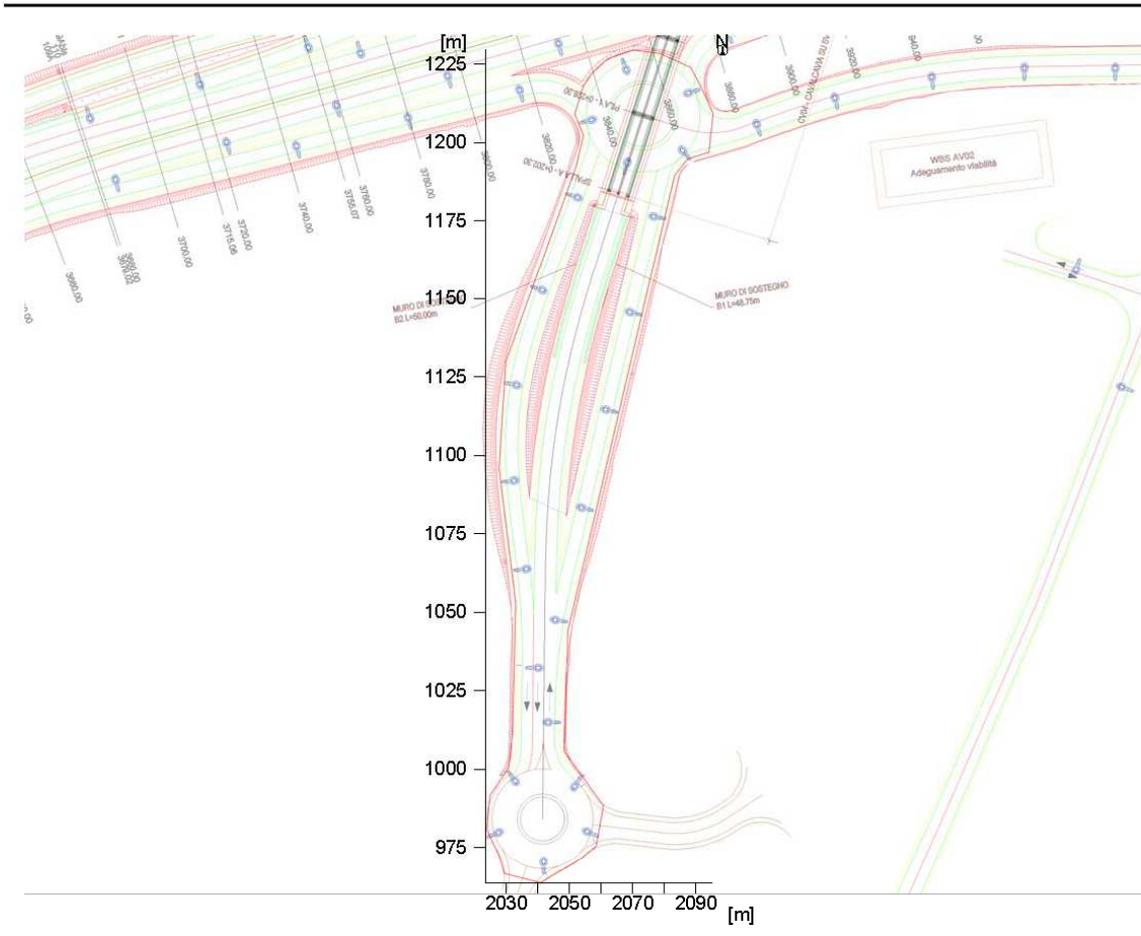
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

8 Svincolo Tipo

8.1 Descrizione, Svincolo Tipo

8.1.1 Pianta



Allegati: Calcoli Illuminotecnici

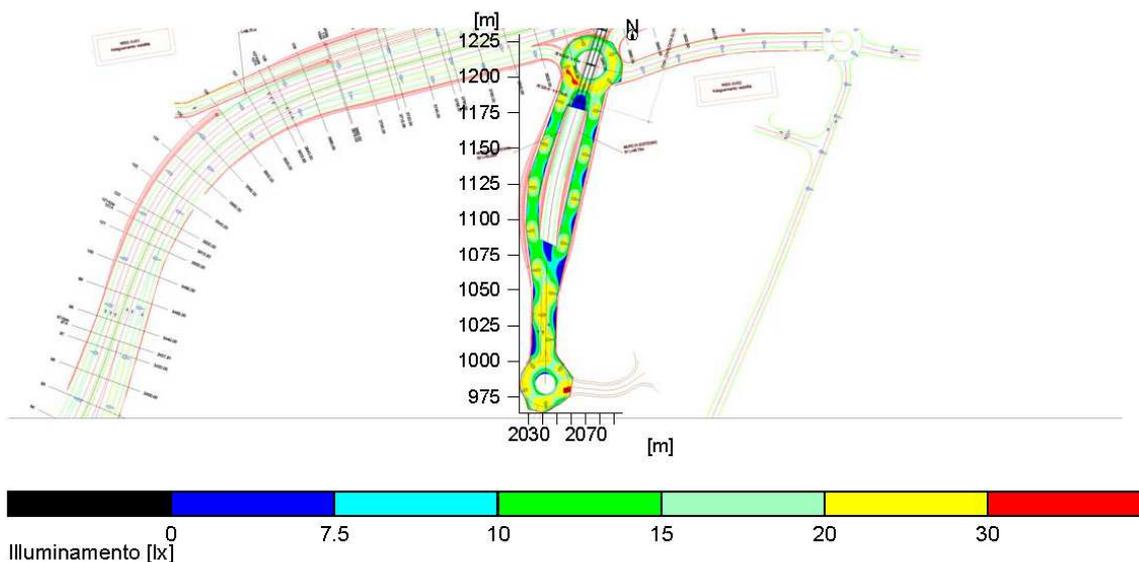
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS
Innovation
in underground
solutions

8 Svincolo Tipo

8.2 Riepilogo, Svincolo Tipo

8.2.1 Panoramica risultato, Area di valutazione 1



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza (centro fotom.)	8.00 m
Fattore di manut.	0.80
Flusso Totale Lampade	150590.00 lm
Potenza totale	1166.0 W
Potenza totale per superficie (7866.69 m ²)	0.15 W/m ² (0.97 W/m ² /100lx)

Area di valutazione 1

	Superficie utile 1.1
	Orizzontale
Em	15.3 lx
Emin	2.4 lx
Emin/Em (Uo)	0.15
Emin/Emax (Ud)	0.08
Posizione	0.00 m

Tipo Num. Marca

11	22	Codice	:
		Nome punto luce	: Palo 8mft 1.5b 53W
		con	: 1 x 01K11C40033_HM4
		Sorgenti	: 1 x R2 53W700mA 4K 53 W / 6845 lm

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

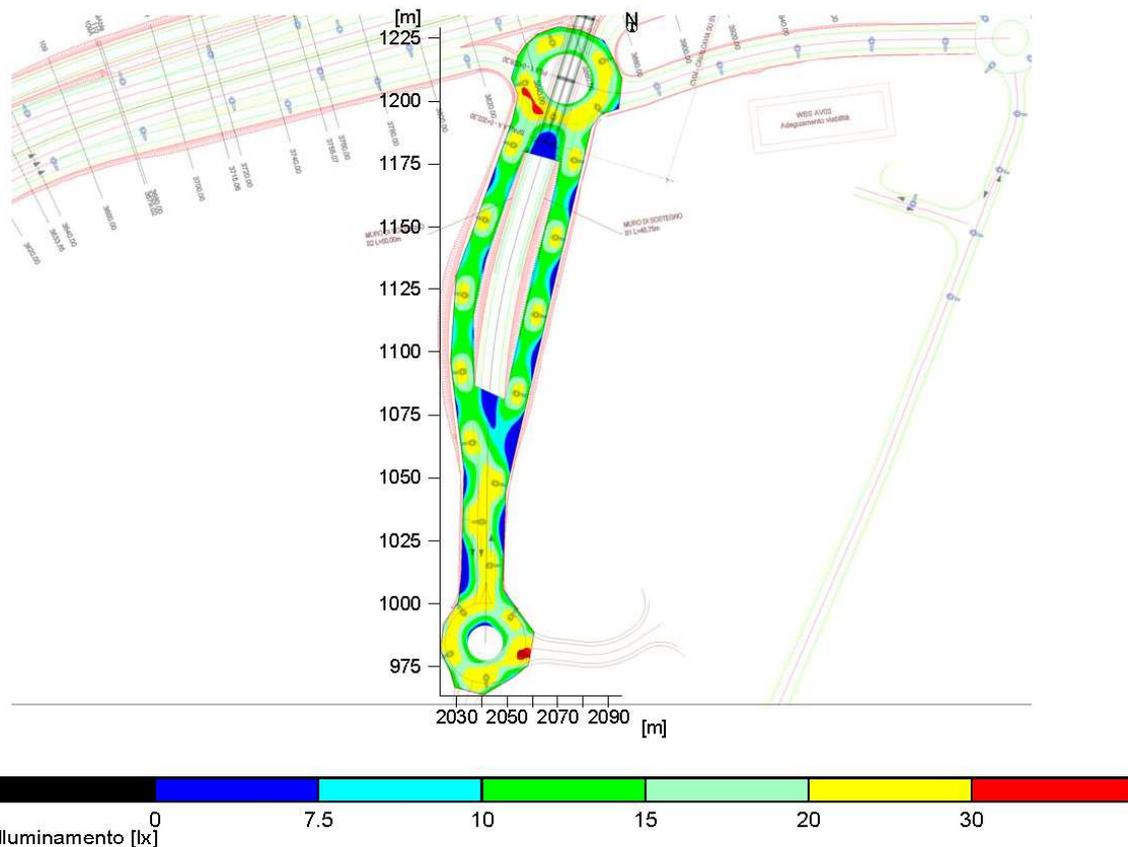
Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

8 Svincolo Tipo

8.3 Risultati calcolo, Svincolo Tipo

8.3.1 Falsi Colori, Superficie utile 1.1 (E)



Altezza del piano di riferimento	:	0.00 m
Illuminamento medio	Em	: 15.3 lx
Illuminamento minimo	Emin	: 2.4 lx
Illuminamento massimo	Emax	: 31.3 lx
Uniformità Uo	Emin/Em	: 1 : 6.45 (0.15)
Uniformità Ud	Emin/Emax	: 1 : 13.22 (0.08)

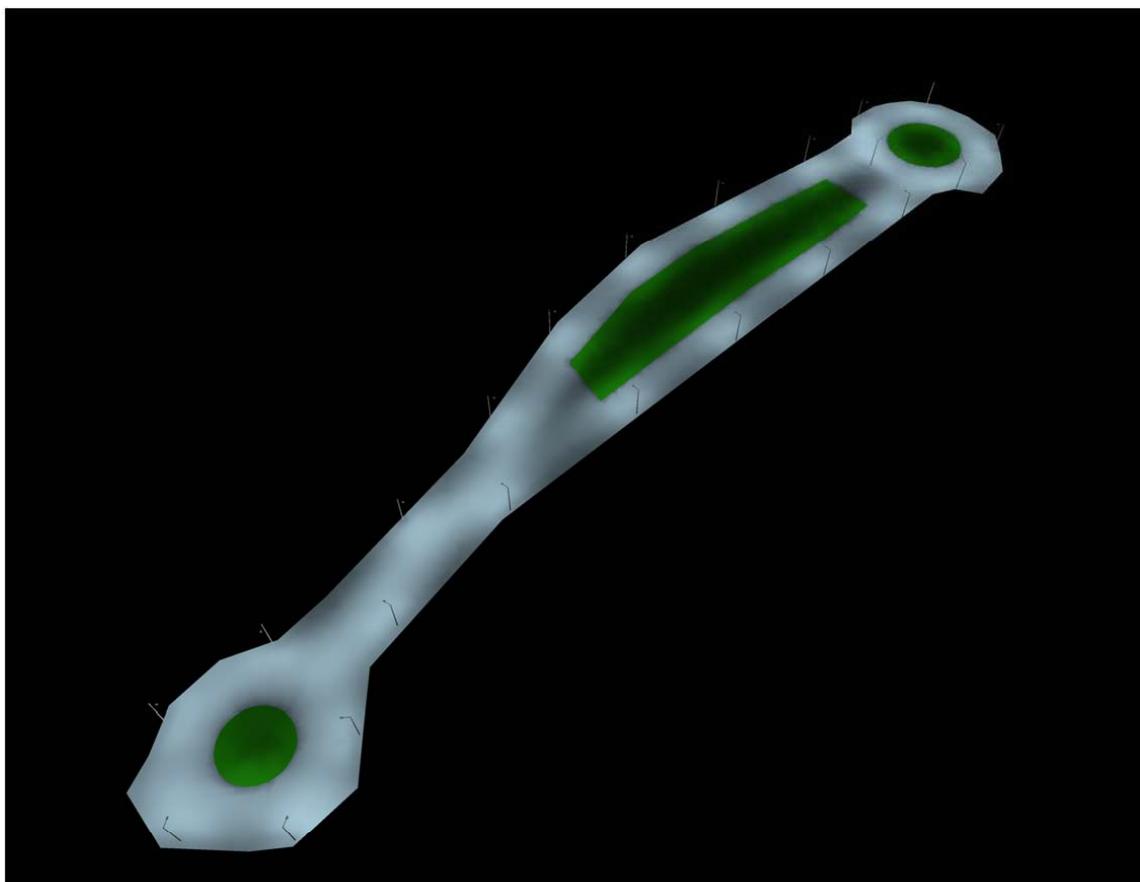
Allegati: Calcoli Illuminotecnici

Oggetto : SS 554 Cagliari
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™
Innovation
in underground
solutions

8.3 Risultati calcolo, Svincolo Tipo

8.3.2 Luminanza 3D Vista 1



Luminanza nella scena
Minimo: : 0 cd/m²
Massimo: : 3.97 cd/m²

Allegati: Calcoli Illuminotecnici

SS554.rdf

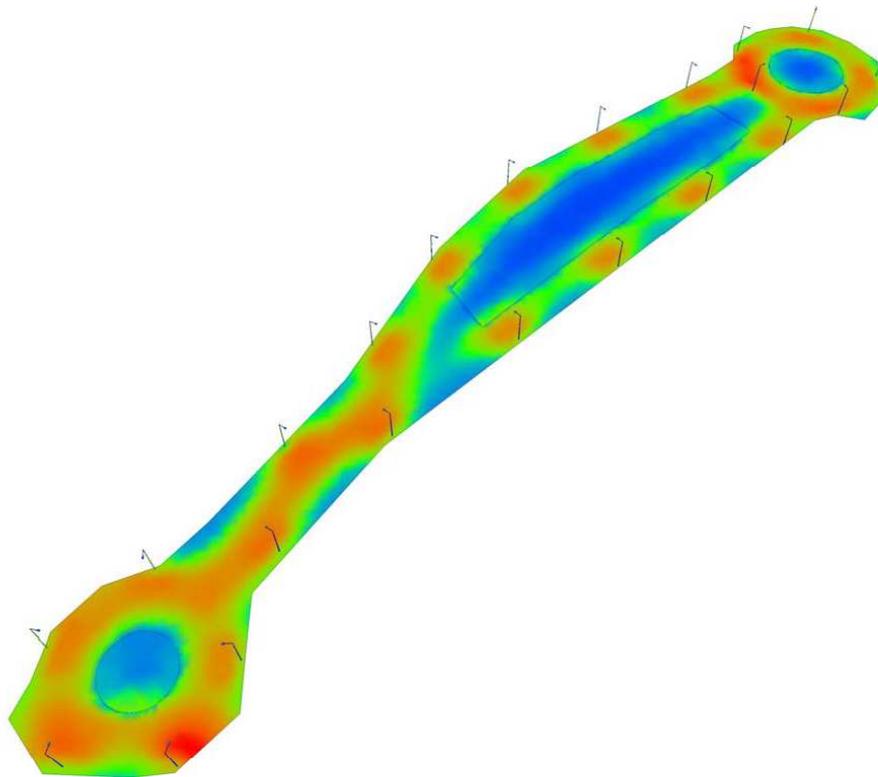
Pagina 41/42

Oggetto : SS 554 Cagliaritana
Impianto : Illuminazione Pubblica
Numero progetto :
Data : 02.04.2019

SWS™ Innovation
in underground
solutions

8.3 Risultati calcolo, Svincolo Tipo

8.3.3 Colori falsati 3D, Vista 1 (E)



Allegati: Calcoli Illuminotecnici