REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI RIVALTA DI TORINO

Località:

VIA TETTI PERENO

Progetto:

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA VIABILITA' IN VIA TETTI PERENO

Elaborato:

RELAZIONI SPECIALISTICHE E DI CALCOLO

N°:

E.2R

Data: MAGGIO 2018

Scala:

Livello: PROGETTO ESECUTIVO

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
00	04/05/2018	EMISSIONE

RAGGRUPPAMENTO A.T.P.

ARCH. BERTODO Alessandra - Capogruppo
Piazza della Repubblica n. 10/a, 10015 Strambino (TO)
mail: alessandrabertodo@libero.it
pec: a.bertodo@architettitorinopec.it

ING. DEFILIPPI Diego - Mandante
Via Circonvallazione n. 56/f, 10015 Ivrea (TO)
mail: diego_defilippi@libero.it

ING. MECONI Davide - Mandante
Via Europa n. 15, 12030 Casalgrasso (CN)
mail: info@imecstudio.eu

IL R.U.P.

ARCH. BERGESE Rosanna
Settore Tecnico Servizio Lavori Pubblici
Via Balma n. 5, 10040 Rivalta di Torino (TO)

Il presente documento contiene le seguenti relazioni specialistiche:

- Relazione idraulica opere di regimazione acque meteoriche;
- Relazione tecnica impianto elettrico illuminazione pubblica;
- Calcoli illuminotecnici.

RELAZIONE IDRAULICA OPERE DI REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE

INDICE

1 PREMESSA 2

2 RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE 2

2.1 AFFLUSSI METEORICI E INTENSITÀ DI PRECIPITAZIONE 3

2.2 DIMENSIONAMENTO POZZI DI DRENAGGIO 3

2.3 VERIFICA TUBAZIONE NUOVA DORSALE 5

2.4 VERIFICA COLLEGAMENTO CADITOIA - DORSALE 5

1 PREMESSA

La presente relazione idraulica ha per oggetto il dimensionamento e la verifica della rete di regimazione delle acque meteoriche del nuovo tratto di Via Tetti Pereno, oggetto del presente progetto.

La rete di regimazione, per uniformità progettuale con la parte della medesima via realizzata con il Permesso di Costruire Convenzionato B.9.3, risulta essere costituita da:

- Caditoie disposte su ambo i lati della nuova carreggiata stradale dotate di griglia in ghisa per un numero complessivo di 20 unità, collegate tramite tubazioni in PVC rigido diametro 160 mm alla dorsale principale;
- Dorsale principale, che corre al di sotto del nuovo piano stradale, realizzata con tubo in PVC rigido diametro 250 mm, che collega e regima le acque meteoriche nei quattro pozzi drenanti previsti in progetto;
- n. 2 pozzetti di ispezione dotati di chiusino in ghisa D400 alle estremità della dorsale principale;
- n. 4 pozzi drenanti aventi la funzione di disperdere nel sottosuolo le acque meteoriche regimante in superficie dalla caditoie, aventi un diametro interno di 150 cm ed un'altezza utile di invaso (a partire dal piano di scorrimento della dorsale principale), di 3,00 m. I pozzi saranno realizzati con anelli in cls vibrocompresso di diametro interno 150 cm dotati di fori di drenaggio e coperchio superiore sempre in cls per traffico pesante. Attorno ed al di sotto del pozzo, per uno spessore minimo di 50 cm sarà realizzato un drenaggio in ciottolame e ghiaia scevro da materiale terroso, rivestito sull'esterno da un geotessile non tessuto avente lo scopo di evitare l'intasamento del dreno da materiale fine;

Il dimensionamento e la verifica dei pozzi di drenaggio è stato condotto in riferimento a quanto contenuto nella seguente documentazione allegata al Permesso di Costruire Convenzionato B 9.3;

- relazione geologia a firma del geol. Stefano STRIPPOLI;
- relazione tecnico specialistica, verifica idrogeologica pozzi perdenti fognatura bianca a firma dell'Arch. Valerio LARDONE;
- valutazione idrogeologica finalizzata al dimensionamento dei pozzi perdenti a firma del geol. Laura SPORTAIUOLO.

2 RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

Il dimensionamento dei pozzi drenanti consiste nella determinazione del volume minimo che devono possedere per essere in grado di smaltire le acque meteoriche. Il pozzo deve quindi consentire l'infiltrazione in profondità delle acque defluenti in superficie e permettere l'invaso dell'afflusso in eccesso fino all'esaurimento dell'evento piovoso.

2.1 Afflussi meteorici e intensità di precipitazione

L'altezza di pioggia critica per eventi eccezionali, desunta dai documenti di riferimento succitati, risulta pari a 70,88 mm (intensità oraria), corrispondente ad un evento con tempo di ritorno di 200 anni.

Da tele valore si determina pertanto una intensità di precipitazione pari a 0,02 l/s*mq.

2.2 Dimensionamento pozzi di drenaggio

La relazione alla base del dimensionamento dei pozzi perdenti, trascurando l'evaporazione, poco significativa durante un evento meteorico, è la seguente:

$$(Q_p - Q_f)\Delta t = \Delta W$$

In cui:

Q_p = portata afflusso meteorico al tempo t [mc/h];

Q_f = la portata che si infiltra nel terreno al tempo t [mc/h];

Δt = passo di calcolo temporale in ore [h];

ΔW = volume invasato nel pozzo [mc].

Per i pozzi perdenti la portata Qf viene calcolata con la seguente formula (Sieker, 1984):

$$Q_f = K \cdot \left(\frac{L+z}{L+z/2} \right) \cdot A_f$$

dove:

K = permeabilità [m/s]

L = profondità della falda dal fondo del pozzo [m];

z = altezza dello strato drenante del pozzo [m]

A_f = superficie drenante;

La superficie drenante viene determinata attraverso la seguente relazione in cui non viene considerata la base drenate del pozzo, per tener conto di una sua possibile occlusione:

$$Af = (0.5d + 0.5z)^2 \pi - \frac{\pi d^2}{4}$$

Nel presente progetto si prevede la realizzazione di pozzi drenanti aventi le seguenti caratteristiche:

- Diametro pozzo: 150 cm;
- Altezza complessiva del pozzo: 400 cm;
- Altezza porzione drenante (z): 300 cm;
- Dreno attorno al pozzo: min. 50 cm.

Dalla relazione geologica allegata al Permesso di Costruire Convenzionato B 9.3 si evince che la falda freatica si attesta ad una profondità di circa 15 m dal piano campagna e quindi ad una profondità (L) dal fondo del pozzo di circa 11 m. Si determina pertanto un valore della cadente piezometrica e della superficie drenante pari a:

$$J = \left(\frac{L+z}{L+z/2} \right) = \left(\frac{11+3.5}{11+3.5/2} \right) = 1.14$$

$$A_f = (0.75+1.75)^2 \pi - \frac{1.5^2 \pi}{4} = 17.85 \quad mq$$

Sempre dalla medesima relazione geologica si ricava un valore di permeabilità del terreno stimata pari a 10^{-4} cm/s (risultati delle prove condotte dal Dott. Geol. Zagami M.). Si determina pertanto una portata di infiltrazione per i pozzi in oggetto pari a:

$$Q_f = 10^{-6} \cdot 1.14 \cdot 17.85 = 2 \cdot 10^{-5} mc/s = 0.02 \ l/s$$

Nel caso in progetto, avendo n. 4 pozzi drenanti, si ottiene una portato filtrante complessiva pari a 0,08 l/s.

La portata totale in afflusso, è funzione invece della superfice di collettamento, del coefficiente di deflusso della superficie scolante e dell'intensità di precipitazione "r" (vedi paragrafo precedente).

Il coefficiente di deflusso φ, funzione della tipologia di superficie del bacino scolante, viene assunto pari a 0,9 secondo quanto è stato desunto dalla letteratura per pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

La superficie di collettamento è data dalla superficie della nuova strada in progetto che è pari a circa 1300 mq.

Si determina pertanto una portata totale in afflusso pari a:

$$Q_p = S \cdot \varphi \cdot r = 1300 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}02 = 23.4 \ l/s$$

Considerando un evento meteorico di forte intensità della durata di 15 minuti (pari a 900 s), in funzione delle portate sopra ricavate, si determina un volume drenante complessivo pari a:

$$V = \Delta Q \cdot t = 23{,}32 \cdot 900 = 20988 \ l$$

Il volume complessivo costituito dai 4 pozzi perdenti previsti in progetto eventi le caratteristiche descritte in premessa, senza considerare il volume disperdente costituito dal dreno presente attorno e sotto ogni pozzo, **è paria a 21,20 mc ovvero 21.200 l , superiore a quello poco sopra determinato.**

2.3 Verifica tubazione nuova dorsale

La nuova dorsale che collega i quattro pozzi perdenti in progetto, come descritto in premessa, è realizzata con una tubazione in PVC rigido del diametro di 250 mm

Ogni tratto di tubazione sottende una superficie di collettamento pari a circa 1/8 di quella complessiva del bacino. A favore di sicurezza si considera una superficie doppia rispetto a quella sottesa e pertanto una superficie pari a 325 mq. La portata defluente alla sezione di ingresso della tubazione nel pozzo, sulla base di quanto riportato nei paragrafi precedenti, è paria a

$$Q = S \cdot \varphi \cdot r = 325 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}02 = 5{,}85 \ l/s$$

Applicando la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler si è determina la velocità del fluido:

$$\mathrm{v} = \mathrm{k} \cdot \mathrm{R}^{2/3} \cdot \mathrm{i}^{1/2} = 1{,}38 \text{ m/s}$$

avendo assunto: k = 120 = coefficiente di scabrezza

i = 1,00% = pendenza del canale

R = S/C =0,039 = raggio idraulico della sezione

dove S è la superficie bagnata pari a 0,025 mq e C il contorno bagnato pari a 0,64 m, avendo assunto livello di riempimento del tubo 0,5.

Nota le velocità, con le grandezze sopra ricavate, si determina una portata massima defluente in moto uniforme della tubazione pari a:

$$Q = S \cdot v = 0{,}025 \cdot 1{,}38 = 0{,}034 \text{ mc/s}$$

Tale valore risulta superiore alla portata defluente attesa e quindi la tubazione risulta verificata.

2.4 Verifica collegamento caditoia - dorsale

La superficie di collettamento di ogni singola caditoia pari a circa 90 mq. Nell'ipotesi di ostruzione di una caditoia vicina, nella presente verifica si assume una superficie di collettamento pari al doppio di quello precedentemente indicato, ovvero a 180 mq.

La portata massima attesa alla sezione di innesto nella dorsale principale è pari a 3,24 l/s.

La tubazione di collegamento caditoia-dorsale è prevista in PVC rigido di diametro 160 mm. Applicando la metodologia di calcolo del paragrafo precedente, con pendenza dell'asta pari al 1,00 % ed un livello di riempimento del tubo pari a 0,5 si determina una portata massima defluente pari a 0,014 mc/s superiore a quella attesa e pertanto la tubazione risulta verificata.

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO ILLUMINAZIONE PUBBLICA

INDICE

1 PARTE GENERALE 2

1.1 PREMESSA 2
1.2 OGGETTO DEL PROGETTO 2
1.3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI RIGUARDANTI I MATERIALI 3

2 PARTE TECNICA - GENERALITA' 3

2.1 OSSERVANZA DELLE VIGENTI NORME 3
2.2 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA 6
2.3 MISURE DI SICUREZZA E PROTEZIONE 6
2.4 CADUTE DI TENSIONE AMMESSE 9

3 PARTE TECNICA - DESCRIZIONE 9

3.1 TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA 9
3.2 CAVI E CONDUTTORI BT 10
3.3 QUADRI ELETTRICI 13
3.4 TUBAZIONI, CAVIDOTTI E POZZETTI 16
3.5 PALI DI SOSTEGNO - BASAMENTI 17
3.6 APPARECCHI ILLUMINANTI 19
3.7 IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA VALUTAZIONE DEI RISCHI 20
3.8 FATTORI DI MANUTENZIONE MF 21

1 PARTE GENERALE

1.1 Premessa

Il progetto ha per oggetto tutte le opere, prestazioni e forniture necessarie per la corretta installazione di linee elettriche interrate e pali per la realizzazione dell'impianto di illuminazione pubblica nella prosecuzione del tratto stradale di via Tetti Pereno nel Comune di Rivalta (TO)

Eventuali carenze nella documentazione di progetto allegata verranno colmate, in mancanza di specifiche indicazioni, dalla Ditta Installatrice, di concerto con il Progettista, la Direzione Lavori e il Committente, in modo che gli impianti siano forniti completi in ogni dettaglio e perfettamente funzionanti.

1.2 Oggetto del progetto

Le opere previste per la nuova realizzazione dell'illuminazione pubblica dell'area di intervento si possono riassumere in:

- Fornitura in opera di cavidotti in appositi scavi;
- Fornitura in opera di pozzetti rompitratta;
- Fornitura in opera di Pali con sbraccio e relativo plinto di fondazione;
- Posa in opera di apparecchi illuminanti;
- Fornitura in opera delle linee elettriche e relativi allacciamenti;
- Allacciamento a quadro elettrico esistente.

Quanto non espressamente indicato ai punti precedenti e negli elaborati grafici di progetto è da ritenersi escluso dal presente progetto.

Le prescrizioni di progetto serviranno alla Ditta Installatrice per la realizzazione dei lavori, integrando con quanto necessario o anche solamente utile a garantire il raggiungimento dei valori prescritti, garantendo il corretto funzionamento e la facile manutenzione degli impianti così come descritti.

I lavori dovranno essere eseguiti secondo le norme CEI vigenti e, inoltre, dovranno essere rigorosamente applicate, a cura e responsabilità della Ditta Installatrice, le Norme di legge esistenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Decreto Legislativo n.81 del 09/04/08), le prescrizioni impartite dall'Ispettorato del Lavoro, dalla Direzione Lavori o da qualsiasi altro Ente od Autorità competente.

La Ditta Installatrice è tenuta, quindi, a predisporre i relativi apprestamenti e cautele antinfortunistiche, ad uniformarsi scrupolosamente a qualsiasi altra Norma che possa essere successivamente emanata in merito ed assumere la piena responsabilità del suo operato, in caso che contravvenga a tali Norme.

1.3 Prescrizioni tecniche generali riguardanti i materiali

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati:

- siano di prima scelta;
- siano nuovi, di primo impiego;
- rispettino quanto riportato nei disegni di progetto ;
- abbiano tutte le protezioni richieste dalle Norme antinfortunistiche nel relativo campo;
- per quanto riguarda gli impianti elettrici:
  - rispondano a tutti i requisiti riportati alle Norme CEI;
  - portino il contrassegno CEI se ammessi ad esso;
  - portino il contrassegno IMQ se considerati dall'Istituto Marchio di Qualità;
  - siano normalizzati alle voci e misure riportate nelle tabelle UNEL, se non definiti altrimenti;
- portino il contrassegno CE se normati a livello europeo.

Le eventuali indicazioni di marchi commerciali per alcune forniture non sono prescrittive; tuttavia tali forniture non potranno essere sostituite con altre di qualità, durata e valore commerciale inferiori, e comunque solo previo parere della Direzione Lavori, e ciò esclusivamente per garantire il medesimo livello di prestazioni.

Le campionature di provviste per opere di finitura dovranno essere approvate con appositi verbali di accettazione da parte della Direzione Lavori prima della fornitura e ancor più prima della messa in opera; quando la Direzione Lavori avrà rifiutato qualche provvista, perché non ritenuta idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla a suo onere con altra che risponda ai requisiti voluti, e i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere a sua cura e spese.

Per le caratteristiche costruttive dei materiali principali e dei loro requisiti, si rimanda alle Parte Tecnica della presente Relazione.

2 PARTE TECNICA - GENERALITA'

2.1 Osservanza delle vigenti norme

Si riporta qui di seguito a titolo esemplificativo e non esaustivo, la normativa tecnica e legislativa cui si è fatto riferimento nella stesura del presente progetto e che dovranno essere rispettate nell'esecuzione delle opere:

- **DPR 303 del 29 marzo 1956 art.64** - Norme generali per l'igiene del lavoro.
- **Legge n.123 del 3 agosto 2007** - Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia.
- **D.Lgs 81 del 09 aprile 2008** - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- **Legge n.186 del 01 marzo 1968** - Disposizione concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- **D.M. del 10 aprile 1984** - Eliminazione dei radiodistrurbi.
- **Legge n.13 del 09 gennaio 1989** - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.

- **D.M. n.236 del 14 giugno 1989** – Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibiltà degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento delle barriere architettoniche.
- **Decreto n.37 del 22 gennaio 2008** – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- **Direttiva 92/58/CEE del 24 giugno 1992, recepita in Italia con D.Lgs n.493 del 14 agosto 1996** - Prescrizioni minime per il la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- **D.Lgs. 14 agosto 1996 n.493** – Prescrizioni relative alla segnaletica di sicurezza.
- **D.P.R. 22 ottobre 2001 n.462** - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- **Guida CEI 0-2** – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici – Seconda edizione – Settembre 2002.
- **Guida CEI 0-10** - Guida alla manutenzione degli impianti elettrici. – Prima edizione - Febbraio 2002.
- **Norma CEI EN 60909-0 (CEI 11-25)** - Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti – Seconda edizione + Errata corrige 1 – Dicembre 2001.
- **Guida CEI 11-28** – Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione – Prima edizione – Aprile 1998.
- **Norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) – Quarta edizione - Novembre 2000.
- **Norma CEI EN 60439-1/A1 (CEI 17-13/1;V1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) – Variante I – Marzo 2005.
- **Norma CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – 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) – Prima edizione – Settembre 1997.
- **Norma CEI EN 60439-3/A2 (CEI 17-13/3;V1)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – 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) – Variante I – Ottobre 2001.
- **Norma CEI EN 60439-4 (CEI 17-13/4)** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC) – Prima edizione – Ottobre 2005.
- **Norma CEI 17-43** – Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) non di serie (ANS) – Seconda edizione – Agosto 2000.
- **Guida CEI 17-70** – Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione - Prima edizione – Aprile 1999.

- **Norma CEI 23-51** - Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare - Seconda edizione - Febbraio 2004.
- **Norma CEI 20-13** - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV – Prima edizione - Maggio 1999;
- **Norma CEI 20-13;V1** - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV – Variante I – Gennaio 2001;
- **Norma CEI 20-13;V2** - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV – Variante II – Ottobre 2001;
- **Norma CEI 20-13;V3** - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV – Variante III – Settembre 2004;
- **Norme CEI 20-19** - Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- **Norme CEI 20-20** - Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750V.
- **Norma CEI 20-22** - Prova dei cavi non propaganti l'incendio - Quinta edizione - Luglio 2006.
- **Norme CEI 20-36/1-2** – Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio – Integrità del circuito – Prima edizione – Marzo 2002.
- **Norme CEI 20-38** – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
- **Guida CEI 20-40** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione – Seconda edizione – Ottobre 1998.
- **Guida CEI 20-40;V1** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione – Variante I – Settembre 2004.
- **Guida CEI 20-40;V2** – Guida per l'uso di cavi a bassa tensione – Variante II – Settembre 2004.
- **Norma CEI 20-45** – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, sena alogeni (LSOH) con tensione nominale Uo/U di 0,6/1kV – Seconda edizione – Giugno 2003.
- **Norma CEI 20-45;V1** – Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, sena alogeni (LSOH) con tensione nominale Uo/U di 0,6/1kV – Variante I – Aprile 2005.
- **Norma CEI 20-65** – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente – Prima Edizione – Ottobre 2000.
- **Norma CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. – Sesta edizione - Gennaio 2007.
- **Norma CEI 64-8;V1** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua. – Variante I – Settembre 2008.
- **Guida CEI 64-14** - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori – Seconda edizione - Febbraio 2007.
- **Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1)** – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) – Prima edizione – Giugno 1997.
- **Norma CEI EN 60529/A1 (CEI 70-1;V1)** – Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) – Variante I – Giugno 2000.

- **Norma CEI EN 62262 (CEI 70-4)** – Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK) – Prima edizione – Settembre 2008.
- **Norme UNI e UNEL** per ogni categoria d'impianto.
- **Norme generali, prescrizioni, regolamenti, disposizioni varie** emanate dalle aziende erogatrici dei pubblici servizi (acqua, energia elettrica, gas metano, fogne), e dagli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona di esecuzione degli interventi (VVF, ASL, ISPESL).

2.2 Caratteristiche dell'alimentazione elettrica

L'impianto elettrico sarà alimentato dal quadro elettrico esistente con relativo misuratore, dislocato sul tratto di via Tetti Pireno già realizzata dal Comune di Rivalta.
Esaminando gli elaborati progettuali dell'esistente si ritengono idonee le protezioni già installate.

Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica sono:

- tipo di alimentazione: corrente alternata;
- tensione di alimentazione: 400V 3P+N;
- frequenza nominale: 50Hz;
- sistema: TT;
- corrente di corto circuito presunta: 6 kA.

2.3 Misure di sicurezza e protezione

2.3.1 Sezionamento ed interruzione

All'inizio di ogni impianto, con funzione di sezionatore generale, dovranno essere installati gli interruttori onnipolari, come prescritto dalla Norma CEI 64-8 Capitolo 46.

2.3.2 Protezione contro le sovracorrenti

2.3.2.1 Protezione contro il sovraccarico

La protezione contro le correnti di sovraccarico è assicurata dal fatto che le correnti nominali degli interruttori automatici, riportate sugli schemi dei quadri elettrici, sono inferiori alle portate dei conduttori ad essi sottesi, ricavate dalla tabella IEC 364-5-523 per le varie condizioni di posa e per i vari tipi di isolamento (anch'essi indicati sugli schemi). In particolare sono soddisfatte le relazioni definite nelle Norme CEI 64-8 art. 433.2:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1{,}45\ I_z$$

dove:
I_B = corrente di impiego del circuito;
I_Z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523 delle Norme 64-8);
I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;
I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

2.3.2.2 Protezione contro le correnti di corto circuito

La protezione contro le correnti di corto circuito è assicurata quando:

art. 434.3.1 Norme CEI 64-8: "i dispositivi possiedono un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di installazione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi" (principio di filiazione).

Tutti i dispositivi di protezione in Bassa Tensione dovranno avere potere di interruzione o corrente di breve durata minimo superiore al valore della corrente di cortocircuito previsto nel punto di inserzione del quadro elettrico (vedere elaborati grafici allegati).

art. 434.3.2 Norme CEI 64-8: "tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.
Per il corto circuito di durata non superiore a 5 secondi, il tempo t necessario affinché una data corrente di corto circuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

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

dove:

t = durata in secondi;
S = sezione del conduttore in mm²;
K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC/Termoplastici,
143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato,
74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC,
87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato,
115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

2.3.3 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante isolamento delle parti attive (CEI 64-8 art. 412.1) e racchiudendo le parti attive entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione non inferiore a IPXXB; le superfici orizzontali delle barriere e degli involucri che sono a portata di mano devono assicurare un grado di protezione non inferiore a IPXXD in accordo con CEI 64-8 artt. 412.2.1 e 412.2.2.
L'apertura e/o la rimozione delle barriere e degli involucri deve essere possibile solo mediante l'uso di una chiave o di un attrezzo (CEI 64-8 art. 412.2.4.a) oppure, se avviene dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la

richiusura delle barriere o degli involucri stessi (CEI 64-8 art. 412.2.4.b), oppure quando una barriera con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo (CEI 64-8 art. 412.2.4.c).

2.3.4 Protezione contro i contatti indiretti

Essendo l'alimentazione in bassa tensione, il sistema elettrico è del tipo TT, per il quale saranno dunque valide le prescrizioni delle Norme CEI 64-8 art. 413.1.4 e seguenti.

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra (CEI 64-8 art. 413.1.4.1).

Nei sistemi TT si devono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale (CEI 64-8 art. 413.1.4.2).
Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$\mathbf{R_E \times I_{dn} \leq U_L}$$

dove :

R_E = resistenza del dispersore, in ohm;
I_{dn} = corrente nominale differenziale in ampere;
U_L = valore massimo della tensione di contatto (50V oppure 25V per gli impianti negli ambienti di cui alle sezioni 704,705 e 710 della parte 7 della norma CEI 64-8)

Per ottenere selettività differenziale con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.
Per ragioni di selettività si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.

2.3.5 Temperatura ambientale

La temperatura ambientale prevista rientra nei limiti indicati dalla Norma CEI 64-8 art.523.1.1 per le tipologie degli isolamenti utilizzati, pertanto non è necessario l'utilizzo di coefficienti correttivi nel determinare la portata dei cavi/conduttori.

Per evitare gli effetti del calore proveniente da sorgenti esterne (azione del sole, riscaldamento apparecchi d'illuminazione, tubazioni di distribuzione dell'acqua calda, ecc.), si dovranno proteggere le condutture mediante:

- schermi di protezione;
- allontanamento dalla sorgente di calore;
- scelta della conduttura in funzione della sovratemperatura;
- modifica o rinforzo del materiale isolante.

2.3.6 Presenza di acqua e di corpi solidi

I componenti da installare dovranno avere un grado di protezione adeguato al luogo di installazione, in modo che nessun danno possa essere causato dal contatto con acqua; in particolare i componenti installati esternamente dovranno avere un grado di protezione meccanica non inferiore ad IP55.

Nei luoghi in cui è presente polvere in quantità rilevante, si dovranno prendere le necessarie precauzioni in modo che non sia influenzata negativamente la dissipazione del calore delle condutture.

2.3.7 Presenza di sostanze corrosive

Le condutture che potrebbero essere influenzate negativamente dalla presenza di sostanze corrosive od inquinanti (acqua compresa), devono essere adeguatamente protette o essere costruite con materiali idonei (resistenti a tali sostanze); per tale motivo gli impianti installati esternamente dovranno essere realizzati in PVC ed avere un grado di protezione meccanica non inferiore ad IP55.

2.3.8 Vibrazioni e sollecitazione meccaniche

Nella posa dei componenti dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti idonei a far si che gli stessi non siano danneggiati e che risultino immutate le loro caratteristiche previste dal presente progetto.
Le condutture da installare non sono generalmente soggette ad urti e/o sollecitazioni meccaniche di particolare rilevanza.

2.4 Cadute di tensione ammesse

Massime cadute di tensione:

- Circuiti distribuzione 2,5% Vn
- Circuiti terminali 2,5% Vn
- Punto più lontano 5% Vn

3 PARTE TECNICA - DESCRIZIONE

3.1 Tipologia dell'impianto di illuminazione pubblica

L'impianto è alimentato dall'Ente fornitore dell'energia elettrica in bassa tensione.
Il quadro elettrico di protezione è esistente e ritenuto idoneo alla protezione del nuovo tratto di illuminazione da realizzarsi nel proseguimento di via Tetti Pireno, la nuova linea quindi verrà allacciata sotto la protezione di un interruttore magnetotermico differenziale esistente con taratura di 6A.

L'impianto di illuminazione dovrà essere realizzato con lampade led ad ottica stradale dimmerabili in modo da aumentare il risparmio energetico regolando il giusto apporto luminoso durante le ore notturne. Le lampade dovranno presentare doppio isolamento e non sarà necessario il collegamento all'impianto disperdente.
Ogni palo sarà munito di nuova portella chiusa e morsettiera in doppio isolamento con conduttura in cavo multipolare sino al corpo lampada per l'alimentazione elettrica.
I nuovi impianti dovranno essere costruiti in modo da garantire la massima sicurezza possibile.
Saranno realizzati cavidotti interrati intervallati da pozzetti ispezionabili in corrispondenza di ogni palo per la derivazione del singolo apparecchio.
Tutto l'impianto sarà previsto in doppio isolamento in modo da eludere qualsiasi collegamento equipotenziale.

Gli impianti dovranno essere realizzati con caratteristiche idonee rispetto ai fattori di rischio che i vari ambienti presentano in relazione alle diverse attività cui sono destinati; in particolare gli impianti saranno realizzati in modo da non subire eventuali influenze negative dell'ambiente nè da essere causa di danno all'ambiente stesso.
L'impianto di illuminazione da installare, dovrà garantire i valori di illuminamento medio richiesti dalla vigente norma EN 12464-1:2002(E).

3.2 Cavi e conduttori BT

3.2.1 Tipologia dei cavi

- Circuiti di distribuzione: cavi FG7(O)R 0,6/1kV, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi.
  CEI 20-13 / CEI 20-22 II / CEI 20-35 / CEI 20-37 pt.2 / CEI 20-52
- Circuit terminali: cavi FG7(O)R 0,6/1kV, isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi.
  CEI 20-13 / CEI 20-22 II / CEI 20-35 / CEI 20-37 pt.2 / CEI 20-52

3.2.2 Isolamento dei cavi

I cavi elettrici per energia utilizzati nella parte di impianto di categoria II dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra (Uo) e tensione nominale (U) non inferiori a 0,6/1kV (sigla G7).
Tutti i cavi utilizzati dovranno essere del tipo non propagante l'incendio ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi (CEI 20-22, 20-37, 20-38).

3.2.3 Colori distintivi dei cavi e loro identificazione

Se non diversamente indicato nella Norma CEI 64-8/5 art. da 514.3.2 a 514.3.8, l'identificazione dei conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti deve essere conforme a quanto previsto dalla Norma CEI EN 60446 vigente (Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici).

Il conduttore di neutro o di punto mediano deve essere contraddistinto dal colore blu per tutta la sua lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.2).
Il conduttore di protezione deve essere contraddistinto esclusivamente dalla combinazione bicolore giallo-verde e questa combinazione non deve essere usata per altri scopi, per tutta la loro lunghezza (CEI 64-8 art. 514.3.3).
I conduttori di fase, dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori nero, grigio e marrone (CEI 64-8 art. 514.3.6).
Tutte le linee dorsali dei circuiti, all'inizio ed al termine, dovranno essere contraddistinte da etichette riportanti la sigla o la denominazione del servizio effettuato, le medesime dovranno essere leggibili ed indelebili.

3.2.4 Sezioni minime dei conduttori di fase

Le sezioni minime dei conduttori impiegati dovranno essere le sezioni minime indicate sugli elaborati di progetto, in ogni caso non devono essere superati i valori di portata ammessi, per le varie sezioni, tipi di conduttori, condizioni di posa e condizioni ambientali, dalla Tabella 52E della Norma CEI 64-8/5, articolo 524.1).
I cavi dovranno essere protetti a monte dalle sovracorrenti tramite interruttori magnetotermici o fusibili.

3.2.5 Sezioni minime dei conduttori di neutro

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase (CEI 64-8/5 art. 542.2):

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti polifase in cui i conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni (CEI 64-8/5 art. 542.3):

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possano percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

3.2.6 Sezioni minime dei conduttori di protezione

La sezione minima del conduttore di protezione deve essere in accordo con quanto riportato nella tabella sottostante.

Sezione dei conduttori di fase (S - mm^2)	**Sezione minima del conduttore di protezione (S_p - mm^2)**
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Nota: quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- 2,5 mm^2 se è protetto meccanicamente
- 4 mm^2 se non è prevista una protezione meccanica.

3.2.7 Conduttori per gli impianti ausiliari

I cavi, per gli impianti ausiliari, dovranno avere sezioni superiori od uguali alle sezioni consigliate dal Costruttore delle apparecchiature ; tutti i cavi per impianti ausiliari dovranno essere del tipo non propagante l'incendio, conformi alle Norme CEI 20-22.

3.2.8 Condizioni di posa

Durante le operazioni di posa gli sforzi meccanici non dovranno essere applicati all'isolamento, ma alle anime dei conduttori, per i quali non si dovrà superare sollecitazioni superiori a 60 N per mm².
Durante le operazioni di posa la temperatura non dovrà essere inferiore a 0°C per cavi isolati in PVC Questo limite di temperatura è riferito ai cavi stessi e non all'ambiente ; se quindi i cavi sono rimasti a lungo a bassa temperatura occorrerà che essi siano fatti stazionare in ambiente a temperatura sensibilmente superiore a 0°C per un congruo numero di ore e posati entro un tempo tale che, la temperatura della guaina non scenda sotto detto valore.
Il raggio minimo di curvatura dei conduttori non dovrà essere inferiore a 12 volte il diametro esterno del cavo.

3.2.9 Tipo di posa

I tipi di posa delle condutture in funzione dei tipi di cavi utilizzati, dovranno essere in accordo con la tabella estratta dalla Norma CEI 64-8, di seguito riportata.

Scelta dei conduttori e dei cavi in funzione dei tipi di posa

LEGENDA

+ permesso;
– non permesso;
○ non applicabile o non usato in genere nella pratica

Conduttori e cavi		Tipo di posa			
		Senza fissaggi	Fissaggio diretto su parete	Tubi protettivi (di forma circolare)	Canali (compresi i canali incassati nel pavimento)
Conduttori nudi		–	–	–	–
Cavi senza guaina		–	–	+	+
Cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura e quelli con isolamento minerale)	Multipolari	+	+	+	+
	Unipolari	○	+	+	+

	Tipo di posa

Conduttori e cavi		Tubi protettivi (di forma non circolare)	Passerelle e mensole	Su isolatori	Con filo o corda di supporto
Conduttori nudi		–	–	+	–
Cavi senza guaina		+	–	+	–
Cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura e quelli con isolamento minerale)	Multipolari	+	+	○	+
	Unipolari	+	+	○	+

3.3 Quadri elettrici

Il quadro elettrico è esistente e perciò escluso dal presente appalto tuttavia dovrà essere verificato il corretto funzionamento delle protezioni alle quali ci si allaccia e che le attuali installazioni corrispondano alle normative vigenti e non siano ammalo rate.

3.3.1 Norme di riferimento

Per la costruzione dei quadri si dovrà fare riferimento alle seguenti norme:

- quadro: Norma CEI 23-51;
  Norma CEI 17-13/1;
  Norma CEI 17-43;
- interruttori: Norma IEC 947.2;
- interruttori di manovra-sezionatori: Norma IEC 947.3;
- gradi di protezione: Norma CEI 70.1;
  Norma IEC 529.

Saranno inoltre rispettate le normative ed i regolamenti previsti dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni e le Direttive comunitarie.

I quadri elettrici dovranno soddisfare le specifiche tecniche delle direttive comunitarie per la marcatura CE.

Le apparecchiature facenti parte della fornitura dovranno essere previste per utilizzazione nelle condizioni normali di servizio seguenti:

3.3.2 Dati ambientali

Tipo di installazione, interno con posa fissa:

- temperatura ambiente: max = 40°C;
- temperatura ambiente: min = -5°C;

- temperatura ambiente valore medio: 24 h = 35 °C.

Condizioni atmosferiche:
- temperatura max: 40°C con umidità relativa del 50%;
- temperatura max: 20°C con umidità relativa del 90%;
- altitudine: luogo d'installazione ≤ 2000 m. s.l.m..

3.3.3 Carpenteria

Quadri in materiale isolante

I quadri dovranno essere adatti per la posa ad incasso nella parete oppure per la posa a vista e dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- grado di protezione secondo le indicazioni di progetto;
- isolamento classe II;
- modulare;
- porta trasparente fumè cernierata verticalmente;
- contenitore in materiale termoplastico colore grigio RAL7035, autoestinguente e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 650°C (prova del filo incandescente) secondo Norma IEC 695-2-1;
- resistenza agli urti: 6 joule;
- stabilità dimensionale in funzionamento continuo: da –20°C a +85°C;
- resistenza agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi ed oli minerali), agli agenti atmosferici e ai raggi UV;
- telaio porta profilati DIN;
- scatola da incasso predisposta con imbocchi sfondabili per l'entrata di tubi protettivi corrugati ;
- predisposizione per montaggio serratura a chiave;
- conformità alla Norma CEI 23-48, CEI 23-49 e IEC 670;
- marchio IMQ.

3.3.4 Cablaggi

Le connessioni all'interno di ciascun quadro per i circuiti di potenza dovranno essere realizzate in cavo unipolare con tensione nominale Uo/U = 450/750 di tipo non propagante la fiamma ed a contenuta emissione di gas nocivi (norme CEI 20-22) con approvazione IMQ con colorazione dell'isolante tipo nero/marrone/grigio per le fasi, blu chiaro per neutro e giallo/verde per conduttori di collegamento a massa.
Le sezioni dei conduttori dovranno essere calcolate in modo tale da ridurre a valori contenuti gli effetti termici della dissipazione di calore.
L'identificazione delle fasi dovrà avvenire con colorazione sulle terminazioni.
I conduttori utilizzati per i circuiti ausiliari dovranno avere una sezione nominale di 2,5 mm². con colorazione dell'isolante tipo rosso per circuiti in alternata, blu per circuiti di comando in corrente continua e color arancio per circuiti con sorgente di tensione esterna.
L'identificazione dei conduttori dovrà avvenire con numerazione secondo le indicazioni dello schema mediante anelli segnafilo in materiale plastico.
Le canalette contenenti i conduttori dovranno essere in materiale plastico del tipo a pettine con approvazione IMQ e non devono presentare un coefficiente di stipamento > del 50%.
Le connessioni principali all'interno dei quadri dovranno essere realizzate con barre di rame elettrolitico CU-ETP e dimensionate secondo i valori della tabella UNEL 01433-72.

Tutte le forature ed i serraggi dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni della tabella UNEL 01431-72.
Il sistema portabarre dei quadri dovrà essere dimensionato per le caratteristiche nominali specifiche dei quadri. La perfetta tenuta agli sforzi elettrodinamici dovrà essere dimostrata da prove, da calcoli secondo le norme, da software riconosciuto o da tabelle ricavate da prove di tipo.
Gli isolatori porta barre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili del tipo a pettine stampati in materiale isolante autoestinguente rinforzato con fibre di vetro, ancorati alla struttura tramite supporti metallici con viti in materiale isolante.
Le giunzioni delle barre dovranno essere realizzate in modo da garantire una superficie di contatto almeno pari a 5 volte lo spessore e con sistemi di serraggio dotati di metodi anti allentamento.
L'identificazione delle fasi e del neutro avverrà con simboli adesivi con scritta L1 - L2 - L3 – N.

3.3.5 Interruttori automatici

All'interno dei quadri elettrici dovranno essere installati tutti gli interruttori indicati negli schemi allegati, i quali dovranno essere muniti di etichetta indelebile, indicante il circuito protetto e dovranno avere le seguenti caratteristiche :

Generalità
Gli interruttori con corrente nominale ininterrotta superiore a 63A, dovranno essere di tipo scatolato.
Gli interruttori di tipo scatolato dovranno avere i circuiti ausiliari segregati elettricamente dai circuiti di potenza e dovranno poter essere installati ed ispezionati dal fronte dell'apparecchio senza togliere il coperchio di protezione. I circuiti di potenza, e quindi le camere di interruzione, dovranno poter essere a loro volta ispezionati togliendo il suddetto coperchio in modo da poter rendere visibile lo stato di usura dei contatti.
Tutti gli accessori dovranno essere installabili anche in seguito alla messa in opera del quadro e dovranno poter essere applicati senza comportare alcuna sostituzione o perdita dei componenti dell'interruttore e senza modificare le dimensioni della cella. Gli accessori dovranno inoltre essere unificati cioè identici per diverse taglie di apparecchi, allo scopo di ridurre il più possibile le scorte a magazzino e quindi i tempi di disservizio qualora si renda necessario la loro sostituzione o aggiunta.
Gli interruttori con corrente nominale ininterrotta uguale o inferiore a 63A, dovranno essere di tipo modulare.
Gli interruttori di tipo modulare dovranno avere involucro autoestinguente e atossico: certificato UL carta gialla per il massimo grado di autoestinguenza (grado Vo a spessore di 1,6 mm) ed essere sottoposti al controllo dell'istituto DARMSTAD. Essi dovranno avere meccanica autoportante che comporta la mancanza di vincolo meccanico tra involucro e componenti meccanici interni.
Gli interruttori salvamotori modulari dovranno essere a struttura compatta, per montaggio su profilato DIN 35 mm con meccanica autoportante; tutti i contattori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere fra di loro intercambiabili.
La numerazione dei morsetti dovrà essere secondo le norme EN 50012.
I relè di protezione termica saranno montati direttamente sui contattori o, in caso di necessità, anche separatamente tramite apposito accessorio.

Tipi ed esecuzioni
Gli interruttori dovranno essere in esecuzione fissa.

Gli interruttori di tipo modulare dovranno essere equipaggiati con relè termomagnetico avente le seguenti funzioni:

- protezione da sovraccarico;
- protezione da corto circuito istantaneo.

Là dove richiesto dallo schema elettrico si dovrà prevedere il modulo differenziale di taratura indicata.

Comandi

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo diretto a mano con leva a scatto rapido avente manovra indipendente dall'operatore conforme alle Norme CEI 16-5 e CEI 64-8/5.

3.3.6 Contattori e relè ausiliari

I contattori ed i relè ausiliari dovranno essere conformi alle Norme IEC 947-4-1 e IEC 1095, dovranno avere la possibilità di montare contatti ausiliari sotto forma di blocchetti aggiuntivi inseribili/asportabili anche in tempi successivi.
L'esecuzione dovrà essere del tipo a scatto per montaggio su profilato unificato.
Dovranno essere provvisti di certificazione di conformità rilasciata da laboratori autorizzati.

3.3.7 Morsetti

Le morsettiere dovranno essere ad elementi componibili fissate su profilato.
I morsetti dovranno essere realizzati con classe di isolamento secondo IEC 85, con materiale conduttore di ottone, rame o altro materiale ad alta conduttività e dovranno essere del tipo antiallentante.
Dovranno essere previsti setti sulle morsettiere per separare circuiti diversi.

3.4 Tubazioni, cavidotti e pozzetti

I conduttori dovranno essere sempre protetti dalle sollecitazioni meccaniche e le protezioni dovranno essere costituite da tubazioni interrate in PVC.

Tubazioni

I tubi impiegati per la distribuzione delle linee dovranno essere:

- in materiale plastico corrugato flessibile di tipo pesante, provvisto di marchi IMQ, per la distribuzione interrata;

Il diametro interno delle tubazioni dovrà essere maggiore di 1,4 volte il diametro esterno dei cavi o del fascio di cavi contenuti all'interno del tubo stesso; il raggio di curvatura delle tubazioni dovrà essere tale da non diminuirne la sezione del 10% e soddisfare il minimo raggio di curvatura dei cavi contenuti.
Il diametro del tubo dovrà inoltre consentire lo sfilamento ed il successivo infilamento dei cavi con facilità e senza che questi ultimi ne risultino danneggiati.
In ogni caso il diametro esterno non sarà inferiore a 16 mm.
Il numero dei conduttori unipolari previsto per i singoli tubi di differente diametro è riportato nella tabella seguente:

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione).

TUBI IN mm		SEZIONE DEI CAVETTI IN mm²								
diam. est	diam. int.	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
16	11,7			(4)	4	2				
20	15,5			(9)	7	4	4	2		
25	19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32	26,4					12	9	7	7	3

Per i collegamenti flessibili si dovranno utilizzare guaine in PVC plastificato con spirali di rinforzo in PVC rigido, aventi superficie interna semiliscia, per un miglior scorrimento dei cavi elettrici ; tale tubazione dovrà avere resistenza agli acidi diluiti, oli, ecc., dovrà essere autoestinguente, flessibile, con grado di protezione meccanico adatto al luogo di installazione.

Cavidotti

Tutti i cavidotti interrati dovranno essere in materiale termoplastico a base di PVC autoestinguente, di tipo flessibile corrugato.

Per assicurare un elevato grado di protezione delle giunzioni, ogni barra di tubo, dovrà essere munita di bicchiere o manicotto di giunzione ad una estremità ed inoltre, nelle giunzioni, dovrà essere interposto del mastice.

Tutte le tubazioni dovranno avere resistenza allo schiacciamento ≥450N.

Si dovranno predisporre tutte le tubazioni indicate negli elaborati grafici allegati.

Tutte le tubazioni dovranno essere munite di cavetto pilota predisposto.

Le tubazioni dovranno essere posate in scavi aventi sezione obbligata, inglobate in apposito cassonetto di c.l.s.

Sul bauletto di c.l.s. si dovrà posare apposito nastro indicante il passaggio di cavi elettrici per illuminazione stradale; gli scavi, al termine dei lavori, dovranno essere riempiti con materiale stabilizzato od equivalente.

Pozzetti di ispezione

I pozzetti d'ispezione o rompitratta dovranno essere di tipo carrabile.

I pozzetti di tipo carrabile dovranno essere costruiti con mattoni pieni o prefabbricati, il fondo dovrà essere perdente, il chiusino dovrà essere in ghisa grigia carrabile resistente agli urti, alle intemperie ed all'usura.

Tali dovranno essere privi di irregolarità, di soffiature, incrinature, vaiolature, stuccature, porosità e di qualsiasi altro difetto.

3.5 Pali di sostegno - Basamenti

I pali di sostegno per gli apparecchi d'illuminazione pubblica dovranno avere le seguenti caratteristiche.

Pali in acciaio per illuminazione stradale

Palo tronco conico diritto in acciaio zincato, avente secondo le indicazioni di progetto le seguenti dimensioni:

- altezza fuori terra: 7m.

- parte interrata non inferiore a: 0,8m.
- diametro alla base: 138mm.
- diametro alla sommità: 60mm.
- spessore: 4mm.

Tali sostegni dovranno essere completi di manicotto di rinforzo alla base avente spessore 4mm., dovranno trattati con zincatura a caldo, per immersione, in modo da realizzare un rivestimento protettivo interno ed esterno pari ad almeno 60 micron, come previsto dalle vigenti norme UNI EN40-4.

Tutti i pali di sostegno dei corpi illuminanti, dovranno essere completi di basamenti di sostegno di fondazione in c.l.s. che dovranno essere del tipo o gettati in opera o in cls prefabbricato.
I basamenti dovranno avere forma parallelepipeda, la cui dimensione sarà variabile a seconda dell'altezza del peso e della superficie esposta al vento del palo, compreso i corpi illuminanti; le dimensioni dovranno essere calcolate da tecnico abilitato.
Nel caso di tipologie gettate in opera i basamenti dovranno essere leggermente armati con apposita rete elettro-saldata posata sul fondo dello scavo. Inferiormente nel basamento si dovrà annegare uno spezzone di tubo diametro 50mm, in PVC rigido, serie pesante, onde permettere l'entrata del cavo di alimentazione dell'apparecchio illuminante.
Per il fissaggio del palo, il foro dovrà essere riempito con sabbia di costipamento ed inoltre dovrà essere formato un collare di bloccaggio palo in malta cementizia.
L'altezza del collarino sopra basamento dovrà essere di 20/30cm. in modo tale da non coprire il bullone di terra, sotto basamento non dovrà essere inferiore a 20cm., in modo da terminare al di sotto dello strato di finitura della pavimentazione del marciapiede.

All'interno dell'apposito alloggiamento dovranno essere installate morsettiere ad incasso palo in classe d'isolamento secondo complete di:
- n°1 fusibile di protezione se il punto luce è costituito da singola luce;
- n°2 fusibili di protezione se il punto luce è costituito da due o più luci.

Gli alloggiamenti per le morsettiere ad incasso palo dovranno essere dotate di idonea portella di chiusura in alluminio pressofuso, complete di linguette in ottone per serraggio su palo, viteria in acciaio inox, guarnizione in gomma EPDM resistente agli agenti atmosferici, senza personalizzazione (p.es. "ENEL"). Grado di protezione IP 54 secondo norma CEI EN 60529 ed IK 08 secondo norma CEI EN 50102. I portelli, equipaggianti pali verniciati, dovranno possedere la medesima colorazione dei sostegni stessi.

Tutti i sostegni dovranno possedere targhetta adesiva con riportata sopra la marcatura CE, la sigla del costruttore, il codice prodotto, l'anno di fabbricazione e dimensioni, in particolar modo altezza e spessore espressi in millimetri.

<u>Bracci in acciaio per illuminazione stradale</u>
I bracci devono essere costruiti utilizzando tubi saldati longitudinalmente ad induzione conformi alla Norma EN 10219-1/2. Il costruttore deve assicurare l'accoppiabilità dei bracci con i pali della presente specifica.
I processi di saldatura devono essere conformi alle Norme EN 1011-1 e 2, i procedimenti di saldatura devono invece essere conformi alle EN 288 -1e 2.

I componenti non devono presentare parti taglienti o spigoli vivi, inoltre non devono esserci malformazioni del tipo disassamento di fori, strozzature ecc. tali da pregiudicare la regolare simmetrica assiematura dei pezzi.
I bracci devono essere zincati a caldo secondo la Norma UNI EN ISO 1461 internamente ed esternamente previo decapaggio con l'eliminazione totale delle scorie dei processi di saldatura e dei residui di lavorazione. La zincatura deve essere eseguita dopo le lavorazioni meccaniche dei bracci. Ogni esemplare di braccio deve portare in carattere leggibile la sigla dell'elemento e la sigla del costruttore.
La marcatura deve essere effettuata prima della zincatura, ma in modo che quest'ultima non ne impedisca la leggibilità.

Distanziamenti degli impianti dai limiti della carreggiata e della sede stradale
I pali di illuminazione devono essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.
Per quanto riguarda l'altezza minima dal piano della carreggiata degli apparecchi di illuminazione nonché la sporgenza dei sostegni rispetto alla stessa carreggiata si vedano le disposizioni del Codice della Strada. In ogni caso l'altezza minima ammessa dal piano della carreggiata è di 5,1 m.
Al fine di evitare interferenze con il regolare traffico veicolare i sostegni ed ogni altra parte dell'impianto fino ad un'altezza di 5 m dalla pavimentazione della carreggiata è opportuno che siamo posizionati:

- Nelle strade urbane ad una distanza orizzontale di almeno 50 cm dal limite della carreggiata. La distanza è aumentata a 100 cm se i sostegni sono collocati in un area di parcheggio. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada, qualora la configurazione della banchina non consenta il distanziamento indicato.
- Nelle strade extraurbane, di regola, ad una distanza orizzontale di almeno 140 cm dal limite della carreggiata. Distanze inferiori possono essere adottate, in accordo con il proprietario della strada, qualora la configurazione della banchina non consenta il distanziamento indicato.

Al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni devono essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia adeguata larghezza.

3.6 apparecchi illuminanti

Al fine di una continuità illuminotecnica, estetica e tecnica con il precedente tratto di strada già realizzato si è scelto di utilizzare la stessa tipologia di apparecchio illuminante e di seguito se ne elencano le caratteristiche o similare:

Costruttore:	Philips
Modello	Clear Way
Tipo:	BGP303
Sorgente luminosa:	Modulo LED integrale
Potenza (+/-10%):	58W
Flusso luminoso netto:	6426lm
Versione lampada:	4S
Efficacia apparecchio:	> 95 lm/W
Temperatura del colore:	4000 K
Indice di resa dei colori CRI:	70
Mantenimento flusso luminoso:	50.000 ore

Temperatura operativa:	Da -30°C a +25ºC
Driver:	Integrato nell'apparecchio
Unità elettrica/alimentatore:	Reattore elettronico regolabile DALI
Tensione di rete:	220-240 V / 50-60 Hz
Corrente di spunto:	120 A / 277 µs
Ottica:	Fascio medio
Copertura ottica:	Vetro piano
Materiale Corpo:	Pressofusione di alluminio
Marchio ENEC:	ENEC mark
Marchio di infiammabilità:	F

3.7 Impianto illuminazione pubblica valutazione dei rischi

Nel caso del traffico motorizzato, per valutare la riduzione massima della categoria illuminotecnica, il progettista deve ricordare che la luminanza media è correlata al livello di luminanza generale che consente la visibilità al conducente.
Al basso livello di illuminazione utilizzato per l'illuminazione stradale, la prestazione migliora con l'aumento della luminanza in termini di incremento della sensibilità al contrasto, incremento della acuità visiva e riduzione dell'abbagliamento.

Con apparecchi che emettono luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60, secondo la Norma UNI 11248 prevede che il progettista possa apportare la riduzione massima di una categoria illuminotecnica.
Gli apparecchi illuminanti scelti per il completamento dell'illuminazione pubblica in via Tetti Pireno nel Comune di Rivalta sono tutti a tecnologia Led e presentano un indice di resa cromatica pari a 70.

In base alla normativa tecnica UNI 11248 – EN 13201 /1 è possibile ridurre ulteriormente la categoria illuminotecnica qualora i valori del flusso di traffico diminuiscano del 25% (-1 categoria) e del 50% (-2 categorie).
Tenuto conto delle attuali normative UNI 11248 – EN 13201 che prendono in considerazione la classificazione delle strade ed i loro valori di illuminamento, si elencano di seguito i criteri di base e la valutazione dei rischi tenuti in considerazione per la redazione del progetto:

3.7.1 strada urbana di scorrimento - classe "D"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la ME2, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

3.7.2 strada urbana di quartiere - classe "E"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la ME3b, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

3.7.3 strada locale - Classe "F"

In base alla normativa UNI la categoria illuminotecnica di ingresso è la CE3 / ME4a, è facoltà del professionista però assegnare la Categoria per la quale eseguire il corretto dimensionamento e verifiche degli illuminamenti.

Applicazione	Parametro d'influenza	Valori indicativi della UNI11248	Valori indicativi proposti
Estensione pari all'intero tratto stradale/pedonale/altro			
Stradale/Ciclo-Pedonale	Compito visivo normale	-1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1	-1 (declassamento) non sommabili e non applicabili alla categoria A1
Stradale/Ciclo-Pedonale	Condizioni non conflittuali		
Stradale	Flusso del traffico <50% del massimo previsto per quella categoria		-1 (declassamento) non applicabile alla categoria A1
Stradale	Flusso del traffico <25% del massimo previsto per quella categoria	-2 (declassamento)	-2 (declassamento)
NON stradale	Quando i flussi di traffico veicolare e pedonale decrescono considerevolmente entro le ore 24	Non indicato	-1 (declassamento)
Pedonale/Aree di aggregazione	Ra>=60	-1 (declassamento)	-1 (declassamento)
	Ra<30	1 (incremento)	0
Pedonale/Aree di aggregazione	Pericolo di aggressione	1 (incremento)	1 (incremento)
Estensione limitata a zone di progetto molto ristrette			
Stradale	Segnaletica efficace nelle zone conflittuali	-1 (declassamento)	-1 (declassamento)
Stradale	In corrispondenza di svincoli o intersezioni a raso	1 (incremento)	1 (incremento)
Stradale	In prossimità di passaggi pedonali		
Stradale	In prossimità di dispositivi rallentatori		

Per continuità con il precedente tratto stradale si assume una categoria illuminotecnica pari a M4.

3.8 Fattori di manutenzione MF

La perdita di efficienza luminosa del punto luce nel tempo determina il MF (fattore di manutenzione o maintenance factor) dovuto al decadimento nel tempo delle prestazioni della lampada e del corpo illuminante rispetto alle condizioni iniziali:

- le lampade subiscono un effetto di riduzione del flusso luminoso, inoltre vi è la mortalità nel tempo, che determina un abbassamento medio della prestazione generale di illuminazione;
- il corpo illuminante accusa l'invecchiamento della coppa, del riflettore e delle ottiche, l'accumulo di polvere e smog su coppa/vetro contribuisce ad abbassare le prestazioni.

Si indica di seguito i fattori MF delle lampade più comuni assunti in fase di progettazione:

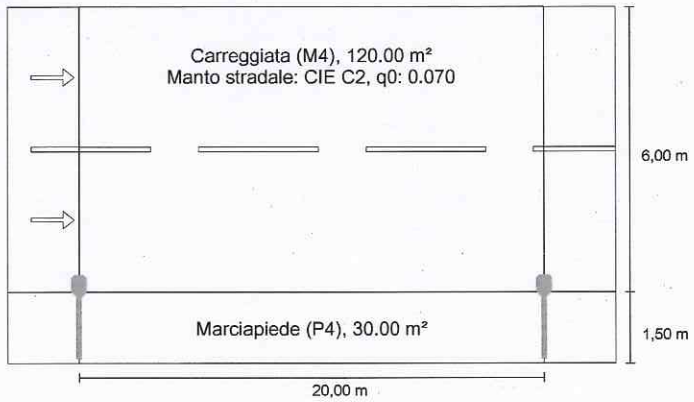
Apparecchio con lampada SAP	0,80	vita media 32.000 ore
Apparecchio con lampada ioduri metallici	0,70	vita media 24.000 ore
Apparecchio con lampada LED	0,90	vita media 60.000 ore

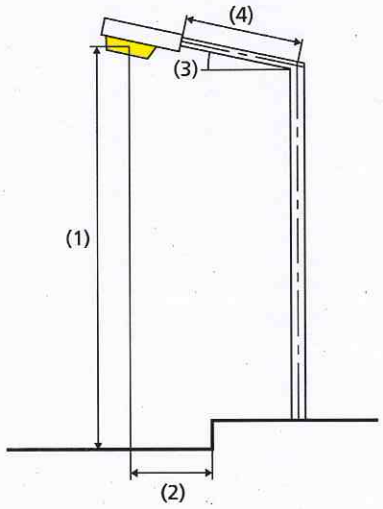
CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Indice

Calcolo illuminotecnico
Strada 1: Alternativa 1
Risultati della pianificazione....2
Strada 1: Alternativa 1 / Carreggiata (M4)
Sintesi dei risultati.... 3
Tabella....4
Isolinee....7
Grafica dei valori.... 9
Strada 1: Alternativa 1 / Marciapiede (P4)
Sintesi dei risultati.... 11
Tabella....12
Isolinee.... 15
Grafica dei valori.... 17

Strada 1 in direzione EN 13201:2015





Risultati per i campi di valutazione

Fattore di diminuzione: 0.80

Carreggiata (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✓ 1.04	✓ 0.61	✓ 0.82	✓ 9	✓ 0.85

Marciapiede (P4)

Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (semicl) ≥ 1.00	Em [lx]	Emin (vert)
✓ 8.65	✓ 1.27	* 15.03	* 1.10

* Informazione, non fa parte della valutazione

Lampadina:	personalizzato
Flusso luminoso (lampada):	5869.03 lm
Flusso luminoso (lampadina):	6426.00 lm
Ore di esercizio	
4000 h:	100.0 %, 58.0 W
W/km:	2900.0
Disposizione:	su un lato sotto
Distanza pali:	20.000 m
Inclinazione braccio (3):	0.0°
Lunghezza braccio (4):	1.500 m
Altezza fuochi (1):	7.000 m
Sporgenza punto luce (2):	0.100 m

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

Indice della densità di potenza (Dp)	0.024 W/lxm²
Densità di consumo energetico	
Disposizione: Clear Way 58W (232.0 kWh/anno)	1.5 kWh/m² anno

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valori massimi dell'intensità luminosa	
per 70°:	771 cd/klm
per 80°:	78.9 cd/klm
per 90°:	0.00 cd/klm
Classe intensità luminose:	G*3

Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.

La disposizione rispetta la classe degli indici di abbagliamento D.3

Carreggiata (M4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✔ 1.04	✔ 0.61	✔ 0.82	✔ 9	✔ 0.85

Osservatori corrispondenti (2):

Osservatore	Posizione [m]	Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15
Osservatore 1	(-60.000, 3.000, 1.500)	1.04	0.62	0.90	9
Osservatore 2	(-60.000, 6.000, 1.500)	1.09	0.61	0.82	7

Carreggiata (M4)

Illuminamento orizzontale [lx]

7.000	17.5	16.0	13.7	12.6	12.0	12.1	12.8	13.9	15.9	17.5
6.000	19.4	17.6	14.7	12.8	12.0	11.9	12.8	14.8	17.6	19.6
5.000	21.4	19.5	15.8	13.2	12.1	12.2	13.1	15.8	19.5	21.8
4.000	24.1	21.5	16.7	13.6	12.5	12.6	13.9	16.6	21.5	24.3
3.000	25.8	22.5	16.9	13.7	12.7	12.8	14.2	17.1	22.6	26.1
2.000	25.5	21.7	16.2	13.1	11.9	11.8	13.3	16.5	21.3	25.7
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 6 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
16.7	11.8	26.1	0.707	0.451

Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

7.000	0.73	0.69	0.64	0.65	0.67	0.68	0.70	0.71	0.74	0.76
6.000	0.82	0.77	0.72	0.71	0.74	0.74	0.76	0.80	0.85	0.87
5.000	0.94	0.91	0.83	0.82	0.86	0.88	0.88	0.94	0.98	1.00
4.000	1.14	1.10	1.01	1.01	1.07	1.09	1.09	1.14	1.20	1.19
3.000	1.35	1.31	1.27	1.27	1.35	1.37	1.36	1.34	1.41	1.41
2.000	1.45	1.42	1.41	1.41	1.45	1.45	1.42	1.41	1.43	1.46
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.04	0.64	1.46	0.618	0.441

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

7.000	0.91	0.87	0.81	0.81	0.84	0.85	0.87	0.89	0.93	0.95
6.000	1.02	0.96	0.90	0.88	0.92	0.93	0.95	1.00	1.06	1.08
5.000	1.17	1.13	1.04	1.03	1.07	1.10	1.09	1.17	1.22	1.24
4.000	1.43	1.37	1.26	1.26	1.33	1.36	1.37	1.42	1.50	1.49
3.000	1.69	1.64	1.59	1.59	1.69	1.71	1.71	1.68	1.76	1.76
2.000	1.81	1.78	1.76	1.76	1.81	1.81	1.78	1.76	1.79	1.83
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.30	0.81	1.83	0.618	0.441

Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²]

7.000	0.76	0.72	0.67	0.67	0.70	0.71	0.72	0.74	0.77	0.78
6.000	0.88	0.82	0.77	0.75	0.79	0.79	0.80	0.83	0.88	0.92
5.000	1.03	0.99	0.93	0.90	0.93	0.94	0.93	1.00	1.06	1.08
4.000	1.28	1.24	1.16	1.14	1.18	1.21	1.20	1.23	1.30	1.28
3.000	1.44	1.33	1.36	1.39	1.48	1.46	1.46	1.43	1.51	1.52
2.000	1.33	1.28	1.34	1.38	1.43	1.42	1.37	1.35	1.38	1.44
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.09	0.67	1.52	0.610	0.439

Luminanza con lampada nuova [cd/m²]

7.000	0.95	0.90	0.83	0.84	0.88	0.88	0.90	0.92	0.96	0.98
6.000	1.10	1.02	0.96	0.94	0.99	0.98	1.00	1.03	1.10	1.15
5.000	1.28	1.24	1.16	1.13	1.17	1.18	1.16	1.25	1.32	1.34
4.000	1.60	1.56	1.45	1.43	1.48	1.51	1.50	1.54	1.63	1.60
3.000	1.80	1.66	1.70	1.74	1.85	1.83	1.82	1.79	1.88	1.90
2.000	1.66	1.60	1.67	1.72	1.78	1.77	1.71	1.69	1.73	1.80
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 6 Punti

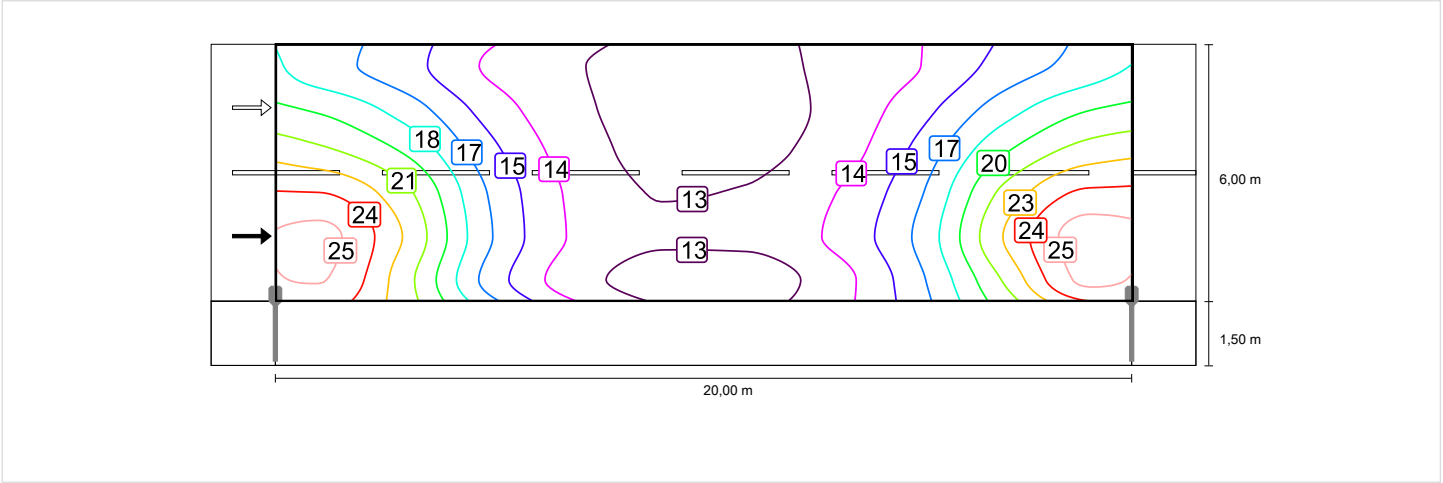
Lm [cd/m²]	Lmin [cd/m²]	Lmax [cd/m²]	g1	g2
1.37	0.83	1.90	0.610	0.439

Carreggiata (M4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✔ 1.04	✔ 0.61	✔ 0.82	✔ 9	✔ 0.85

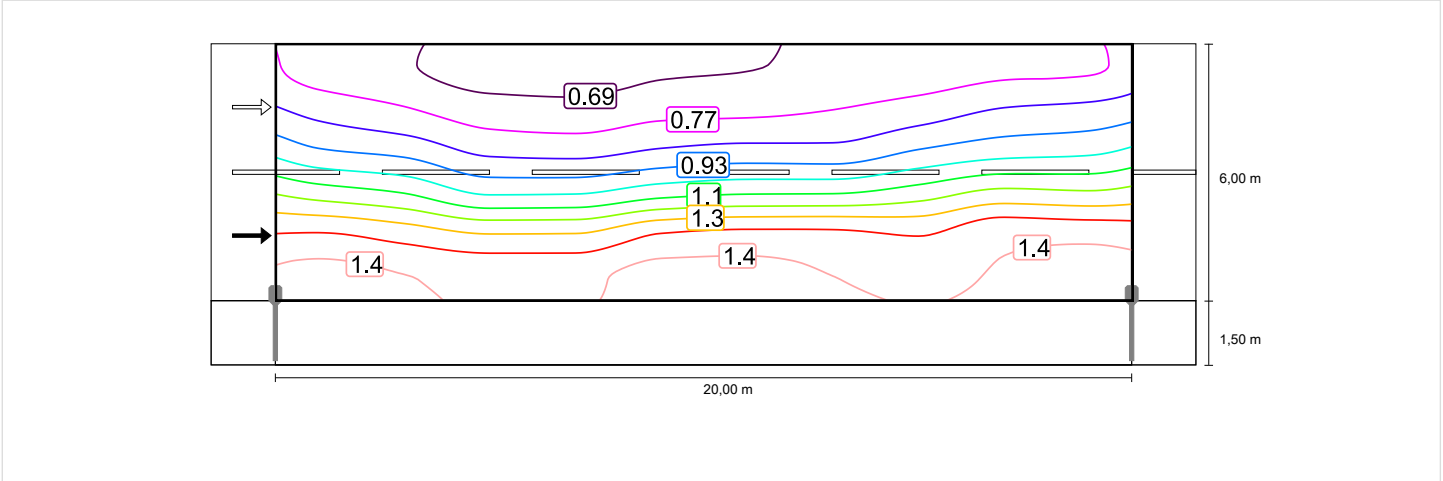
Illuminamento orizzontale



Scala: 1 : 200

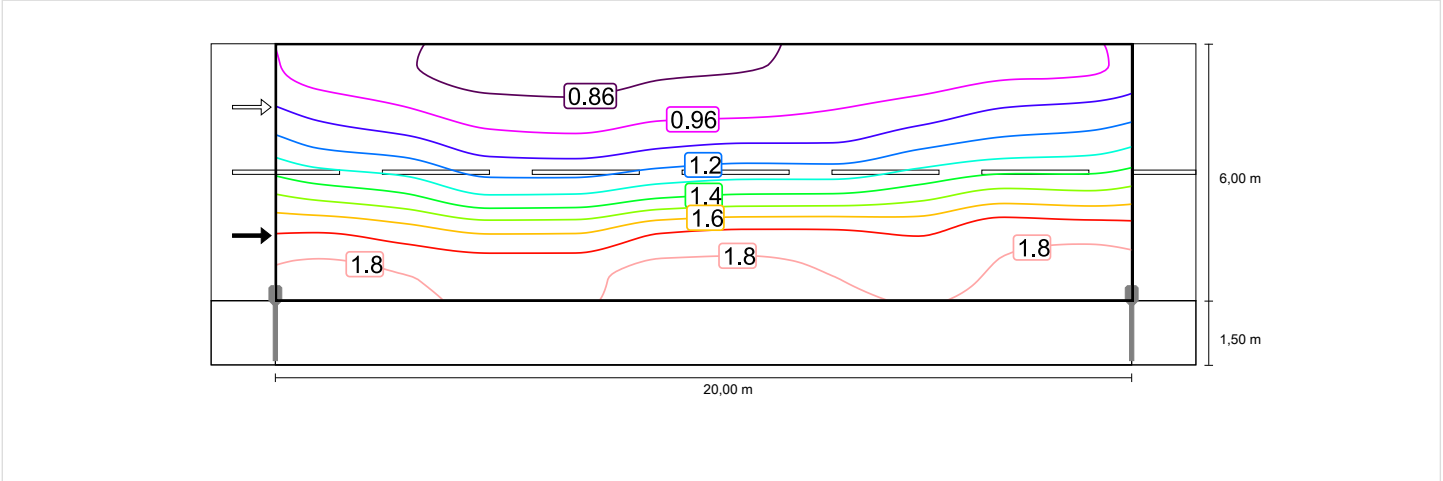
Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Scala: 1 : 200

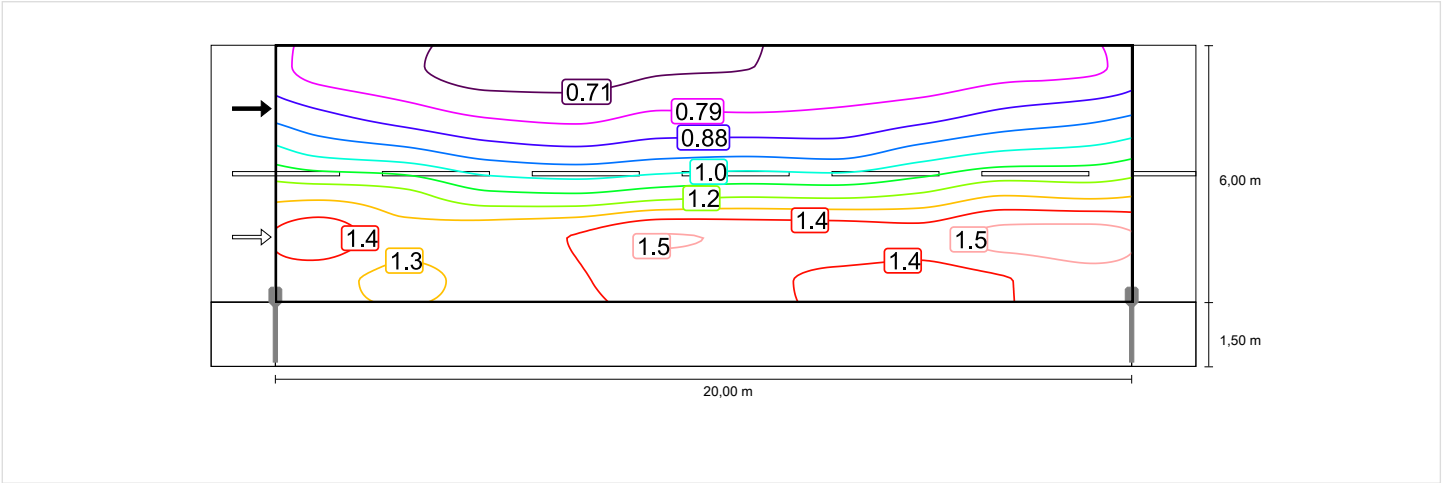
Luminanza con lampada nuova



Scala: 1 : 200

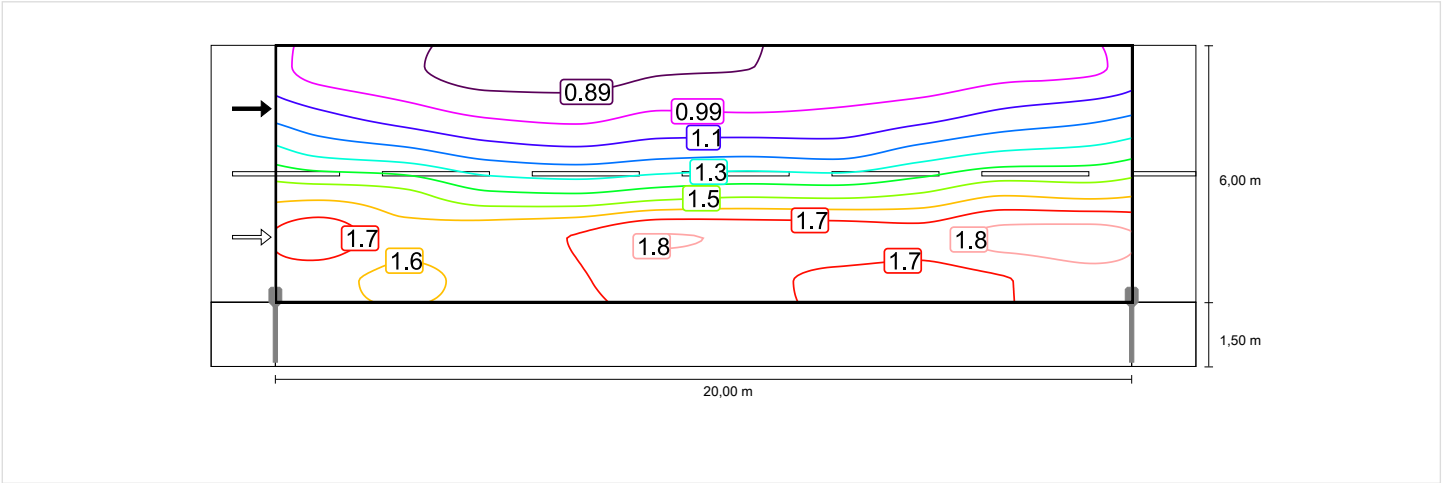
Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta



Scala: 1 : 200

Luminanza con lampada nuova



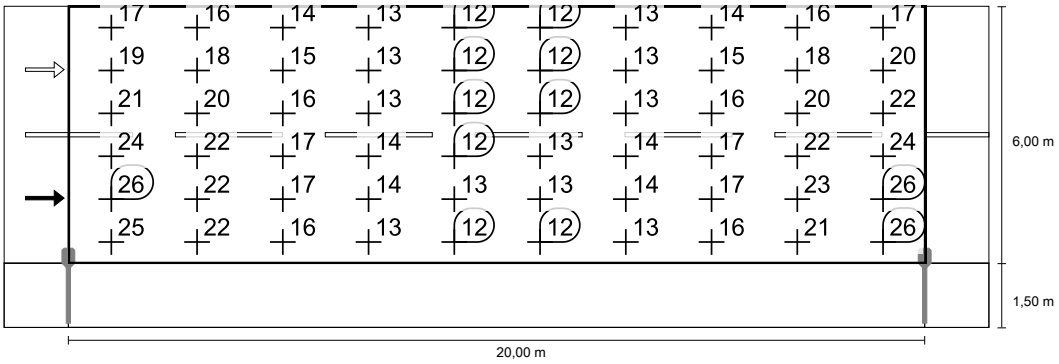
Scala: 1 : 200

Carreggiata (M4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 6 Punti

Lm [cd/m²] ≥ 0.75	Uo ≥ 0.40	Ul ≥ 0.60	TI [%] ≤ 15	EIR ≥ 0.30
✔ 1.04	✔ 0.61	✔ 0.82	✔ 9	✔ 0.85

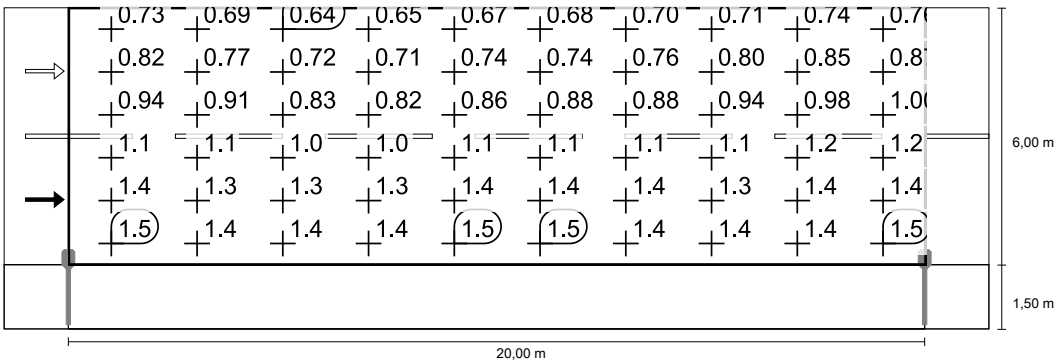
Illuminamento orizzontale



Scala: 1 : 200

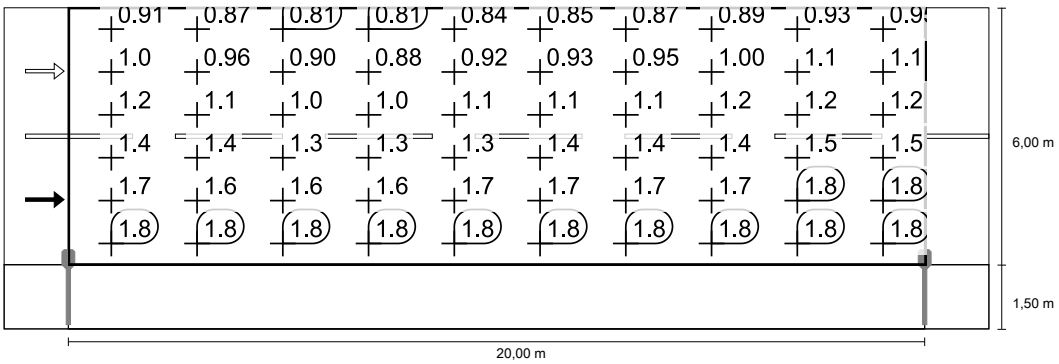
Osservatore 1

Luminanza con carreggiata asciutta



Scala: 1 : 200

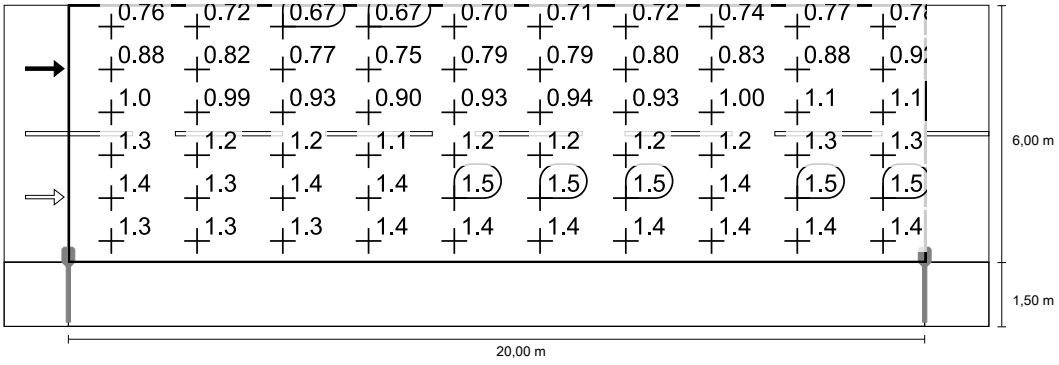
Luminanza con lampada nuova



Scala: 1 : 200

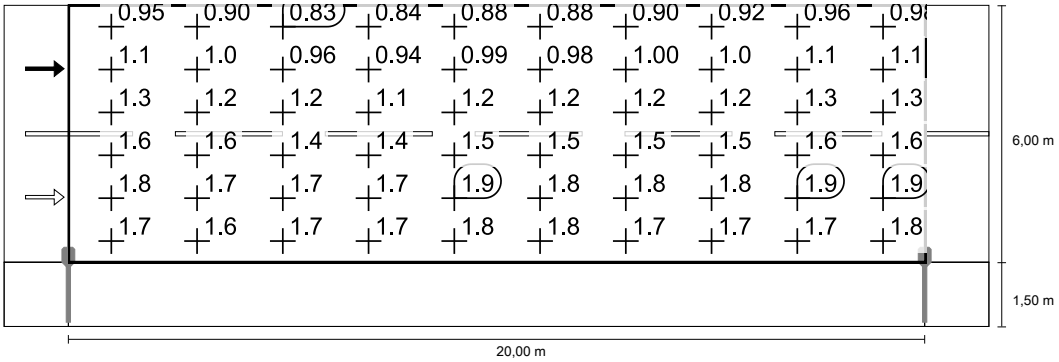
Osservatore 2

Luminanza con carreggiata asciutta



Scala: 1 : 200

Luminanza con lampada nuova



Scala: 1 : 200

Marciapiede (P4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 3 Punti

Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (semicl) ≥ 1.00	Em [lx]	Emin (vert)
✔ 8.65	✔ 1.27	* 15.03	* 1.10

* Informazione, non fa parte della valutazione

Marciapiede (P4)

Illuminamento orizzontale [lx]

1.250	24.3	19.9	14.9	11.9	10.8	10.9	12.3	15.1	20.4	24.7
0.750	22.7	18.4	13.2	10.8	9.83	9.96	11.2	13.6	18.4	22.9
0.250	20.6	16.5	11.4	9.59	8.65	8.76	9.95	12.1	16.4	20.7
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
15.0	8.65	24.7	0.576	0.350

Illuminamento semicilindrico (ovest) [lx]

1.250	5.05	9.15	9.29	8.38	6.65	5.04	3.64	2.55	1.79	1.34
0.750	4.99	8.09	8.24	7.40	5.89	4.37	2.93	1.99	1.50	1.55
0.250	4.89	7.32	7.10	6.32	4.90	3.63	2.32	1.47	1.27	1.82
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
4.70	1.27	9.29	0.270	0.137

Illuminamento verticale (ovest) [lx]

1.250	7.73	14.3	14.6	13.1	10.4	7.90	5.70	3.98	2.76	1.92
0.750	6.93	12.5	12.9	11.6	9.22	6.84	4.56	3.02	2.12	1.51
0.250	5.94	11.0	11.0	9.84	7.63	5.64	3.55	2.11	1.49	1.10
m	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000	11.000	13.000	15.000	17.000	19.000

Reticolo: 10 x 3 Punti

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
7.10	1.10	14.6	0.156	0.076

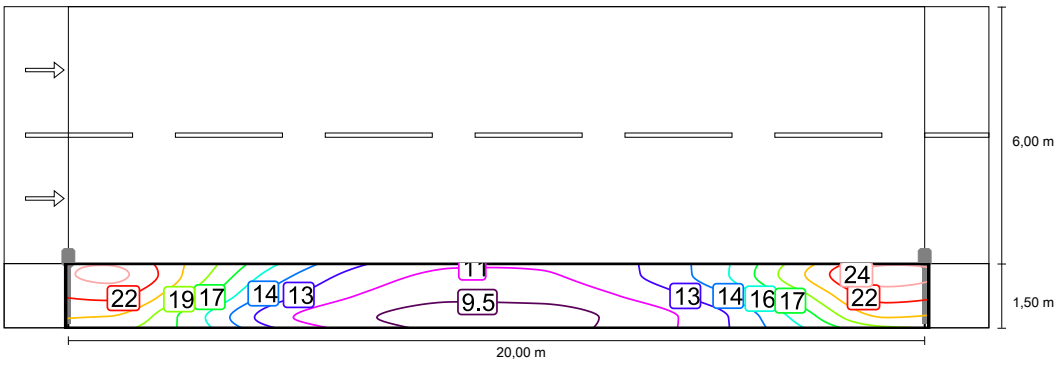
Marciapiede (P4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 3 Punti

Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (semicl) ≥ 1.00	Em [lx]	Emin (vert)
✔ 8.65	✔ 1.27	* 15.03	* 1.10

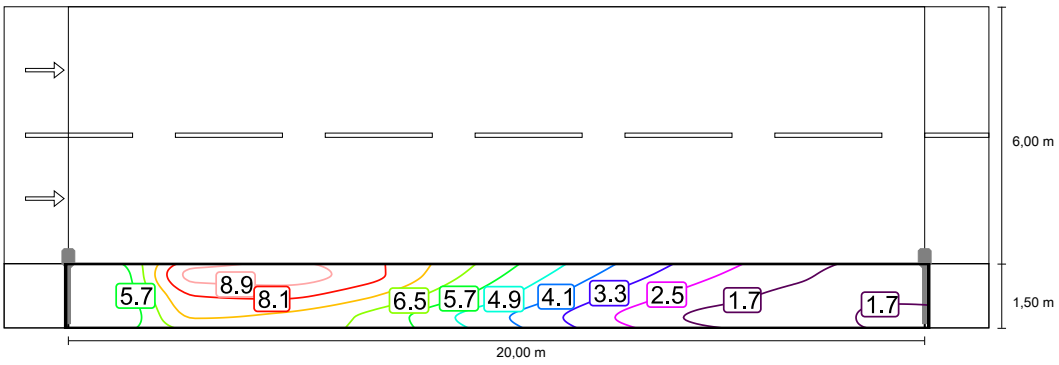
* Informazione, non fa parte della valutazione

Illuminamento orizzontale



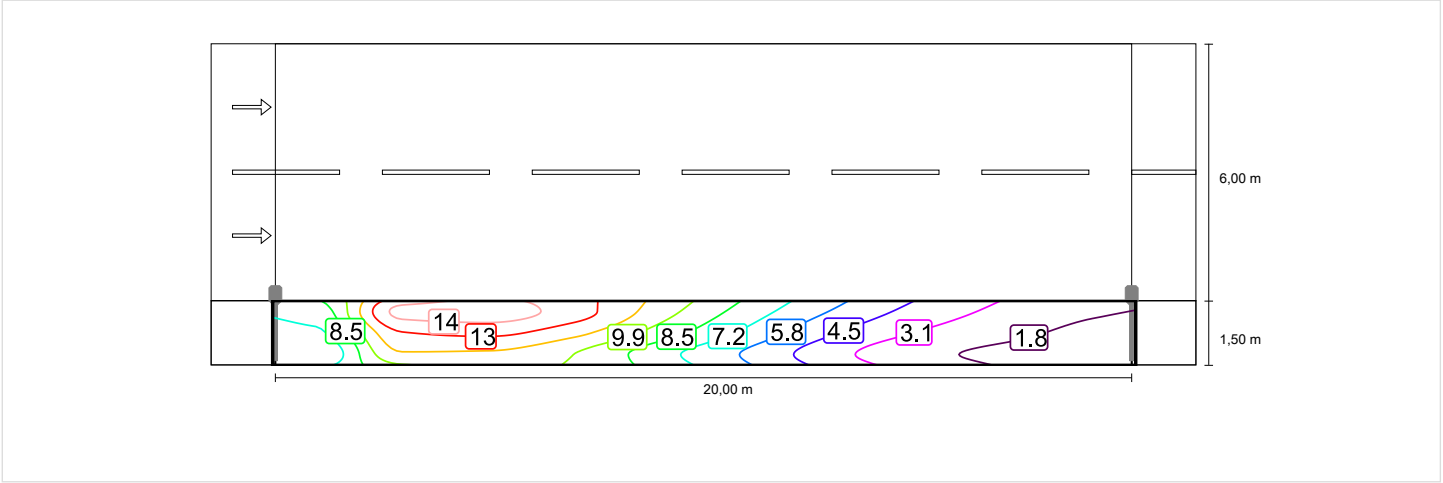
Scala: 1 : 200

Illuminamento semicilindrico (ovest)



Scala: 1 : 200

Illuminamento verticale (ovest)



Scala: 1 : 200

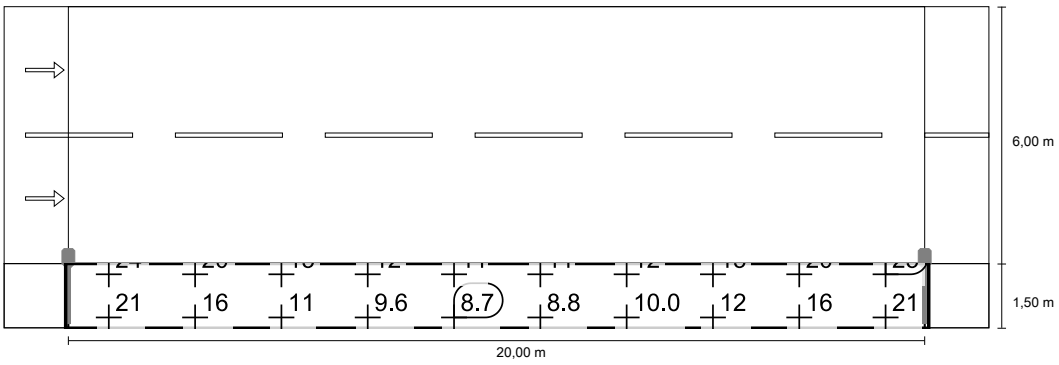
Marciapiede (P4)

Fattore di diminuzione: 0.80
Reticolo: 10 x 3 Punti

Emin [lx] ≥ 1.00	Emin (semicl) ≥ 1.00	Em [lx]	Emin (vert)
✔ 8.65	✔ 1.27	* 15.03	* 1.10

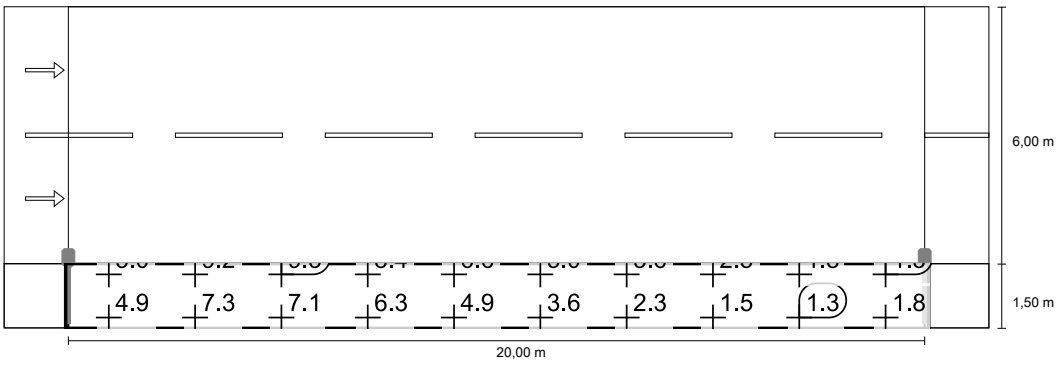
* Informazione, non fa parte della valutazione

Illuminamento orizzontale



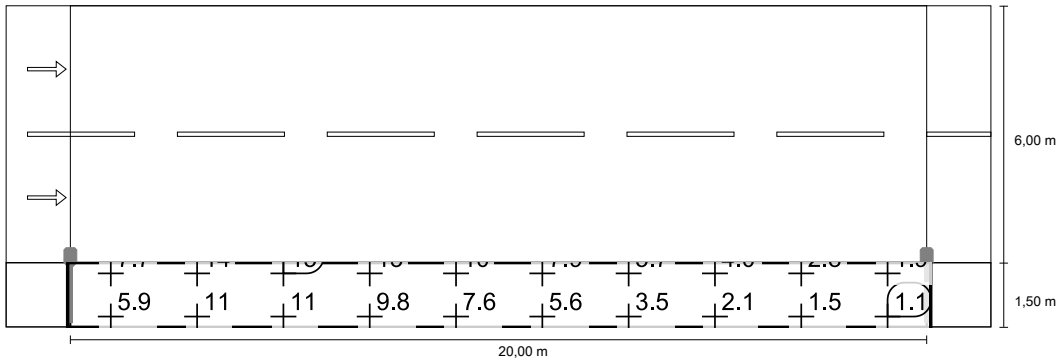
Scala: 1 : 200

Illuminamento semicilindrico (ovest)



Scala: 1 : 200

Illuminamento verticale (ovest)



Scala: 1 : 200