



PATRIMONIO DEL TRENTO S.P.A.

Via del Brennero, 165 - 38121 Trento (TN)  
Tel 0461 830453 | Fax 0461 830459  
www.patrimoniotn.it | info@patrimoniotn.it

IL DIRETTORE GENERALE ing. Michele Maistri	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO ing. Michele Maistri
---	--

Comune di Trento	Provincia di Trento
------------------	---------------------

OGGETTO

Area destra Adige - ex Italcementi  
Piano di lottizzazione del Comparto C  
  
Progetto definitivo opere di urbanizzazione

PROGETTISTI

progettazione urbanistica verifica interferenze con la bonifica geologia e studio di compatibilità valutazione acustica valutazione ambientale opere di urbanizzazione frazionamento	ing. Mattia Baffetti ing. Adriano Dalvit geol. Franca Bazzanella ing. Elena Margesin dott. for. Gilberto Segalina EnDes engineering s.r.l. geom. Francesco Nardelli
--	---

CATEGORIA

RELAZIONE - TECNICO-AMMINISTRATIVO

TITOLO

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

REVISIONE 01	EMISSIONE 24.06.2022
-----------------	-------------------------

SCALA ---	CODICE UNIVOCO L378-08	CODICE ELABORATO D.R.110.01
--------------	---------------------------	--------------------------------

Cap.soc. € 329.883.065,00 P.IVA/C.F./REG.IMP. di Trento al nr. 01938560222

Società per azioni unipersonale soggetta ad attività di direzione e coordinamento da parte della Provincia Autonoma di Trento  
Informativa D.Lgs.193/03: i dati personali sono trattati nel pieno rispetto delle disposizioni vigenti. L'informativa al trattamento dei dati personali è presente su [www.patrimoniotn.it](http://www.patrimoniotn.it)

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza consenso scritto del progettista - ai sensi della L. 633/41 - art. 2575 e segg. C.C.



**SOMMARIO**

1	PREMESSA.....	3
2	VIABILITA': STRADA, CICLABILE e MARCIAPIEDE .....	4
3	VERDE URBANO .....	5
4	SOTTOSERVIZI.....	6
5	PUBBLICA ILLUMINAZIONE .....	7
6	PARAMETRI GEOTECNICI E CONSIDERAZIONI STRUTTURALI .....	7
7	PRIME INDICAZIONI DELLA SICUREZZA .....	7
8	CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE .....	8
9	QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI .....	10
	APPENDICE A - RELAZIONE GEOTECNICA E STRUTTURALE .....	11
	A.1 PREMESSA .....	12
	A.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	13
	A.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	13
	A.4 MATERIALI .....	14
	CALCESTRUZZO STRUTTURALE .....	14
	A.5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	15
	A.6 RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	16
	VITA NOMINALE .....	17
	CLASSE D'USO .....	17
	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	18
	A.7 METODOLOGIA DI CALCOLO.....	19
	A.8 CONCLUSIONI .....	21
	A.9 REPORT DI CALCOLO.....	22
	APPENDICE A - RELAZIONE ILLUMINOTECNICA.....	53

## **1 PREMESSA**

La presente Relazione Tecnico-Illustrativa è stata commissionata da Patrimonio del Trentino spa ed è relativa al *"Piano Guida in variante al PRG area Destra Adige – Piedicastello (area ex – Italcementi e limitrofe) in C.C. di Trento"*.

Il presente elaborato concerne le opere di urbanizzazione necessarie all'inserimento nel contesto urbano del comparto C oggetto del Piano Attuativo; più nel dettaglio le opere previste riguardano la viabilità, il verde urbano, i sottoservizi e l'impianto di illuminazione.

Le scelte progettuali riportate nel seguito sono state ampiamente discusse e concordate tanto con i tecnici di riferimento di patrimonio del Trentino spa quanto con i tecnici competenti dei vari servizi del Comune di Trento.

## 2 VIABILITA': STRADA, CICLABILE e MARCIAPIEDE

La configurazione planimetrica della viabilità di progetto viene rappresentata in maniera esaustiva nell'elaborato allegato *D.T.311.01 Planimetria delle sistemazioni*. In particolare, la nuova viabilità si compone di due tratti disposti perpendicolarmente tra loro:

- **prolungamento di via Verruca in direzione ovest** – è realizzato con carreggiata a due corsie di marcia, al fine di consentire sia l'accesso che il recesso dal Comparto C, oltre che – in prospettiva – dal Comparto B. La piattaforma ha larghezza 6,50 m con corsie di 3,00 m e si innesta sull'intersezione con via Papiria. La piattaforma stradale è costeggiata, verso sud, da una recinzione provvisoria di chiusura che delimita temporaneamente il comparto C dal comparto B, a nord invece si trovano, in successione, una striscia di parcheggi di larghezza pari a 2,00 m (6 posti), il marciapiede di larghezza variabile e in ultimo il muro di confine esistente, il quale necessita di intervento di consolidamento mediante contromuro fino al livello di fondazione del marciapiede oltre che intervento di riprofilatura e sistemazione della parte sommitale mediante parziale demolizione e posa di cappuccio in lamiera.
- **collegamento con via Brescia** – di concerto con i tecnici comunali e a seguito di sopralluoghi, verificate le caratteristiche del raccordo settentrionale su via Brescia, si è scelto di realizzare sulla direttrice della storica "via Valeria" un senso unico di marcia ai fini dello "scarico" dall'ambito. La piattaforma ha quindi larghezza 3,50 m con corsia di 3,00 m; è costeggiata ad ovest dal marciapiede rialzato che funge da separazione/collegamento tra la viabilità e gli edifici del comparto C e ad est rispettivamente dall'aiuola con larghezza media di 1,25 m, dalla ciclabile di larghezza pari a 2,50 m, dal marciapiede di larghezza minima 1,50 m ed in fine dal muro di confine ex novo in c.a. con parapetto metallico sommitale il cui dimensionamento è riportato in **Appendice A**.

La pendenza longitudinale per il raccordo delle differenti altimetrie è contenuta nell'ordine del 5%. La pendenza trasversale è regolata per il deflusso laterale delle acque meteoriche nella direzione delle caditoie di raccolta (p max 2%).

Si sottolinea il fatto che la configurazione delle opere di collegamento previste rispetta le prescrizioni riportate nel "*DPR 503/96 – Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici*"

### **3 VERDE URBANO**

Gli alberi e gli arbusti verranno piantumati in sedimi appositi, costituiti da griglia superficiale e tramite utilizzo di tessuto non tessuto per la protezione delle pavimentazioni dalle radici oppure in aiuole lineari continue. Si prevede l'integrazione del sistema di irrigazione con prosecuzione della rete esistente. Come da parere rilasciato dal Servizio Gestione Strade e Parchi – Ufficio Parchi e Giardini del Comune di Trento d.d. 30/05/2022, si sono individuate le seguenti essenze:

- per il filare sul prolungamento di via Verruca: messa a dimora degli esemplari di *Carpinus betulus pyramidalis* impalcati a 2,20 m;
- per il filare sulla strada in uscita verso via Brescia: messa a dimora degli esemplari di *Ilex aquifolium* impalcati a 2,20 m;
- per le aiuole: inserimento di arbusti quali ad esempio *Berberis thunbergii* o *Skimmia japonica*.

Si rimanda alla fase esecutiva il puntuale concordamento con il servizio comunale competente in merito agli allacciamenti dell'impianto irriguo, alla verifica della qualità piante, e alla verifica della possibilità di inserire essenze arbustive nell'aiuola alberata.

#### **4 SOTTOSERVIZI**

A supporto del nuovo insediamento andrà realizzata un'adeguata rete di smaltimento delle acque bianche e delle acque nere. I punti di allaccio sono stati identificati, per entrambe, nelle rispettive camerette esistenti in via Papiria, all'intersezione con via Verruca. Di lì si partirà con l'esecuzione dei nuovi ramali:

- acque bianche – in via Verruca è prevista la posa di una tubazione in polipropilene triplo strato SN12  $\varnothing$  400 mm oltre a pozzetti di ispezione e caditoie stradali; nel tratto di strada in risalita verso via Brescia è invece prevista la posa di una tubazione in polipropilene triplo strato SN12  $\varnothing$  300 mm oltre a pozzetti di ispezione e caditoie stradali (carreggiata e pista ciclabile); sul cambio di direzione e di sezione tra i due tratti sarà posizionata la cameretta di allaccio anche per lo scarico delle acque meteoriche del lotto edificatorio, ove previsto, da effettuarsi secondo le disposizioni del regolamento di fognatura comunale;
- acque nere – è prevista la posa nel solo prolungamento di via Verruca di una tubazione in polipropilene triplo strato SN12  $\varnothing$  250 mm oltre a pozzetti di ispezione; quello di testata ovest servirà da punto di allaccio per lo scarico delle acque nere del lotto edificatorio, da effettuarsi secondo le disposizioni del regolamento di fognatura comunale.

I singoli allacciamenti dei fabbricati in stacco dalla rete comunale, in quanto opera ad uso esclusivo, non rientrano nell'elenco delle opere di urbanizzazione, ma restano a carico della proprietà. Gli allacci in via Papiria avvengono all'interno di un'area archeologica "a tutela 02" ai sensi del P.R.G. vigente, disciplinata dall'art. 75 delle Norme di Attuazione. Pertanto, si è richiesta la necessaria autorizzazione all'Ufficio beni archeologici della Soprintendenza per i beni culturali della P.A.T. dalla Per quanto concerne invece le interferenze con il progetto operativo di bonifica del sito, derivante dalle operazioni di scavo per la realizzazione dei sottoservizi, si rimanda al parere ed alle prescrizioni del Settore autorizzazioni e controlli dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente.

Nel sedime della nuova strada vengono posate anche delle predisposizioni per eventuali futuri sottoservizi. In particolare, sono previsti due cavidotti  $\varnothing$  125 mm intervallati da pozzetti di ispezione, per creare un collegamento continuo da via Papiria a via Brescia.

## **5 PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

Le strade limitrofe all'intervento sono attualmente già servite da un'efficiente pubblica illuminazione. L'indicazione ricevuta è stata pertanto quella di estendere il medesimo sistema, costituito da pali di altezza 4,00 m con proiettori led a differenti ottiche in relazione alla sottostante sezione stradale. I pali, dotati di pozzetto al piede, sono collegati da un cavidotto  $\varnothing$  110 mm e cavo 4x6 mmq FG16 alla rete esistente. Il passo e la corretta disposizione delle lampade sono stati valutati con apposito studio illuminotecnico riportato in **Appendice B**.

## **6 PARAMETRI GEOTECNICI E CONSIDERAZIONI STRUTTURALI**

Si rimanda alla fase esecutiva una più esaustiva caratterizzazione geotecnica dei terreni che sarà supportata dalle prove in sito attualmente in fase esecuzione. Si riporta comunque, in **Appendice A**, una prima caratterizzazione dei parametri geotecnici ricavati sulla base di osservazioni, rilievi condotti in zona ed a correlazioni con altre valutazioni effettuate su terreni simili, in analoghi contesti geologici oltre che ad un dimensionamento di massima delle opere in c.a. previste.

## **7 PRIME INDICAZIONI DELLA SICUREZZA**

Al fine di garantire l'esecuzione dei lavori in ottemperanza alle normative per la sicurezza nei luoghi di lavoro si prevedono le misure di sicurezza di seguito riportate, si rimanda comunque alla fase esecutiva l'esaudiva definizione delle misure di sicurezza da adottare nelle fasi di lavoro.

La prima indicazione riguarda la posa delle delimitazioni di cantiere verso gli edifici limitrofi, va infatti considerato che le lavorazioni nella zona nord-est dell'area di intervento, nel dettaglio la demolizione dei manufatti esistenti e la successiva realizzazione del muro di confine in ca, sono da realizzarsi a ridosso del piazzale a servizio delle abitazioni limitrofe, è pertanto necessario interdire l'accesso a tale zona da parte delle persone non addette ai lavori attraverso opportuna recinzione.

Per consentire l'accesso alle zone di lavoro sia ai mezzi che alle persone sono previste due zone di accesso, una ad est (nell'intersezione di via Papiria con via Verruca) ed una a nord (nei pressi del benzinaio); tali accessi saranno caratterizzati da un accesso carrabile ed uno pedonale. La scelta di garantire un duplice accesso al cantiere nasce dalla volontà di creare una circuitazione a senso unico in modo da ridurre al minimo il rischio di collisione tra i mezzi e di investimento.

Nei pressi dei varchi di entrata ed uscita dalle zone di lavoro è previsto il posizionamento di apposita cartellonistica e segnaletica al fine di inserire la viabilità interna nella rete esterna in tutta sicurezza.

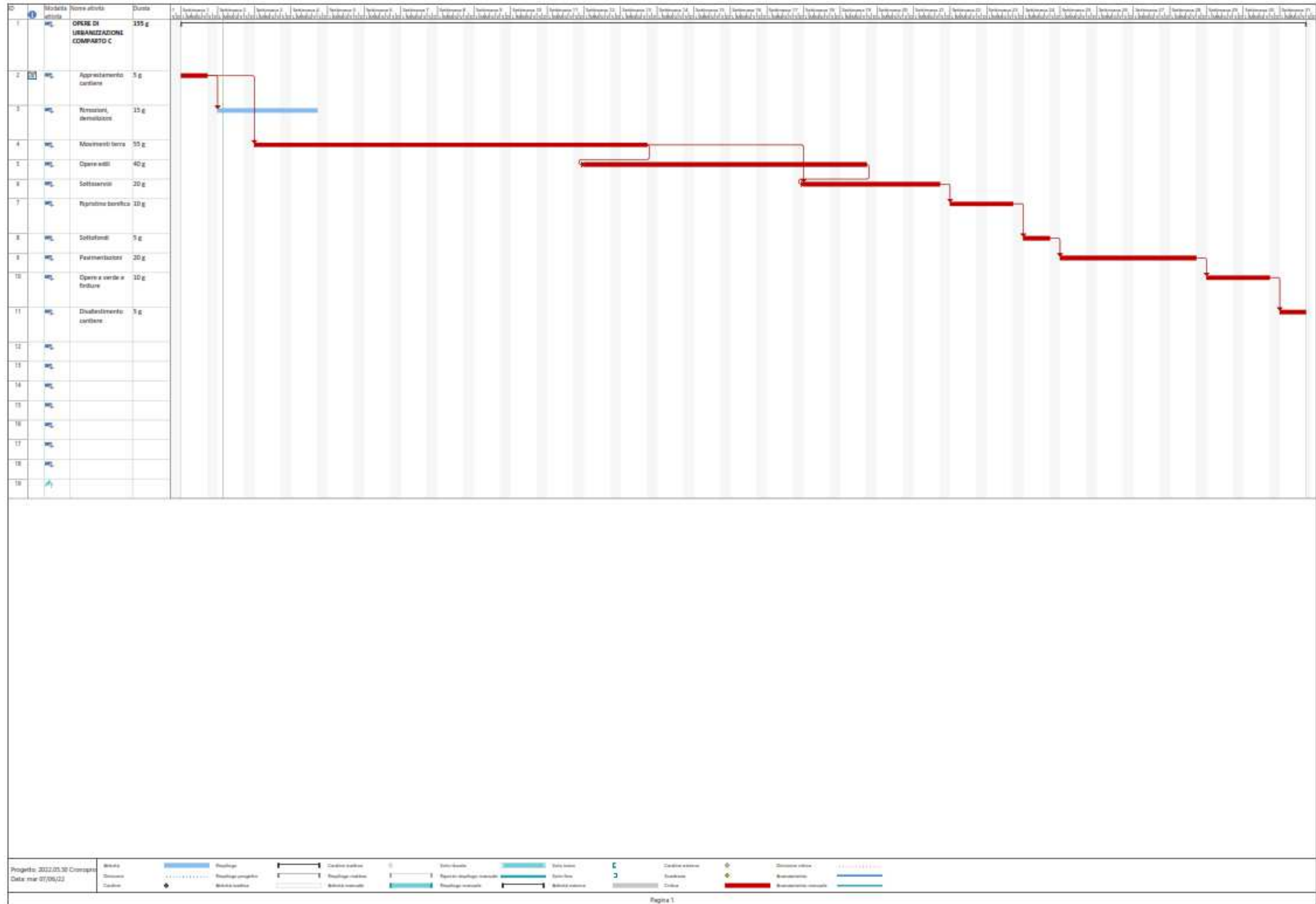
Successivamente alla delimitazione dell'area verranno posizionati il WC chimico e le baracche di cantiere dove sarà garantita la presenza della cassetta medica per le emergenze.

Per le lavorazioni di demolizione e di ricostruzione del muro di confine è previsto l'utilizzo di ponteggio fisso su ambo i lati della struttura al fine di garantire che le lavorazioni in quota vengano realizzate nel rispetto delle norme di sicurezza.

Per garantire un adeguato livello di sicurezza durante le lavorazioni che prevedono la presenza di più imprese contemporaneamente sono previste delle riunioni di cantiere alle quali sono tenuti a partecipare i rappresentanti delle imprese interessate oltre che alle figure professionali responsabili della direzione dei lavori e del coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione.

## **8 CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE**

Per l'esecuzione delle opere, di importo complessivo pari ad Euro 285.114,84 comprensivo dei costi della sicurezza, si stimano 155 giorni naturali e consecutivi, secondo il diagramma di Gantt riportato a seguire:



## 9 QADRO ECONOMICO DEI LAVORI

Per la realizzazione delle opere di urbanizzazione si è definito il seguente Quadro economico generale:

<b>L378-08 - AREA DESTRA ADIGE – EX ITALCEMENTI, PIANO DI LOTTIZZAZIONE DEL COMPARTO C – OPERE DI URBANIZZAZIONE</b>			
<b>QUADRO ECONOMICO GENERALE - ART. 13 Regolamento attuazione L.P. 26/93</b>			<b>DEFINITIVO</b>
<b>A)</b>	<b>IMPORTI A BASE DI GARA</b>		
A1)	IMPORTO DEI LAVORI		272 392,61 €
A2)	COSTI DELLA SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO D'ASTA (compresi costi covid)		12 722,23 €
<b>A)</b>	<b>TOTALE IMPORTI A BASE DI GARA</b>		<b>285 114,84 €</b>
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		
B1)	LAVORI ESCLUSI DALL'APPALTO DA ESEGUIRE IN ECONOMIA		- €
B2)	IMPREVISTI su A)	7%	19 958,04 €
B3)	ONERI COVID - aumento spese generali su A1)	0%	- €
B4)	RILIEVI, ACCERTAMENTI, INDAGINI (assistenza archeologica)		10 000,00 €
B5)	ALLACCIAMENTI PUBBLICI SERVIZI		3 000,00 €
B6)	ACQUISIZIONE E OCCUPAZIONE DI AREE E FABBRICATI E RELATIVI INDENNIZZI		- €
B7)	ACCANTONAMENTI EX ART. 46 TER COMMA 3,4 della L.P. 26/93		- €
B8)	ACCANTONAMENTO PREMIO DI ACCELERAZIONE		- €
B9)	SPESE TECNICHE		30 000,00 €
B10)	ONERI PREVIDENZIALI su B9)	4%	1 200,00 €
B11)	SPESE PER COMMISSIONI GIUDICATRICI - COLLAUDI		- €
B12)	SPESE PER OPERA D'ARTE		- €
B13)	SPESE PER ACCERTAMENTI DI LABORATORIO		1 000,00 €
B14)	SPESE ANAC, ANALISI PROGETTI E AUTORIZZAZIONI		225,00 €
B15)	FORNITURE IN DIRETTA AMMINISTRAZIONE		- €
<b>B)</b>	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		<b>65 383,04 €</b>
<b>C)</b>	<b>TOTALE IMPORTO INIZIATIVA AL NETTO DEGLI ONERI FISCALI (A+B)</b>		<b>350 497,88 €</b>
<b>D)</b>	<b>IVA, EVENTUALI ALTRE IMPOSTE E CONTRIBUTI DOVUTI PER LEGGE</b>		
D1)	IVA SU LAVORI ED IMPREVISTI (opere di urbanizzazione)	10%	30 507,29 €
D2)	IVA SU LAVORI ED IMPREVISTI	22%	
D3)	IVA SPESE TECNICHE E ONERI PREVIDENZIALI	22%	6 864,00 €
D4)	IVA SU ALLACCIAMENTI - SERVIZI	22%	3 080,00 €
D5)	IVA SU FORNITURE	22%	
<b>D)</b>	<b>TOTALE IVA, EVENTUALI ALTRE IMPOSTE E CONTRIBUTI DOVUTI PER LEGGE</b>		<b>40 451,29 €</b>
<b>E)</b>	<b>TOTALE IMPORTO INIZIATIVA AL LORDO DEGLI ONERI FISCALI (C+D)</b>		<b>390 949,17 €</b>

## **APPENDICE A - RELAZIONE GEOTECNICA E STRUTTURALE**

## **A.1 PREMESSA**

Il presente elaborato si inserisce all'interno del progetto "Area destra Adige, Ex Italcementi - Piano di lottizzazione del Comparto C" in località Piedicastello nel Comune di Possagno (TN) di cui ne costituisce la relazione di calcolo.

Nello specifico sono di seguito eseguite le verifiche di sicurezza dei muri di sostegno previsti da progetto, ai sensi del D.M. 17/01/2018, "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", aggiornate con la Circolare del 21 Gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

## **A.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" – Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018
- Circolare n.7 del 21 Gennaio 2019 C.S.LL.PP., "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical Design.
- EN 1998 Eurocode 8: Design of Structures for earthquake resistance.
- UNI EN 1997-1:2013 Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1977-2:2007 Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.
- Ancoraggi nei terreni e nelle rocce – Raccomandazioni AGI (Associazione Geotecnica Italiana) – AICAP, Roma 2012.
- UNI EN 1537 – Esecuzione di opere geotecniche speciali – ancoraggi nel terreno.
- UNI EN 14199 – Esecuzione di lavori geotecnici speciali – micropali.

## **A.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

- [1] "Area destra Adige Ex Italcementi, Piano di lottizzazione del Comparto C – Relazione geologica dell'area e Studio di Compatibilità" – Studio Geologico Associato GEOALP

## **A.4 MATERIALI**

### **CALCESTRUZZO STRUTTURALE**

- Calcestruzzo gettato in opera in conformità alla norma UNI EN 2016-1:
  - Classe di resistenza C25/30;
  - Classe di esposizione XC2/XF1;
  - Rapporto massimo A/C 0.50;
  - Copriferro minimo 40mm;
  
- Acciaio per armature in barre ad aderenza migliorata tipo B450C:
  - Resistenza caratteristica allo snervamento  $f_{yk} \geq 450\text{MPa}$ ;
  - Resistenza caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 540\text{MPa}$ ;

## A.5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione è stata eseguita con riferimento alla relazione geologica di cui al doc.rif.[1] e redatta dallo Studio Geologico Associato GeoAlp nel mese di Aprile 2022.

La modellazione geotecnica dei terreni è stata effettuata sulla base delle risultanze delle campagne geognostiche precedentemente eseguite nell'area in oggetto e ai dati bibliografici a disposizione.

Sulla base di quanto indicato nella relazione sopracitata, cui si rimanda per maggiori approfondimenti, le verifiche di sicurezza delle opere in progetto sono state eseguite adottando cautelativamente il seguente modello geotecnico dei terreni:

	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_k$ [°]	$c'_k$ [kPa]
Terreni Incoerenti di riporto e superficiali	19,0/19,0	30	0

Tabella 1: Modello geotecnico dei terreni di fondazione

dove:

- $\gamma/\gamma'$  = peso di volume del terreno / peso di volume immerso del terreno;
- $\phi'_k$  = valore caratteristico angolo di resistenza al taglio efficace;
- $c'_k$  = valore caratteristico coesione in condizioni drenate efficace;

Sulla base delle risultanze delle letture piezometriche eseguite nell'area in oggetto, la falda si colloca ad una profondità rispetto al piano campagna tale da non interferire con le opere in progetto.

Le verifiche sono pertanto state eseguite trascurando la presenza della falda stessa.

Con riferimento alla poca conoscenza di dettaglio dell'andamento litostratigrafico dei terreni di fondazione, si sottolinea la necessità di condurre una campagna indagine geognostica e geofisica approfondita finalizzata alla redazione del Progetto Esecutivo delle opere stesse.

## A.6 RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'azione sismica di riferimento per verifiche di sicurezza è stata definita sulle basi delle indicazioni delle "Norme tecniche per le costruzioni" Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018.

L'azione sismica viene valutata a partire dalla cosiddetta "pericolosità sismica di base" riferita a un sito con suolo rigido (categoria A) e superficie topografica orizzontale. In assenza di studi sismotettonici e di pericolosità sismica, si fa riferimento a quanto definito nelle NTC.

Allo stato attuale la pericolosità sismica di base sul territorio Italiano è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In figura viene riportata l'accelerazione massima orizzontale  $a_g$  di riferimento su suolo rigido con possibilità di superamento pari al 10% in 50 anni, ottenuta dal citato database, per l'area in oggetto con coordinate *Lat.46.069751 e Long.11.111718*.

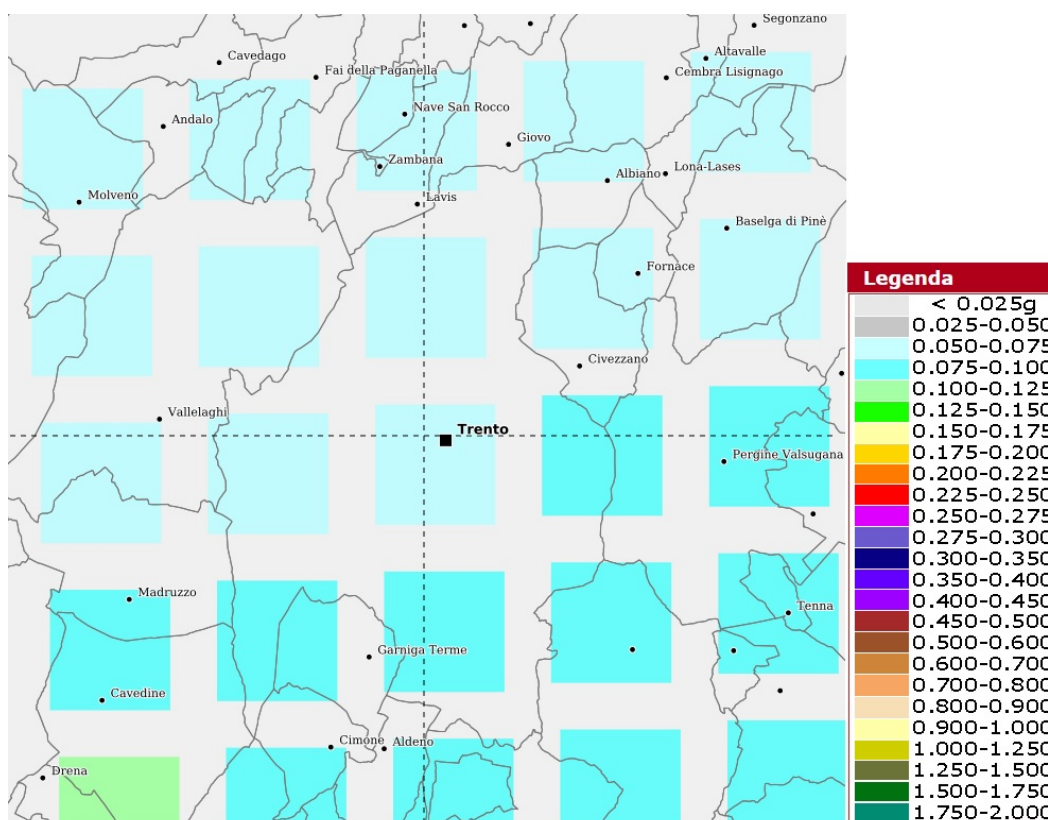


Figura 1: Accelerazione massima orizzontale  $a_g$  di riferimento su suolo rigido con possibilità del superamento pari al 10% in 50 anni, dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Alle citate coordinate sono associate i valori dei parametri  $a_g$  (accelerazione massima al sito),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T_c^*$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), riportati nella seguente tabella, per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento (forniti attraverso l'applicativo "Spettri" elaborato dal M.LL.PP).

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0,028	2,510	0,194
50	0,034	2,535	0,220
72	0,038	2,548	0,248
101	0,043	2,513	0,273
140	0,049	2,500	0,292
201	0,055	2,546	0,304
475	0,073	2,653	0,324
975	0,091	2,704	0,339
2475	0,126	2,582	0,355

Tabella 2: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$

Secondo quanto indicato nelle NTC le opere in progetto possono essere classificate come segue:

### VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera è intesa come numero di anni nel quale deve poter essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata ed è definita dalle NTC in funzione del tipo di costruzione (*tabella 2.4.I*). Nel caso del presente intervento si considera:  $V_N = 100$  anni.

### CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con lo scopo di valutare le conseguenze di una interruzione di operatività assegnata o di un eventuale collasso della struttura, le costruzioni sono catalogate in 4 classi d'uso (*par.2.4.2, NTC2018*) a cui corrisponde un valore del coefficiente d'uso  $C_u$  per la definizione dell'azione sismica.

All'opera in oggetto viene assegnata una Classe d'uso II "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti", a cui è associato un coefficiente d'uso  $C_u$  pari a 1.0.

Le azioni sismiche attese vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$ :

$$V_R = V_N \times C_u = 100 \times 1.0 = 100 \text{ anni}$$

La norma vigente definisce, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$  a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale, i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  (*Tabella 3*):

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	60	0,036	2,542	0,234
SLD	101	0,043	2,513	0,273
SLV	949	0,090	2,703	0,339
SLC	1950	0,116	2,613	0,351

Tabella 3: Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno

L'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  attesa su sito di riferimento rigido risulta, con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), pari a:

$$a_g = 0.090g$$

### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che, secondo un approccio semplificato, consiste nell'individuazione di categorie di sottosuolo e categorie topografiche di riferimento.

Per l'individuazione della categoria di suolo di fondazione, in conformità a quanto riportato nella "Relazione Geologica e Studio di Compatibilità" di cui al doc.rif.[1], è stata assunta una categoria di tipo C: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terrei a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180m/s e 360m/s (ovvero  $15 < N_{SPT,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < C_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina)".

Per quanto riguarda la categoria topografia è possibile fare riferimento alla categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

L'accelerazione massima orizzontale attesa con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), tenuto conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali e da quelle morfologiche del sito, è pari a:

$$a_{max} = a_g \times S_s \times S_t = 0.090g \times 1.5 \times 1.0 = 0.135g$$

dove:

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafia (funzione della categoria di suolo tipo C)

$S_t$  = coefficiente di amplificazione topografia (funzione della morfologia del sito)

## A.7 METODOLOGIA DI CALCOLO

Sono di seguito riportate le verifiche di sicurezza dei muri di sostegno previsti da progetto.

Le verifiche sono state eseguite in conformità a quanto riportato al §6.5.3.1.1 ed al §7.11.6.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, considerando i seguenti stati limite ultimi:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2: (A2+M2+R2).

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle *Tabella 4*, *Tabella 5*, *Tabella 6* e *Tabella 7* di seguito riportate per completezza.

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_G$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_G$

Tabella 4: Tab.6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tabella 5: Tab.6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6: Tab.6.5.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Tabella 7: Tab.6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Per le verifiche sismiche si è fatto riferimento a quanto riportato nel paragrafo §7.11.6.2.2 delle Norme Tecniche: "Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni nel rispetto della condizione [6.2.1], ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici [7.11.1] e impiegando le resistenze di progetto con i coefficienti parziali  $\gamma_R$  indicati nella tabella 7.11.III"

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Tabella 8: Tab.7.11.III – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno

Nell'analisi pseudostatica, come riportato nel paragrafo 7.11.6.2.I, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico. I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati con:

$$k_h = \beta_m \times \frac{a_{max}}{g} \quad k_v = \pm 0.5 \times k_h$$

dove:

- $\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima al sito nelle verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) pari a 0.38;
- $a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito, fornita dal progettista strutturale, riportata al §0;
- $g$  accelerazione di gravità.

Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza dei muri di sostegno sono stati effettuati utilizzando il programma di calcolo MAX16.02 (Aztec Informatica S.r.l) che è dedicato all'analisi

ed al calcolo dei muri di sostegno a gravità ed a semigravità; il codice consente anche di modellare la presenza di contrafforti, mensole, pali di fondazione e tiranti di ancoraggio. Nel software l'analisi dei carichi, il calcolo delle spinte dei terreni e le verifiche di sezione, sia statiche che sismiche, vengono effettuate in ottemperanza a quanto previsto dalla norma di riferimento. Il codice implementa le possibili combinazioni di carico previste dalle NTC18.

Come visibile negli elaborati grafici allegati, a tergo del muro e per tutto il suo sviluppo è presente un marciapiede pedonale di larghezza minima pari a 1.50m a cui si affianca una pista ciclabile di larghezza minima 2.50m.

La presenza del traffico pedonale e ciclabile è stata considerata applicando cautelativamente un carico variabile uniformemente distribuito pari a 5kPa in condizioni statiche e pari a 1.50kPa in condizioni sismiche.

La verifica è stata eseguita a favore di sicurezza considerando la sezione caratterizzata dal paramento di altezza maggiore e pari a 2.50 per una altezza complessiva di 2.70m.

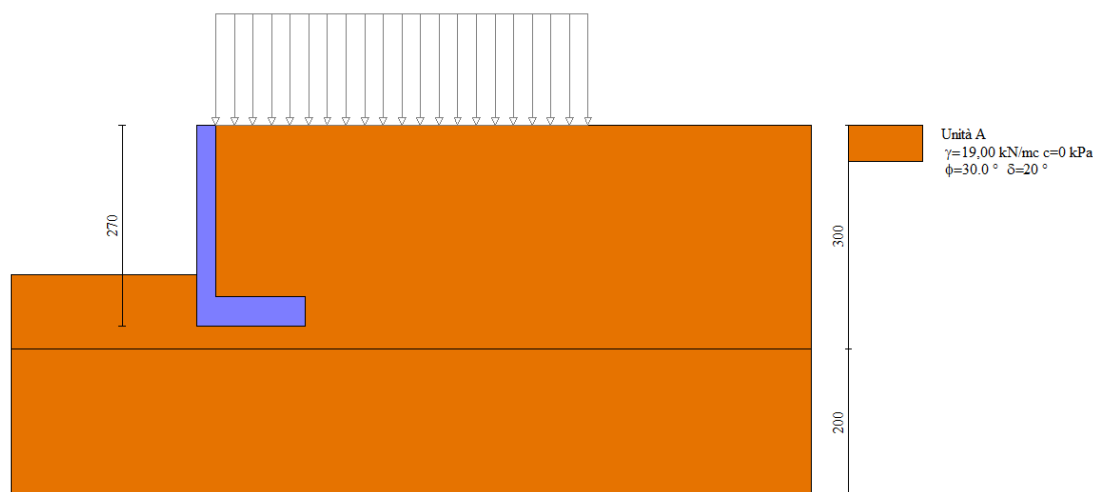


Figura 2: Sezione di calcolo [MAX 16.02 - Aztec Informatica]

## A.8 CONCLUSIONI

In conformità a quanto indicato nel report di calcolo di seguito allegato, le verifiche di sicurezza delle opere in progetto risultano soddisfatte.

## A.9 REPORT DI CALCOLO

### Richiami teorici

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Se il muro è in calcestruzzo armato: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

Se il muro è a gravità: Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione e verifica in diverse sezioni al ribaltamento, allo scorrimento ed allo schiacciamento.

### Calcolo della spinta sul muro

#### *Valori caratteristici e valori di calcolo*

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

#### *Metodo di Culmann*

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio ( $W$ ), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura ( $R$  e  $C$ ) e resistenza per coesione lungo la parete ( $A$ );
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta  $S$  sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa, al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume efficace

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione esercitata dall'acqua.

### Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta \quad \beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma_{\text{sat}} k_h}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w 1 \pm k_v}\right)$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left(\frac{\gamma k_h}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w 1 \pm k_v}\right)$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2 \beta \cos \theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

### Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $M_r$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $M_s$ ) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto  $M_s/M_r$  sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_r$ .

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

### Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_f$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_f$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

### Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c + qN_q s_q d_q i_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione
- B larghezza della fondazione
- D profondità del piano di posa
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa
- N fattori di capacità portante
- d fattori di profondità del piano di posa
- i fattori di inclinazione del carico

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	$N_q = e^{0.125 \phi} K_p$	$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi)$
Fattori di forma	$\phi = 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{l'}$	$s_q = 1$	$s_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$s_c = 1 + 0.2 K_p \frac{B'}{l'}$	$s_q = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{l'}$	$s_\gamma = 1 + 0.1 K_p \frac{B'}{l'}$
Fattori di profondità	$\phi = 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1$	$d_\gamma = 1$
	$\phi > 0$	$d_c = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_q = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$	$d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$
Fattori di inclinazione del carico	$\phi = 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\phi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\phi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = 0$
	$\phi > 0$	$i_c = \left(1 - \frac{\phi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_q = \left(1 - \frac{\phi^2}{90^\circ}\right)^2$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{\phi^2}{90^\circ}\right)^2$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

### Riduzione per eccentricità del carico

Nel caso in cui il carico al piano di posa della fondazione risulta eccentrico, Meyerhof propone di moltiplicare la capacità portante ultima per un fattore correttivo  $R_e$

$R_e = 1.0 - 2.0 \frac{e}{B}$	per terreni coesivi
$R_e = 1.0 - \sqrt{\frac{e}{B}}$	per terreni incoerenti

con  $e$  eccentricità del carico e  $B$  la dimensione minore della fondazione.

### Riduzione per effetto piastra

Per valori elevati di B (dimensione minore della fondazione), Bowles propone di utilizzare un fattore correttivo  $r_\gamma$  del solo termine sul peso di volume ( $0.5 B \gamma N_\gamma$ ) quando B supera i 2 m.

$$r_\gamma = 1.0 - 0.25 \log \frac{B}{2.0}$$

Il termine sul peso di volume diventa:

$$0.5 B \gamma N_\gamma r_\gamma$$

### Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \phi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione  $n$  è il numero delle strisce considerate,  $b_i$  e  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ -esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ -esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine  $m$  che è funzione di  $\eta$ . Quindi essa è risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per  $\eta$  da inserire nell'espressione di  $m$  ed iterare fin quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

**Dati****Materiali****Simbologia adottata**

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale
<u>Calcestruzzo armato</u>	
C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
$\gamma$	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R <sub>ck</sub>	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

**Calcestruzzo armato**

n°	Descr	C	A	$\gamma$ [kN/mc]	R <sub>ck</sub> [kPa]	E [kPa]	$\nu$	n	ntc
1	C25/30	C25/30	B450C	24,5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

**Acciai**

Descr	f <sub>yk</sub> [kPa]	f <sub>uk</sub> [kPa]
B450C	450000	540000

**Geometria profilo terreno a monte del muro****Simbologia adottata**

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

n°	numero ordine del punto
X	ascissa del punto espressa in [m]
Y	ordinata del punto espressa in [m]
A	inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0,00	0,00	0.000
2	8,00	0,00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

**Geometria muro****Geometria paramento e fondazione**

Lunghezza muro 10,00 [m]

**Paramento**

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2,30	[m]
Altezza paramento libero	2,00	[m]
Spessore in sommità	0,25	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,25	[m]
Inclinazione paramento esterno	0,00	[°]
Inclinazione paramento interno	0,00	[°]

**Fondazione**

Materiale C25/30

Lunghezza mensola di valle	0,00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1,20	[m]
Lunghezza totale	1,45	[m]
Inclinazione piano di posa	0,00	[°]
Spessore	0,40	[m]
Spessore magrone	0,00	[m]

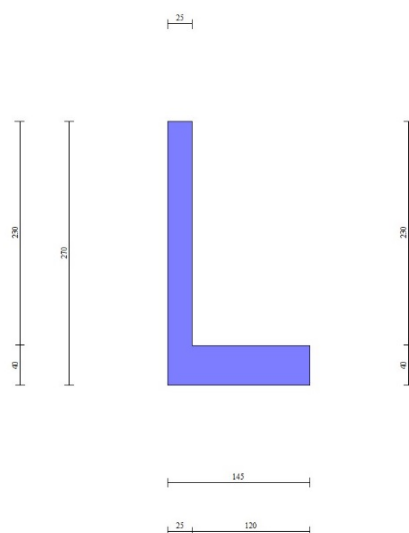


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

## Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

#### Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kPa]
Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix	
Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
$\tau_l$	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	$\gamma$ [kN/mc]	$\gamma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [kPa]	$c_a$ [kPa]	Cesp	$\tau_l$ [kPa]
1	Unità A	19,0000	19,0000	30.000	20.000	0	0	---	---

## Stratigrafia

#### Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
$\alpha$	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Per calcolo pali (solo se presenti)	
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)
Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')	
Kst <sub>sta</sub> , Kst <sub>sis</sub>	Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	$\alpha$ [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Kwt [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	3,00	0.000	Unità A	1.000	0.577	---	---	---	---	---
2	2,00	0.000	Unità A	3.000	1.732	---	---	---	---	---



Fig. 2 - Stratigrafia

### Condizioni di carico

#### Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F<sub>x</sub> Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F<sub>y</sub> Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X<sub>i</sub> Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X<sub>f</sub> Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q<sub>i</sub> Intensità del carico per x=X<sub>i</sub> espressa in [kN]

Q<sub>f</sub> Intensità del carico per x=X<sub>f</sub> espressa in [kN]

#### Condizione n° 1 (Carichi traffico - Statico) - VARIABILE

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$

#### Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	M [kNm]	X <sub>i</sub> [m]	X <sub>f</sub> [m]	Q <sub>i</sub> [kN]	Q <sub>f</sub> [kN]
1	Distribuito					0,00	5,00	5,0000	5,0000

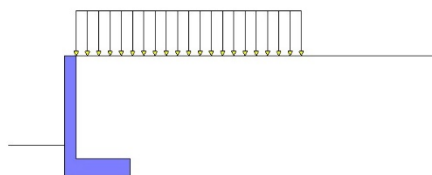


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Condizione n° 2 (Carichi Traffico - Sismico) - VARIABILECoeff. di combinazione  $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=1.00 - \Psi_2=1.00$ Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0,00	5,00	1,500	1,500

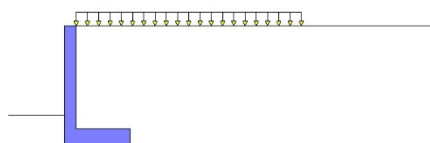


Fig. 4 - Carichi sul terreno

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche	
			UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi')}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili.

I valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.50	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.30	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.50	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi Traffico - Sismico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 10 - SLER**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 11 - SLEF**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Combinazione n° 12 - SLEQ**

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Carichi traffico - Statico	1.00	1.00	Sfavorevole

**Dati sismici**

Comune	
Provincia	
Regione	
Latitudine	46.070652
Longitudine	11.111718
Indice punti di interpolazione	9846 - 9624 - 9623 - 9845
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Opere strategiche
Vita di riferimento	100 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		0.876	0.422
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.089	0.043
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.704	2.514
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.339	0.272
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500

	<b>Simbolo</b>	<b>U.M.</b>	<b>SLU</b>	<b>SLE</b>
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St	T1	1.000	

<b>Stato limite ...</b>	<b>Coeff. di riduzione <math>\beta_m</math></b>	<b>kh [%]</b>	<b>kv [%]</b>
Ultimo	0.380	5.092	2.546
Ultimo - Ribaltamento	0.570	7.638	3.819
Esercizio	0.470	3.033	1.517

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

**Opzioni di calcolo**Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof	
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)		Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza Meyerhof		
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna	
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma N_\gamma$ )	Larghezza	ridotta

(B')

Fattori di forma e inclinazione del carico Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Modello a blocchi	
Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti	
Spostamento limite	5,00 [cm]

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

## Risultati per combinazione

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	32,79	20,00	30,81	11,22	1,20	-1,72
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,32/0,00	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	61,44/0,00	0,60	-1,15
2	Spinta statica	21,80	20,00	20,48	7,46	1,20	-1,77
	Incremento di spinta sismica		2,97	2,79	1,01	1,20	-1,35
	Peso/Inerzia muro		1,44	1,44	28,32/0,72	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno		2,76	2,76	54,24/1,38	0,60	-1,15
3	Spinta statica	21,80	20,00	20,48	7,46	1,20	-1,77
	Incremento di spinta sismica		1,86	1,75	0,64	1,20	-1,35
	Peso/Inerzia muro		1,44	1,44	28,32/-0,72	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno		2,76	2,76	54,24/-1,38	0,60	-1,15
10	Spinta statica	24,61	20,00	23,12	8,42	1,20	-1,73
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,32/0,00	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	58,44/0,00	0,60	-1,15
11	Spinta statica	24,61	20,00	23,12	8,42	1,20	-1,73
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,32/0,00	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	58,44/0,00	0,60	-1,15
12	Spinta statica	24,61	20,00	23,12	8,42	1,20	-1,73
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,32/0,00	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	58,44/0,00	0,60	-1,15

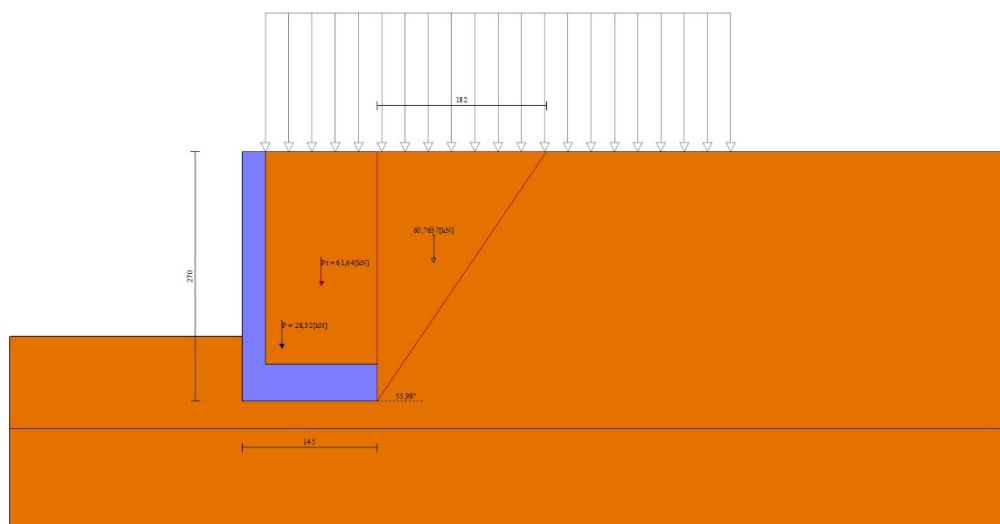


Fig. 5 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

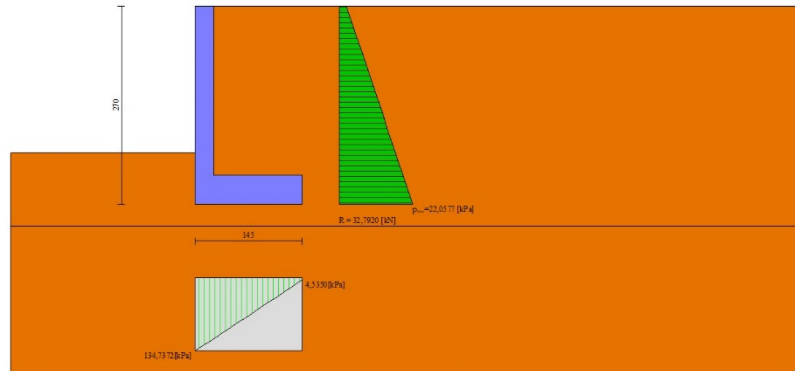


Fig. 6 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

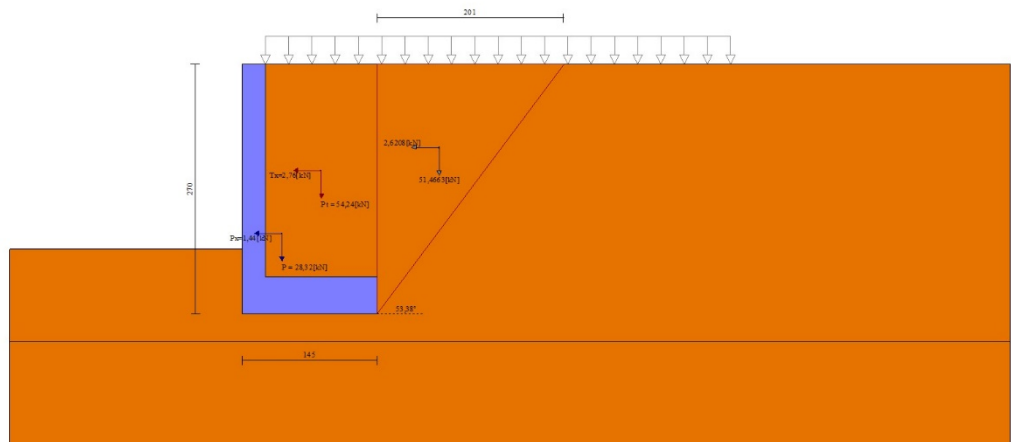


Fig. 7 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

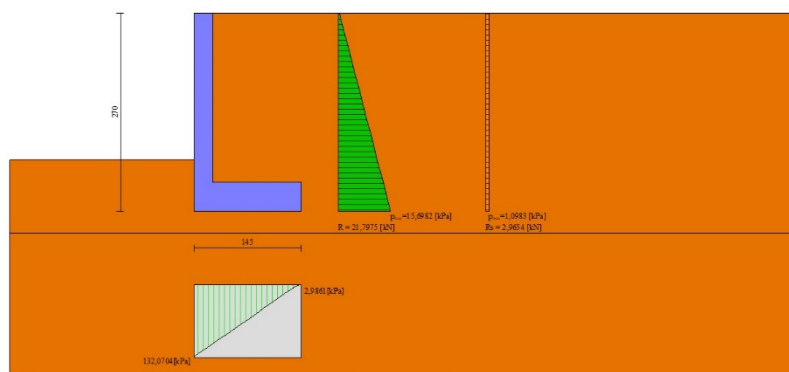


Fig. 8 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	100,97	30,81	30,28	80,56	0,227
2 - STR (A1-M1-R3)	93,13	27,47	28,25	71,94	0,256
3 - STR (A1-M1-R3)	88,55	26,44	28,33	69,91	0,255
4 - GEO (A2-M2-R2)	97,39	30,35	30,08	76,09	0,253
5 - GEO (A2-M2-R2)	93,13	27,47	28,25	71,94	0,256
6 - GEO (A2-M2-R2)	88,55	26,44	28,33	69,91	0,255
7 - EQU (A1-M1-R3)	100,97	30,81	30,28	80,56	0,227
8 - EQU (A1-M1-R3)	94,72	31,07	33,03	73,47	0,298
9 - EQU (A1-M1-R3)	87,86	29,53	33,17	70,43	0,301
10 - SLEF	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185
11 - SLEF	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185
12 - SLEQ	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.193		1.898			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.234		2.031			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.219		2.117			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.583		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.898		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.888		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.660				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.224				

Cmb	Sismica	FSsco	FSRIB	FSQLIM	FSSTAB	FSHYD	FSUPL
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.123				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	36,75	0,00	0,00	--	--	36,75	30,81	1.193
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	33,90	0,00	0,00	--	--	33,90	27,47	1.234
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	32,23	0,00	0,00	--	--	32,23	26,44	1.219

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limite e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	100,97	191,64	136,88	1.898
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	93,13	189,19	157,66	2.031
3 - STR (A1-M1-R3) H - V	88,55	187,44	156,20	2.117

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic
ry	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B\gamma N_c$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	30.140	0.658	1.167	--	--	--	--	--	--	0.604	1.000
	18.401	0.658	1.084	--	--	--	--	--	--		
	15.668	0.189	1.084	--	--	--	--	--	--		
2	30.140	0.668	1.167	--	--	--	--	--	--	0.580	1.000
	18.401	0.668	1.084	--	--	--	--	--	--		
	15.668	0.204	1.084	--	--	--	--	--	--		
3	30.140	0.665	1.167	--	--	--	--	--	--	0.580	1.000
	18.401	0.665	1.084	--	--	--	--	--	--		
	15.668	0.199	1.084	--	--	--	--	--	--		

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	c [kPa]
1	0,70	1,45	1,26	19,00	30,00	0
2	0,70	1,45	1,26	19,00	30,00	0
3	0,70	1,45	1,26	19,00	30,00	0

**Verifica a ribaltamento****Simbologia adottata**

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	80,56	30,28	2.660
8 - EQU (A1-M1-R3) H + V	73,47	33,03	2.224
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	70,43	33,17	2.123

**Verifica stabilità globale muro + terreno****Simbologia adottata**

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,00	4,08	1.583
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0,50; 1,00	4,08	1.898
6 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0,50; 1,50	4,54	1.888

**Dettagli strisce verifiche stabilità****Simbologia adottata**

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
 α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 φ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

**Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)**

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1,87	1,75	0,00	3,47 - 0,27	69.666	24.791	0	0,0	
2	4,99	1,75	0,00	0,27	61.031	24.791	0	0,0	
3	7,19	1,75	0,00	0,27	53.898	24.791	0	0,0	
4	8,90	1,75	0,00	0,27	47.855	24.791	0	0,0	
5	10,30	1,75	0,00	0,27	42.461	24.791	0	0,0	
6	11,47	1,75	0,00	0,27	37.503	24.791	0	0,0	
7	12,45	1,75	0,00	0,27	32.857	24.791	0	0,0	
8	13,27	1,75	0,00	0,27	28.445	24.791	0	0,0	
9	14,31	1,75	0,00	0,27	24.212	24.791	0	0,0	
10	15,12	1,75	0,00	0,27	20.115	24.791	0	0,0	
11	15,57	1,75	0,00	0,27	16.124	24.791	0	0,0	
12	15,92	1,75	0,00	0,27	12.212	24.791	0	0,0	
13	15,58	1,48	0,00	0,27	8.357	24.791	0	0,0	
14	16,47	0,00	0,00	0,27	4.541	24.791	0	0,0	
15	5,54	0,00	0,00	0,27	0.744	24.791	0	0,0	
16	5,51	0,00	0,00	0,27	-3.049	24.791	0	0,0	
17	5,39	0,00	0,00	0,27	-6.856	24.791	0	0,0	
18	5,17	0,00	0,00	0,27	-10.693	24.791	0	0,0	
19	4,86	0,00	0,00	0,27	-14.580	24.791	0	0,0	
20	4,45	0,00	0,00	0,27	-18.538	24.791	0	0,0	
21	3,93	0,00	0,00	0,27	-22.589	24.791	0	0,0	
22	3,29	0,00	0,00	0,27	-26.765	24.791	0	0,0	
23	2,53	0,00	0,00	0,27	-31.101	24.791	0	0,0	
24	1,61	0,00	0,00	0,27	-35.647	24.791	0	0,0	
25	0,52	0,00	0,00	-3,28 - 0,27	-38.850	24.791	0	0,0	

**Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V**

n°	W	Qy	Qf	b	α	φ	c	u	Tx; Ty
----	---	----	----	---	---	---	---	---	--------

	[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1,87	0,40	0,00	3,47 - 0,27	69.666	30.000	0	0,0	
2	4,99	0,40	0,00	0,27	61.031	30.000	0	0,0	
3	7,19	0,40	0,00	0,27	53.898	30.000	0	0,0	
4	8,90	0,40	0,00	0,27	47.855	30.000	0	0,0	
5	10,30	0,40	0,00	0,27	42.461	30.000	0	0,0	
6	11,47	0,40	0,00	0,27	37.503	30.000	0	0,0	
7	12,45	0,40	0,00	0,27	32.857	30.000	0	0,0	
8	13,27	0,40	0,00	0,27	28.445	30.000	0	0,0	
9	14,31	0,40	0,00	0,27	24.212	30.000	0	0,0	
10	15,12	0,40	0,00	0,27	20.115	30.000	0	0,0	
11	15,57	0,40	0,00	0,27	16.124	30.000	0	0,0	
12	15,92	0,40	0,00	0,27	12.212	30.000	0	0,0	
13	15,58	0,34	0,00	0,27	8.357	30.000	0	0,0	
14	16,47	0,00	0,00	0,27	4.541	30.000	0	0,0	
15	5,54	0,00	0,00	0,27	0.744	30.000	0	0,0	
16	5,51	0,00	0,00	0,27	-3.049	30.000	0	0,0	
17	5,39	0,00	0,00	0,27	-6.856	30.000	0	0,0	
18	5,17	0,00	0,00	0,27	-10.693	30.000	0	0,0	
19	4,86	0,00	0,00	0,27	-14.580	30.000	0	0,0	
20	4,45	0,00	0,00	0,27	-18.538	30.000	0	0,0	
21	3,93	0,00	0,00	0,27	-22.589	30.000	0	0,0	
22	3,29	0,00	0,00	0,27	-26.765	30.000	0	0,0	
23	2,53	0,00	0,00	0,27	-31.101	30.000	0	0,0	
24	1,61	0,00	0,00	0,27	-35.647	30.000	0	0,0	
25	0,52	0,00	0,00	-3,28 - 0,27	-38.850	30.000	0	0,0	

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	α [°]	φ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1,73	0,43	0,00	3,80 - 0,29	65.545	30.000	0	0,0	
2	4,75	0,43	0,00	0,29	58.496	30.000	0	0,0	
3	7,05	0,43	0,00	0,29	52.058	30.000	0	0,0	
4	8,89	0,43	0,00	0,29	46.461	30.000	0	0,0	
5	10,42	0,43	0,00	0,29	41.398	30.000	0	0,0	
6	11,70	0,43	0,00	0,29	36.706	30.000	0	0,0	
7	12,79	0,43	0,00	0,29	32.288	30.000	0	0,0	
8	13,71	0,43	0,00	0,29	28.077	30.000	0	0,0	
9	14,48	0,43	0,00	0,29	24.026	30.000	0	0,0	
10	15,75	0,43	0,00	0,29	20.100	30.000	0	0,0	
11	16,27	0,43	0,00	0,29	16.270	30.000	0	0,0	
12	16,68	0,43	0,00	0,29	12.514	30.000	0	0,0	
13	16,98	0,43	0,00	0,29	8.813	30.000	0	0,0	
14	20,17	0,08	0,00	0,29	5.148	30.000	0	0,0	
15	6,37	0,00	0,00	0,29	1.504	30.000	0	0,0	
16	5,67	0,00	0,00	0,29	-2.134	30.000	0	0,0	
17	5,56	0,00	0,00	0,29	-5.780	30.000	0	0,0	
18	5,35	0,00	0,00	0,29	-9.450	30.000	0	0,0	
19	5,03	0,00	0,00	0,29	-13.160	30.000	0	0,0	
20	4,61	0,00	0,00	0,29	-16.927	30.000	0	0,0	
21	4,07	0,00	0,00	0,29	-20.772	30.000	0	0,0	
22	3,41	0,00	0,00	0,29	-24.717	30.000	0	0,0	
23	2,61	0,00	0,00	0,29	-28.793	30.000	0	0,0	
24	1,66	0,00	0,00	0,29	-33.036	30.000	0	0,0	
25	0,55	0,00	0,00	-3,41 - 0,29	-36.145	30.000	0	0,0	

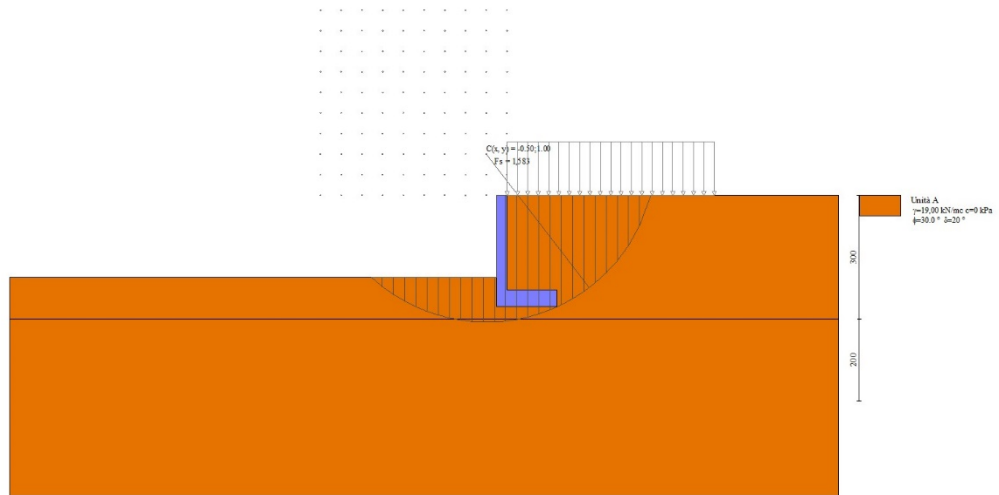


Fig. 9 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

SollecitazioniElementi calcolati a traveSimbologia adottata

n° Indice della sezione

X Posizione della sezione, espresso in [m]

N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.

T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle

M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

ParamentoCombinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,61	0,24	0,01
3	-0,20	1,23	0,56	0,05
4	-0,30	1,84	0,94	0,13
5	-0,40	2,45	1,39	0,24
6	-0,50	3,06	1,91	0,41
7	-0,60	3,68	2,50	0,63
8	-0,70	4,29	3,16	0,91
9	-0,80	4,90	3,89	1,26
10	-0,90	5,52	4,68	1,69
11	-1,00	6,13	5,55	2,20
12	-1,10	6,74	6,48	2,80
13	-1,20	7,36	7,49	3,50
14	-1,30	7,97	8,56	4,30
15	-1,40	8,58	9,70	5,21
16	-1,50	9,19	10,91	6,24
17	-1,60	9,81	12,19	7,40
18	-1,70	10,42	13,54	8,68
19	-1,80	11,03	14,95	10,11
20	-1,90	11,65	16,44	11,68
21	-2,00	12,26	18,00	13,40
22	-2,10	12,87	19,62	15,28
23	-2,20	13,48	21,31	17,32
24	-2,30	14,10	23,08	19,54

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,63	0,19	0,01
3	-0,20	1,26	0,43	0,04
4	-0,30	1,89	0,73	0,10
5	-0,40	2,51	1,07	0,19
6	-0,50	3,14	1,48	0,31
7	-0,60	3,77	1,93	0,48
8	-0,70	4,40	2,44	0,70
9	-0,80	5,03	3,00	0,97
10	-0,90	5,66	3,61	1,30
11	-1,00	6,29	4,28	1,70
12	-1,10	6,91	4,99	2,16
13	-1,20	7,54	5,77	2,70
14	-1,30	8,17	6,59	3,31
15	-1,40	8,80	7,47	4,02
16	-1,50	9,43	8,40	4,81
17	-1,60	10,06	9,39	5,70
18	-1,70	10,69	10,43	6,69
19	-1,80	11,31	11,52	7,79
20	-1,90	11,94	12,66	8,99
21	-2,00	12,57	13,86	10,32
22	-2,10	13,20	15,11	11,77
23	-2,20	13,83	16,41	13,34
24	-2,30	14,46	17,77	15,05

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,60	0,16	0,01
3	-0,20	1,19	0,37	0,03

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0,30	1,79	0,63	0,08
5	-0,40	2,39	0,94	0,16
6	-0,50	2,99	1,31	0,27
7	-0,60	3,58	1,73	0,42
8	-0,70	4,18	2,21	0,62
9	-0,80	4,78	2,73	0,87
10	-0,90	5,38	3,31	1,17
11	-1,00	5,97	3,95	1,53
12	-1,10	6,57	4,63	1,96
13	-1,20	7,17	5,37	2,46
14	-1,30	7,77	6,16	3,04
15	-1,40	8,36	7,01	3,69
16	-1,50	8,96	7,91	4,44
17	-1,60	9,56	8,86	5,28
18	-1,70	10,15	9,86	6,21
19	-1,80	10,75	10,92	7,25
20	-1,90	11,35	12,03	8,40
21	-2,00	11,95	13,20	9,66
22	-2,10	12,54	14,41	11,04
23	-2,20	13,14	15,68	12,54
24	-2,30	13,74	17,01	14,18

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,61	0,17	0,01
3	-0,20	1,23	0,39	0,04
4	-0,30	1,84	0,66	0,09
5	-0,40	2,45	0,99	0,17
6	-0,50	3,06	1,36	0,29
7	-0,60	3,68	1,80	0,44
8	-0,70	4,29	2,28	0,65
9	-0,80	4,90	2,82	0,90
10	-0,90	5,52	3,41	1,21
11	-1,00	6,13	4,05	1,59
12	-1,10	6,74	4,75	2,03
13	-1,20	7,36	5,50	2,54
14	-1,30	7,97	6,30	3,13
15	-1,40	8,58	7,16	3,80
16	-1,50	9,19	8,07	4,56
17	-1,60	9,81	9,03	5,42
18	-1,70	10,42	10,05	6,37
19	-1,80	11,03	11,12	7,43
20	-1,90	11,65	12,24	8,59
21	-2,00	12,26	13,41	9,88
22	-2,10	12,87	14,64	11,28
23	-2,20	13,48	15,92	12,81
24	-2,30	14,10	17,26	14,46

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,61	0,17	0,01
3	-0,20	1,23	0,39	0,04
4	-0,30	1,84	0,66	0,09
5	-0,40	2,45	0,99	0,17
6	-0,50	3,06	1,36	0,29
7	-0,60	3,68	1,80	0,44
8	-0,70	4,29	2,28	0,65
9	-0,80	4,90	2,82	0,90
10	-0,90	5,52	3,41	1,21
11	-1,00	6,13	4,05	1,59
12	-1,10	6,74	4,75	2,03
13	-1,20	7,36	5,50	2,54
14	-1,30	7,97	6,30	3,13
15	-1,40	8,58	7,16	3,80
16	-1,50	9,19	8,07	4,56
17	-1,60	9,81	9,03	5,42
18	-1,70	10,42	10,05	6,37
19	-1,80	11,03	11,12	7,43
20	-1,90	11,65	12,24	8,59
21	-2,00	12,26	13,41	9,88
22	-2,10	12,87	14,64	11,28
23	-2,20	13,48	15,92	12,81
24	-2,30	14,10	17,26	14,46

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
2	-0,10	0,61	0,17	0,01
3	-0,20	1,23	0,39	0,04
4	-0,30	1,84	0,66	0,09
5	-0,40	2,45	0,99	0,17
6	-0,50	3,06	1,36	0,29
7	-0,60	3,68	1,80	0,44
8	-0,70	4,29	2,28	0,65
9	-0,80	4,90	2,82	0,90
10	-0,90	5,52	3,41	1,21
11	-1,00	6,13	4,05	1,59
12	-1,10	6,74	4,75	2,03
13	-1,20	7,36	5,50	2,54
14	-1,30	7,97	6,30	3,13
15	-1,40	8,58	7,16	3,80
16	-1,50	9,19	8,07	4,56
17	-1,60	9,81	9,03	5,42
18	-1,70	10,42	10,05	6,37
19	-1,80	11,03	11,12	7,43
20	-1,90	11,65	12,24	8,59
21	-2,00	12,26	13,41	9,88
22	-2,10	12,87	14,64	11,28
23	-2,20	13,48	15,92	12,81
24	-2,30	14,10	17,26	14,46

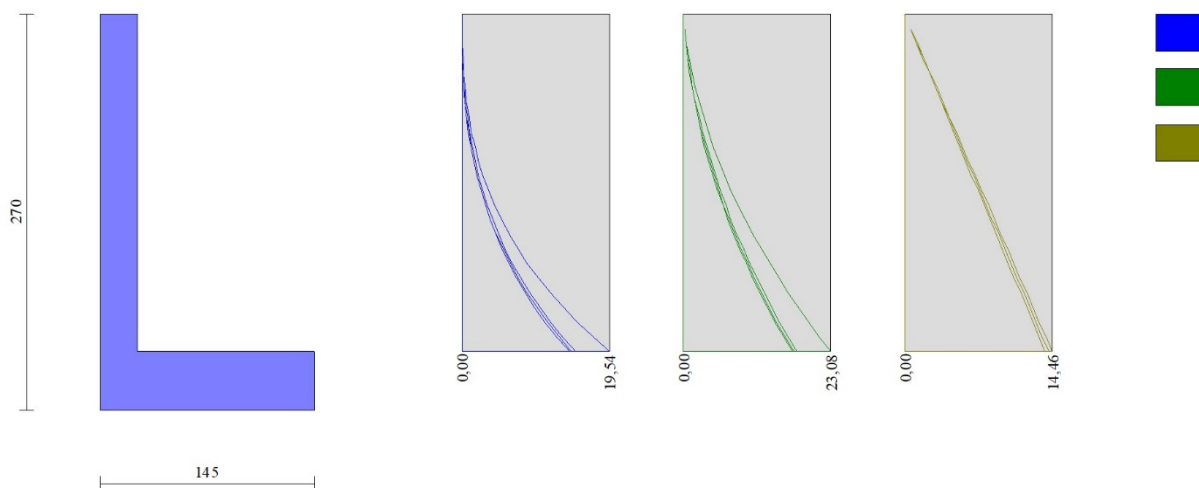


Fig. 10 - Paramento (Inviluppo)

**Fondazione****Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-18,85	-24,24
2	0,10	0,00	-22,21	-22,18
3	0,20	0,00	-24,68	-19,83
4	0,30	0,00	-26,26	-17,27
5	0,40	0,00	-26,93	-14,60
6	0,50	0,00	-26,71	-11,91
7	0,60	0,00	-25,59	-9,29
8	0,70	0,00	-23,57	-6,83
9	0,80	0,00	-20,65	-4,61
10	0,90	0,00	-16,83	-2,73
11	1,00	0,00	-12,12	-1,27
12	1,10	0,00	-6,51	-0,33
13	1,20	0,00	0,00	0,00

**Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V**

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-2,97	-15,20

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
2	0,10	0,00	-7,86	-14,65
3	0,20	0,00	-11,82	-13,65
4	0,30	0,00	-14,84	-12,31
5	0,40	0,00	-16,93	-10,72
6	0,50	0,00	-18,07	-8,96
7	0,60	0,00	-18,28	-7,13
8	0,70	0,00	-17,56	-5,33
9	0,80	0,00	-15,89	-3,65
10	0,90	0,00	-13,29	-2,19
11	1,00	0,00	-9,75	-1,03
12	1,10	0,00	-5,27	-0,27
13	1,20	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-6,05	-16,36
2	0,10	0,00	-10,42	-15,53
3	0,20	0,00	-13,91	-14,31
4	0,30	0,00	-16,51	-12,78
5	0,40	0,00	-18,22	-11,03
6	0,50	0,00	-19,04	-9,16
7	0,60	0,00	-18,97	-7,26
8	0,70	0,00	-18,01	-5,40
9	0,80	0,00	-16,16	-3,68
10	0,90	0,00	-13,42	-2,20
11	1,00	0,00	-9,80	-1,03
12	1,10	0,00	-5,28	-0,27
13	1,20	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 10 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-1,76	-10,96
2	0,10	0,00	-5,40	-10,60
3	0,20	0,00	-8,35	-9,90
4	0,30	0,00	-10,61	-8,95
5	0,40	0,00	-12,18	-7,81
6	0,50	0,00	-13,06	-6,54
7	0,60	0,00	-13,26	-5,22
8	0,70	0,00	-12,77	-3,91
9	0,80	0,00	-11,59	-2,69
10	0,90	0,00	-9,73	-1,61
11	1,00	0,00	-7,17	-0,76
12	1,10	0,00	-3,93	-0,20
13	1,20	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 11 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-1,76	-10,96
2	0,10	0,00	-5,40	-10,60
3	0,20	0,00	-8,35	-9,90
4	0,30	0,00	-10,61	-8,95
5	0,40	0,00	-12,18	-7,81
6	0,50	0,00	-13,06	-6,54
7	0,60	0,00	-13,26	-5,22
8	0,70	0,00	-12,77	-3,91
9	0,80	0,00	-11,59	-2,69
10	0,90	0,00	-9,73	-1,61
11	1,00	0,00	-7,17	-0,76
12	1,10	0,00	-3,93	-0,20
13	1,20	0,00	0,00	0,00

Combinazione n° 12 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0,00	0,00	-1,76	-10,96
2	0,10	0,00	-5,40	-10,60
3	0,20	0,00	-8,35	-9,90
4	0,30	0,00	-10,61	-8,95
5	0,40	0,00	-12,18	-7,81
6	0,50	0,00	-13,06	-6,54
7	0,60	0,00	-13,26	-5,22
8	0,70	0,00	-12,77	-3,91
9	0,80	0,00	-11,59	-2,69
10	0,90	0,00	-9,73	-1,61
11	1,00	0,00	-7,17	-0,76
12	1,10	0,00	-3,93	-0,20

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
13	1,20	0,00	0,00	0,00



145

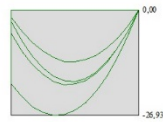
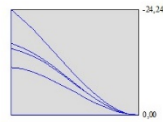


Fig. 11 - Fondazione (Inviluppo)

## Risultati per inviluppo

### Spinta e forze

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	32,79	20,00	30,81	11,22	1,20	-1,72
	Peso/Inerzia muro			0,00	28,32/0,00	0,18	-1,83
	Peso/Inerzia terrapieno			0,00	61,44/0,00	0,60	-1,15

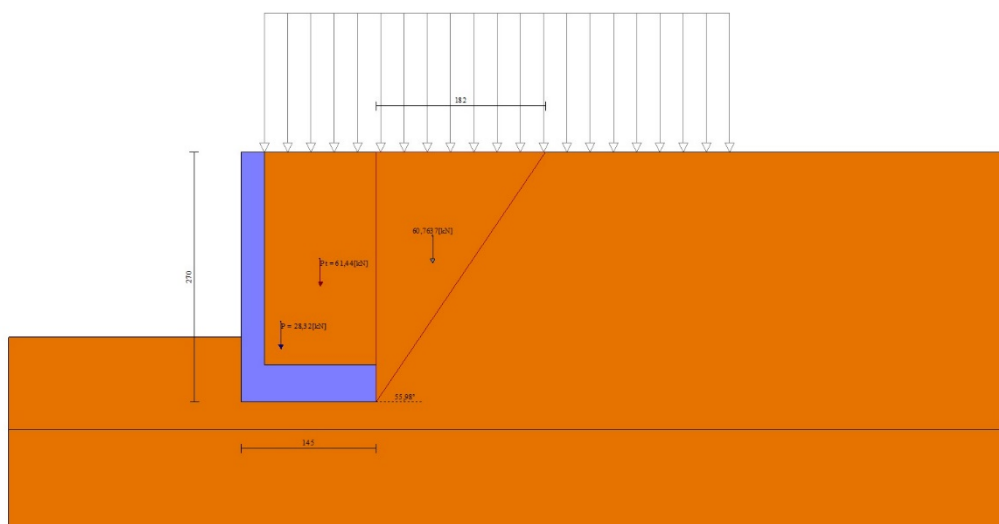


Fig. 12 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

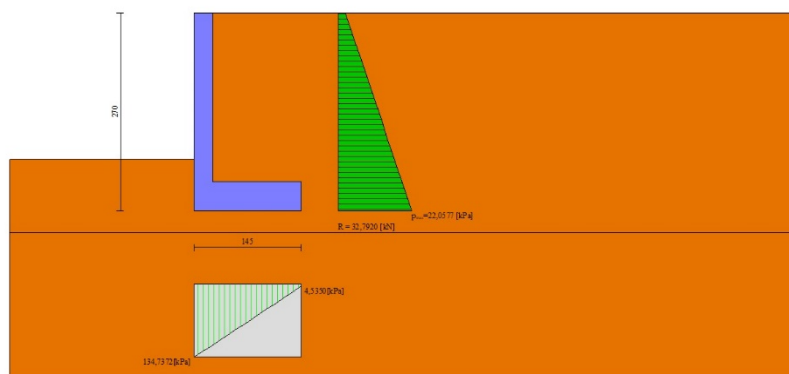


Fig. 13 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

## Risultanti globali

### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

Ic	N [kN]	T [kN]	M <sub>r</sub> [kNm]	M <sub>s</sub> [kNm]	ecc [m]
1 - STR (A1-M1-R3)	100,97	30,81	30,28	80,56	0,227
2 - STR (A1-M1-R3)	93,13	27,47	28,25	71,94	0,256
3 - STR (A1-M1-R3)	88,55	26,44	28,33	69,91	0,255
4 - GEO (A2-M2-R2)	97,39	30,35	30,08	76,09	0,253
5 - GEO (A2-M2-R2)	93,13	27,47	28,25	71,94	0,256
6 - GEO (A2-M2-R2)	88,55	26,44	28,33	69,91	0,255
7 - EQU (A1-M1-R3)	100,97	30,81	30,28	80,56	0,227
8 - EQU (A1-M1-R3)	94,72	31,07	33,03	73,47	0,298
9 - EQU (A1-M1-R3)	87,86	29,53	33,17	70,43	0,301
10 - SLER	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185
11 - SLEF	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185
12 - SLEQ	95,17	23,12	22,51	73,95	0,185

## Verifiche geotecniche

### Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

#### Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.193		1.898			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.234		2.031			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.219		2.117			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.583		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.898		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.888		
7 - EQU (A1-M1-R3)			2.660				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.224				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.123				

### Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
R <sub>sa</sub>	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
R <sub>pt</sub>	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
R <sub>ps</sub>	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
R <sub>p</sub>	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
R <sub>t</sub>	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di R <sub>sa</sub> +R <sub>pt</sub> +R <sub>ps</sub> +R <sub>p</sub> ), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	R <sub>sa</sub> [kN]	R <sub>pt</sub> [kN]	R <sub>ps</sub> [kN]	R <sub>p</sub> [kN]	R <sub>t</sub> [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	36,75	0,00	0,00	--	--	36,75	30,81	1.193

### Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]

Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra il carico limie e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	100,97	191,64	136,88	1.898

## Dettagli calcolo portanza

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante  
 ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico  
 dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa  
 gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico  
 bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 Re Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof  
 Ir, Irc Indici di rigidezza per punzonamento secondo Vesic  
 ry Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B\gamma_N$  viene moltiplicato per questo fattore  
 D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
 B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
 H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
 $\phi$  Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
 c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
 Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	Ir	Irc	Re	ry
1	30.140 18.401 15.668	0.658 0.658 0.189	1.167 1.084 1.084	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	--	--	0.604	1.000

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	$\gamma$ [°]	$\phi$ [kN/mc]	c [kPa]
1	0,70	1,45	1,26	19,00	30,00	0

## Verifica a ribaltamento

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
 Ms Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	70,43	33,17	2.123

## Verifica stabilità globale muro + terreno

### Simbologia adottata

Ic Indice/Tipo combinazione  
 C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]  
 R Raggio, espresso in [m]  
 FS Fattore di sicurezza

Ic	C [m]	R [m]	FS
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0,50; 1,00	4,08	1.583

## Dettagli strisce verifiche stabilità

### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 Qy carico sulla striscia espresso in [kN]  
 Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 b larghezza della striscia espressa in [m]  
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]  
 Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1,87	1,75	0,00	3,47 - 0,27	69.666	24.791	0	0,0	
2	4,99	1,75	0,00	0,27	61.031	24.791	0	0,0	
3	7,19	1,75	0,00	0,27	53.898	24.791	0	0,0	
4	8,90	1,75	0,00	0,27	47.855	24.791	0	0,0	
5	10,30	1,75	0,00	0,27	42.461	24.791	0	0,0	
6	11,47	1,75	0,00	0,27	37.503	24.791	0	0,0	
7	12,45	1,75	0,00	0,27	32.857	24.791	0	0,0	
8	13,27	1,75	0,00	0,27	28.445	24.791	0	0,0	
9	14,31	1,75	0,00	0,27	24.212	24.791	0	0,0	
10	15,12	1,75	0,00	0,27	20.115	24.791	0	0,0	
11	15,57	1,75	0,00	0,27	16.124	24.791	0	0,0	
12	15,92	1,75	0,00	0,27	12.212	24.791	0	0,0	
13	15,58	1,48	0,00	0,27	8.357	24.791	0	0,0	
14	16,47	0,00	0,00	0,27	4.541	24.791	0	0,0	
15	5,54	0,00	0,00	0,27	0.744	24.791	0	0,0	
16	5,51	0,00	0,00	0,27	-3.049	24.791	0	0,0	
17	5,39	0,00	0,00	0,27	-6.856	24.791	0	0,0	
18	5,17	0,00	0,00	0,27	-10.693	24.791	0	0,0	
19	4,86	0,00	0,00	0,27	-14.580	24.791	0	0,0	
20	4,45	0,00	0,00	0,27	-18.538	24.791	0	0,0	
21	3,93	0,00	0,00	0,27	-22.589	24.791	0	0,0	
22	3,29	0,00	0,00	0,27	-26.765	24.791	0	0,0	
23	2,53	0,00	0,00	0,27	-31.101	24.791	0	0,0	
24	1,61	0,00	0,00	0,27	-35.647	24.791	0	0,0	
25	0,52	0,00	0,00	-3,28 - 0,27	-38.850	24.791	0	0,0	

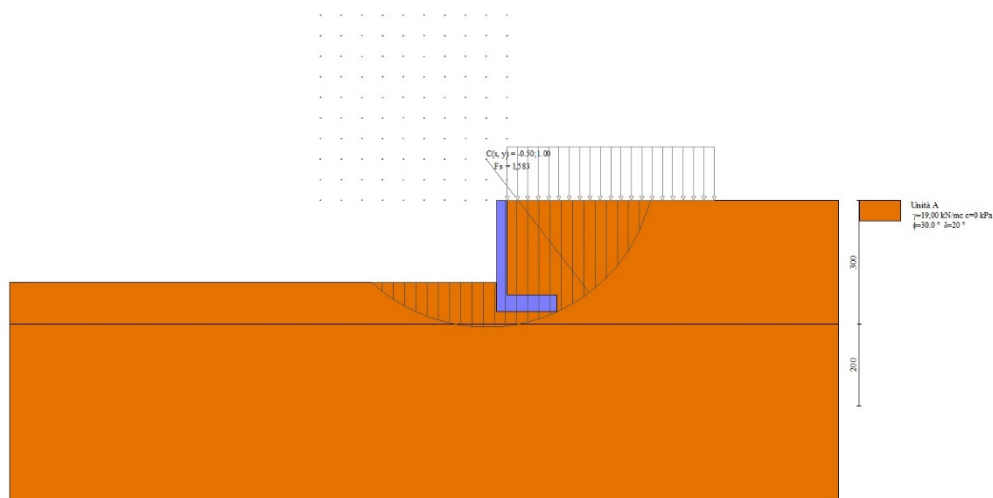


Fig. 14 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

## Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

n° Indice della sezione  
 X Posizione della sezione, espresso in [m]  
 N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.  
 T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle  
 M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

La posizione delle sezioni di verifica fanno riferimento al sistema di riferimento globale la cui origine è nello spigolo in alto a destra del paramento.

## Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
----	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-0,10	0,60	0,63	0,16	0,24	0,01	0,01
3	-0,20	1,19	1,26	0,37	0,56	0,03	0,05
4	-0,30	1,79	1,89	0,63	0,94	0,08	0,13
5	-0,40	2,39	2,51	0,94	1,39	0,16	0,24
6	-0,50	2,99	3,14	1,31	1,91	0,27	0,41
7	-0,60	3,58	3,77	1,73	2,50	0,42	0,63
8	-0,70	4,18	4,40	2,21	3,16	0,62	0,91
9	-0,80	4,78	5,03	2,73	3,89	0,87	1,26
10	-0,90	5,38	5,66	3,31	4,68	1,17	1,69
11	-1,00	5,97	6,29	3,95	5,55	1,53	2,20
12	-1,10	6,57	6,91	4,63	6,48	1,96	2,80
13	-1,20	7,17	7,54	5,37	7,49	2,46	3,50
14	-1,30	7,77	8,17	6,16	8,56	3,04	4,30
15	-1,40	8,36	8,80	7,01	9,70	3,69	5,21
16	-1,50	8,96	9,43	7,91	10,91	4,44	6,24
17	-1,60	9,56	10,06	8,86	12,19	5,28	7,40
18	-1,70	10,15	10,69	9,86	13,54	6,21	8,68
19	-1,80	10,75	11,31	10,92	14,95	7,25	10,11
20	-1,90	11,35	11,94	12,03	16,44	8,40	11,68
21	-2,00	11,95	12,57	13,20	18,00	9,66	13,40
22	-2,10	12,54	13,20	14,41	19,62	11,04	15,28
23	-2,20	13,14	13,83	15,68	21,31	12,54	17,32
24	-2,30	13,74	14,46	17,01	23,08	14,18	19,54

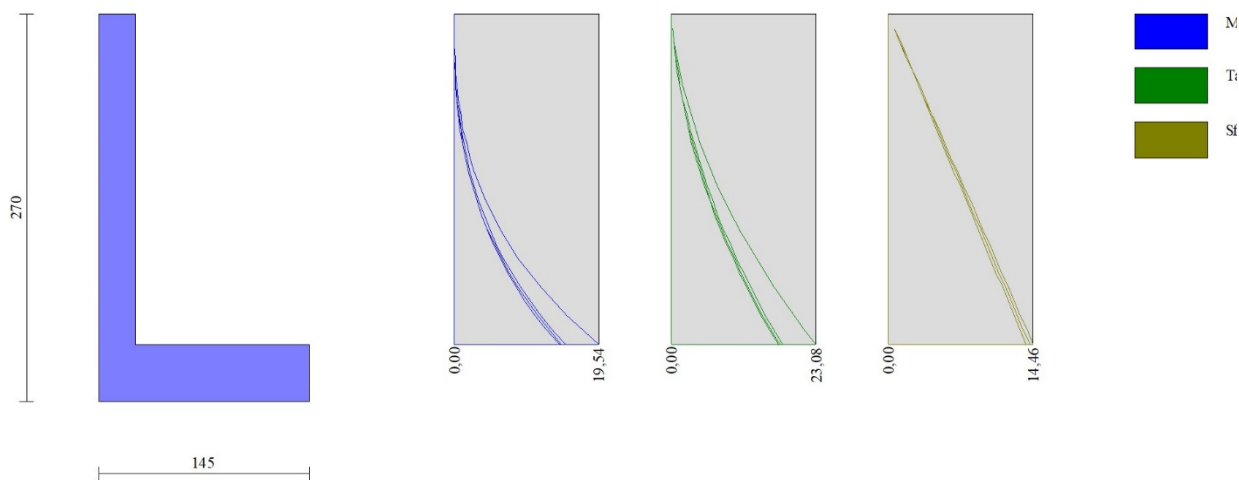


Fig. 15 - Paramento

## Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0,00	0,00	0,00	-18,85	-1,76	-24,24	-10,96
2	0,10	0,00	0,00	-22,21	-5,40	-22,18	-10,60
3	0,20	0,00	0,00	-24,68	-8,35	-19,83	-9,90
4	0,30	0,00	0,00	-26,26	-10,61	-17,27	-8,95
5	0,40	0,00	0,00	-26,93	-12,18	-14,60	-7,81
6	0,50	0,00	0,00	-26,71	-13,06	-11,91	-6,54
7	0,60	0,00	0,00	-25,59	-13,26	-9,29	-5,22
8	0,70	0,00	0,00	-23,57	-12,77	-6,83	-3,91
9	0,80	0,00	0,00	-20,65	-11,59	-4,61	-2,69
10	0,90	0,00	0,00	-16,83	-9,73	-2,73	-1,61
11	1,00	0,00	0,00	-12,12	-7,17	-1,27	-0,76
12	1,10	0,00	0,00	-6,51	-3,93	-0,33	-0,20
13	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

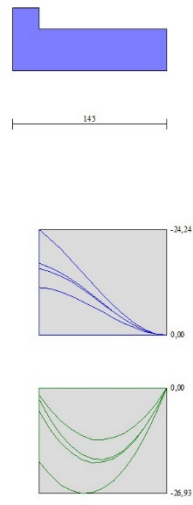


Fig. 16 - Fondazione

## Elenco ferri

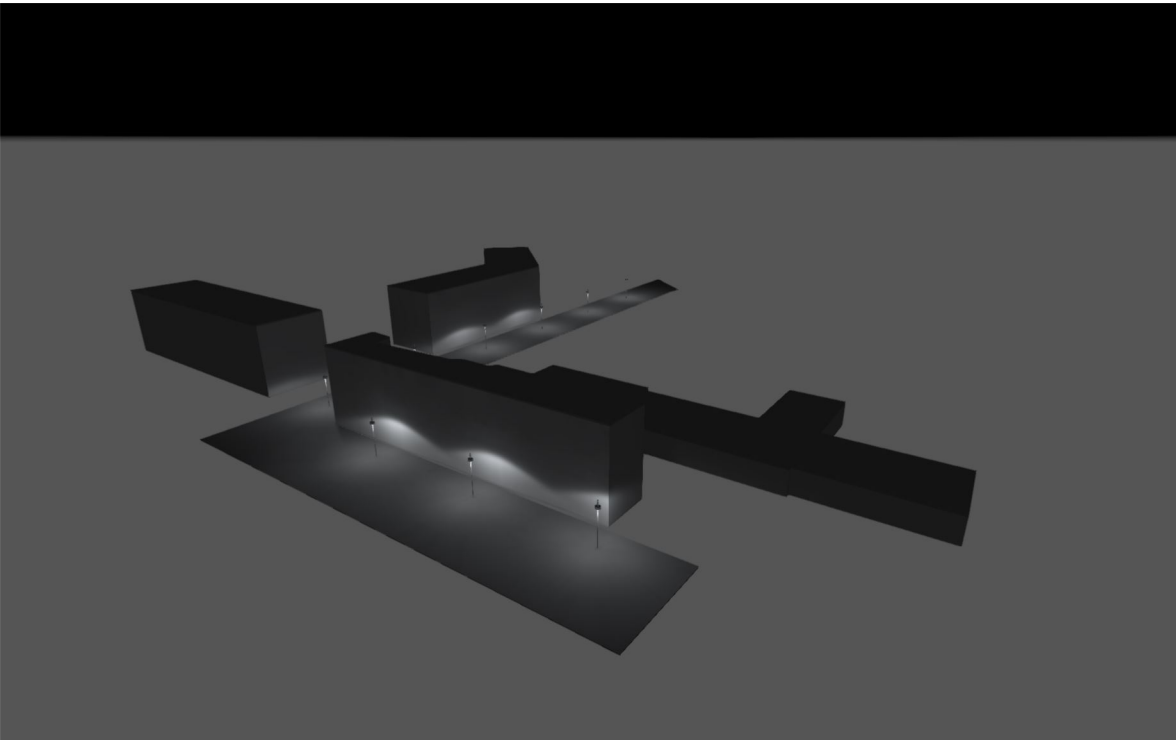
### Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P <sub>ferro</sub>	Peso ferro espresso in [kN]

### Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	5,75	72.30	415.73
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	5,80	61.97	359.43
Casseformi	[mq]	46.00	13.94	641.24
Scavo a sezione obbligata	[mc]	10,15	9.30	94.39
<b>Totale muro</b>				<b>1510,79</b>
<b>Totale</b>				<b>1510,79</b>

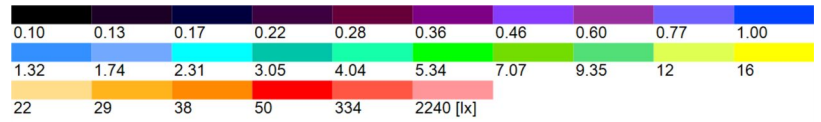
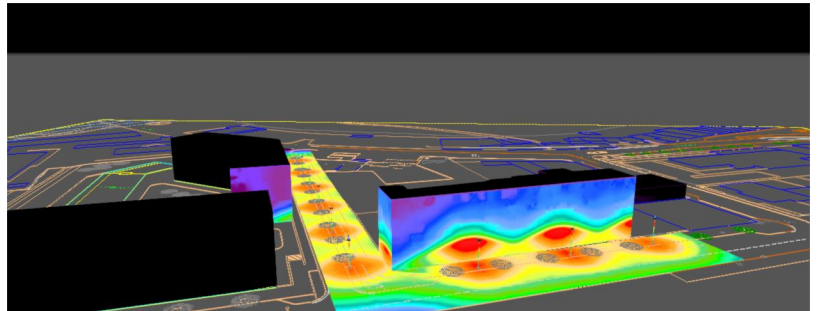
## **APPENDICE A - RELAZIONE ILLUMINOTECNICA**



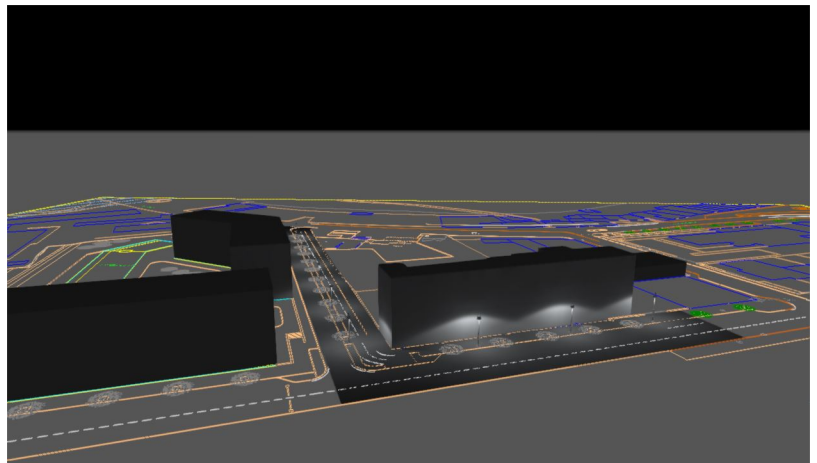
## Ex-Italcementi

# Immagini

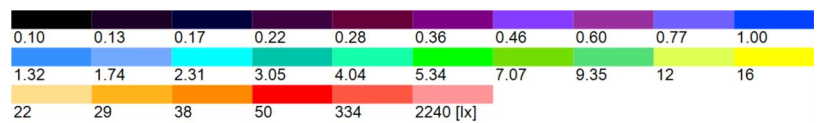
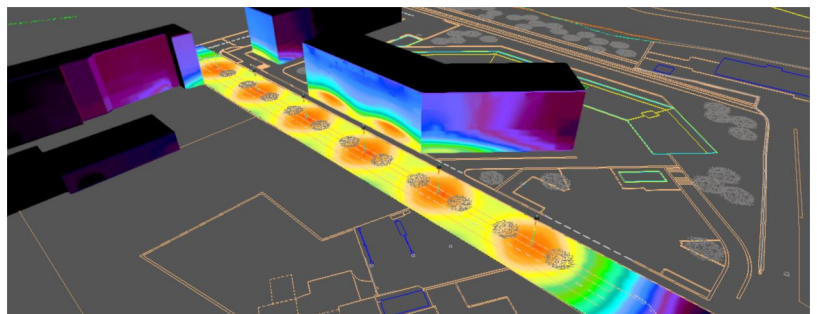
Area 1 (15)



Area 1 (16)

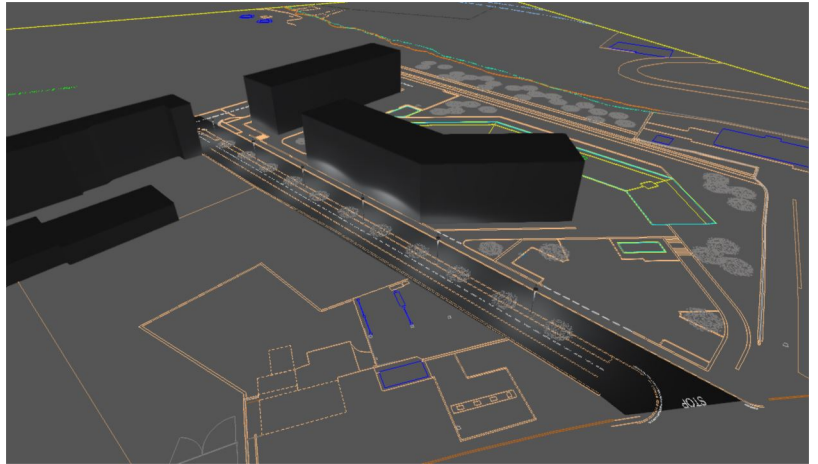


Area 1 (17)

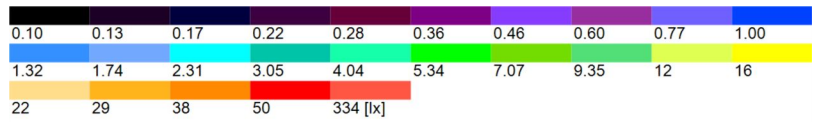
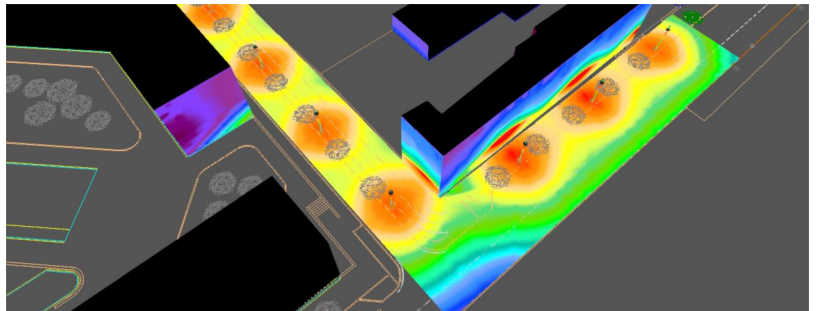


# Immagini

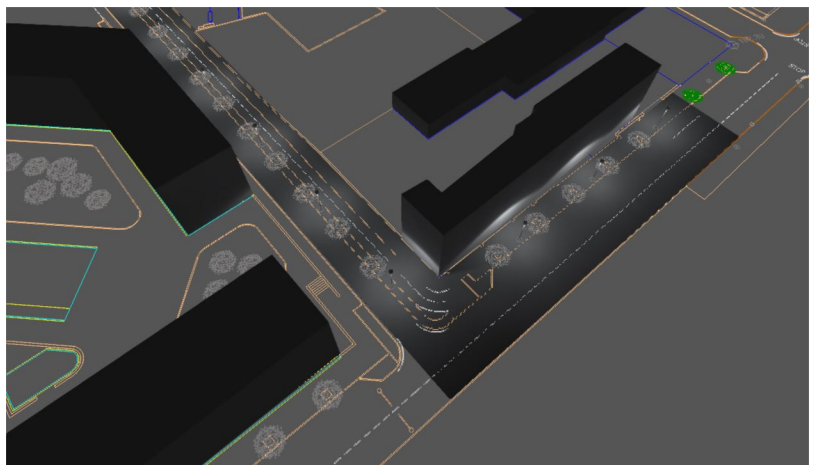
Area 1 (18)



Area 1 (19)



Area 1 (20)



## Lista lampade

 $\Phi_{\text{totale}}$ 

61218 lm

 $P_{\text{totale}}$ 

792.0 W

Efficienza

77.3 lm/W

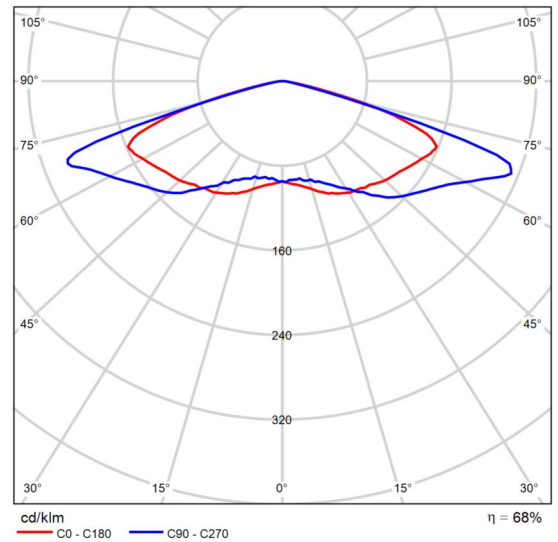
Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	$\Phi$	Efficienza
9	Philips		BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS	88.0 W	6802 lm	77.3 lm/W

## Scheda tecnica prodotto

Philips - BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS



P	88.0 W
$\Phi_{\text{Lampadina}}$	10000 lm
$\Phi_{\text{Lampada}}$	6802 lm
$\eta$	68.02 %
Efficienza	77.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polare

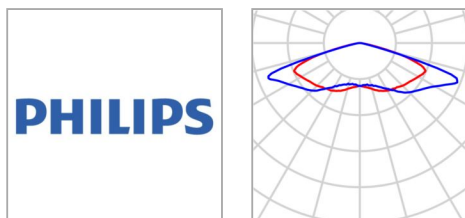
## Area 1

### Disposizione lampade



Area 1

## Disposizione lampade



Produttore	Philips	P	88.0 W
Nome articolo	BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS	$\Phi$ Lampada	6802 lm
Dotazione	1x LED100/830		

## 3 x Philips BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS

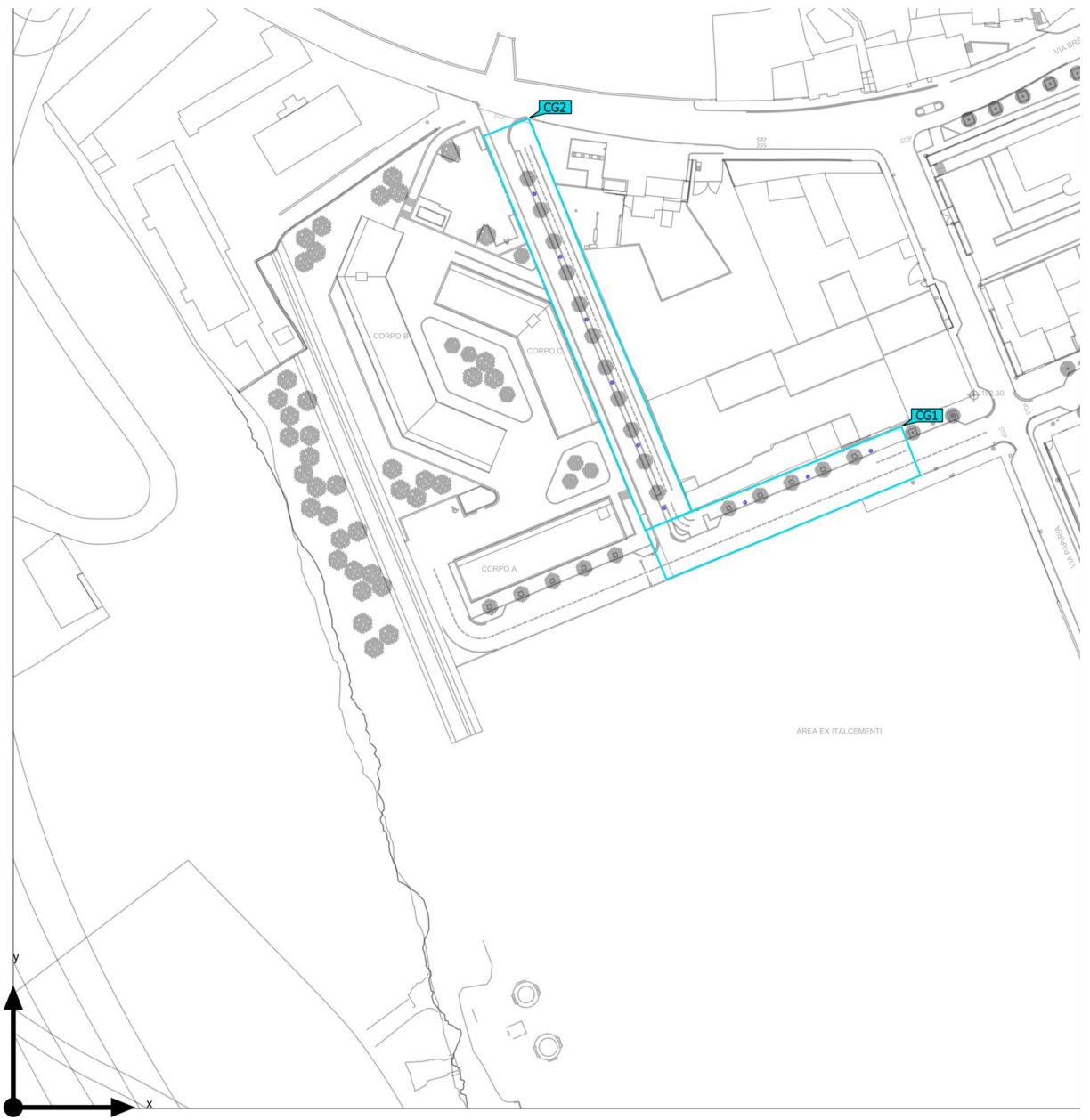
Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	161.399 m / 133.457 m / 4.227 m	161.399 m	133.457 m	4.227 m	1
direzione X	3 Pz., Centro - centro, 15.000 m	175.281 m	139.138 m	4.227 m	2
Disposizione	A1	189.163 m	144.819 m	4.227 m	3

## 6 x Philips BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS

Tipo	Disposizione in fila	X	Y	Altezza di montaggio	Lampada
1ª lampada (X/Y/Z)	114.933 m / 201.506 m / 4.227 m	114.933 m	201.506 m	4.227 m	4
direzione X	6 Pz., Centro - centro, 15.000 m	120.657 m	187.641 m	4.227 m	5
Disposizione	A2	126.381 m	173.776 m	4.227 m	6
		132.105 m	159.911 m	4.227 m	7
		137.830 m	146.046 m	4.227 m	8
		143.554 m	132.181 m	4.227 m	9

Area 1 (Scena luce 1)

## Oggetti di calcolo



Area 1 (Scena luce 1)

**Oggetti di calcolo**

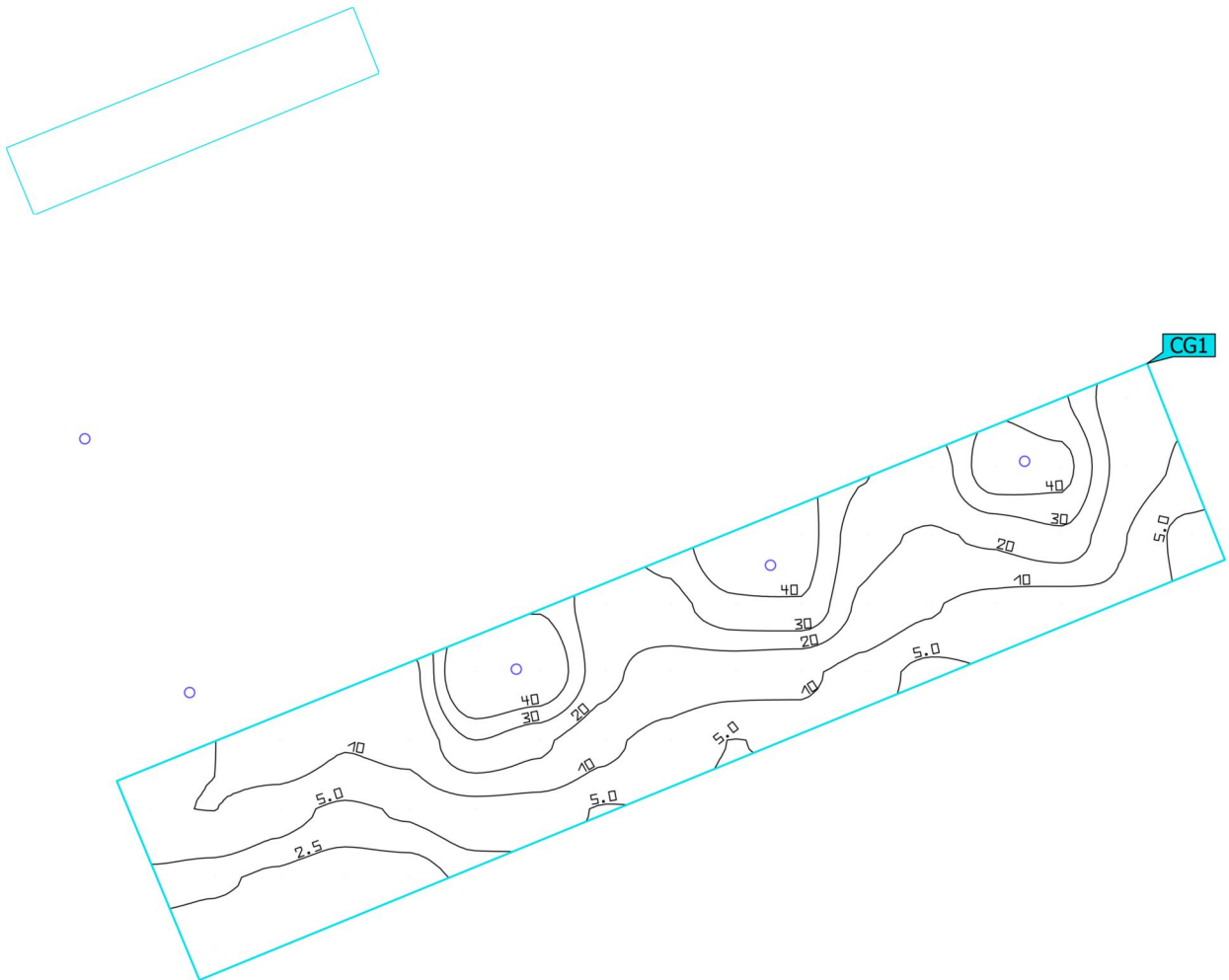
Superfici di calcolo

Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie di calcolo 2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.500 m	17.2 lx	0.60 lx	58.2 lx	0.035	0.010	CG1
Superficie di calcolo 4 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.500 m	22.0 lx	0.36 lx	52.0 lx	0.016	0.007	CG2

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)

Area 1 (Scena luce 1)

**Superficie di calcolo 2**

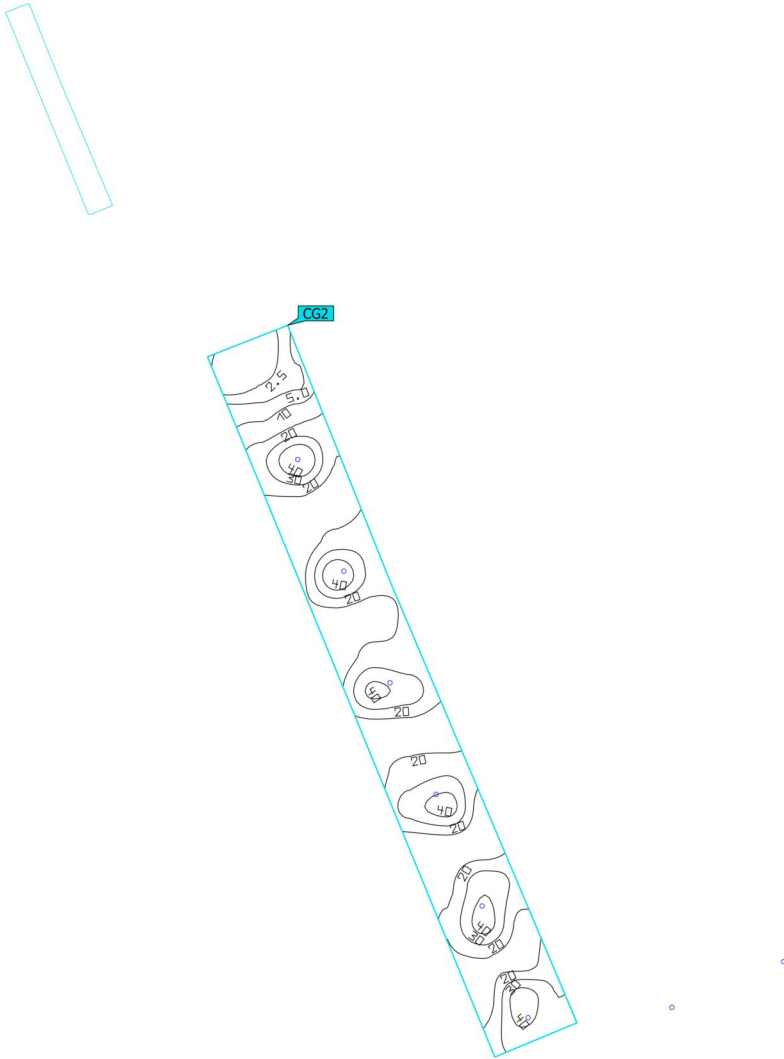


Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie di calcolo 2 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.500 m	17.2 lx	0.60 lx	58.2 lx	0.035	0.010	CG1

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)

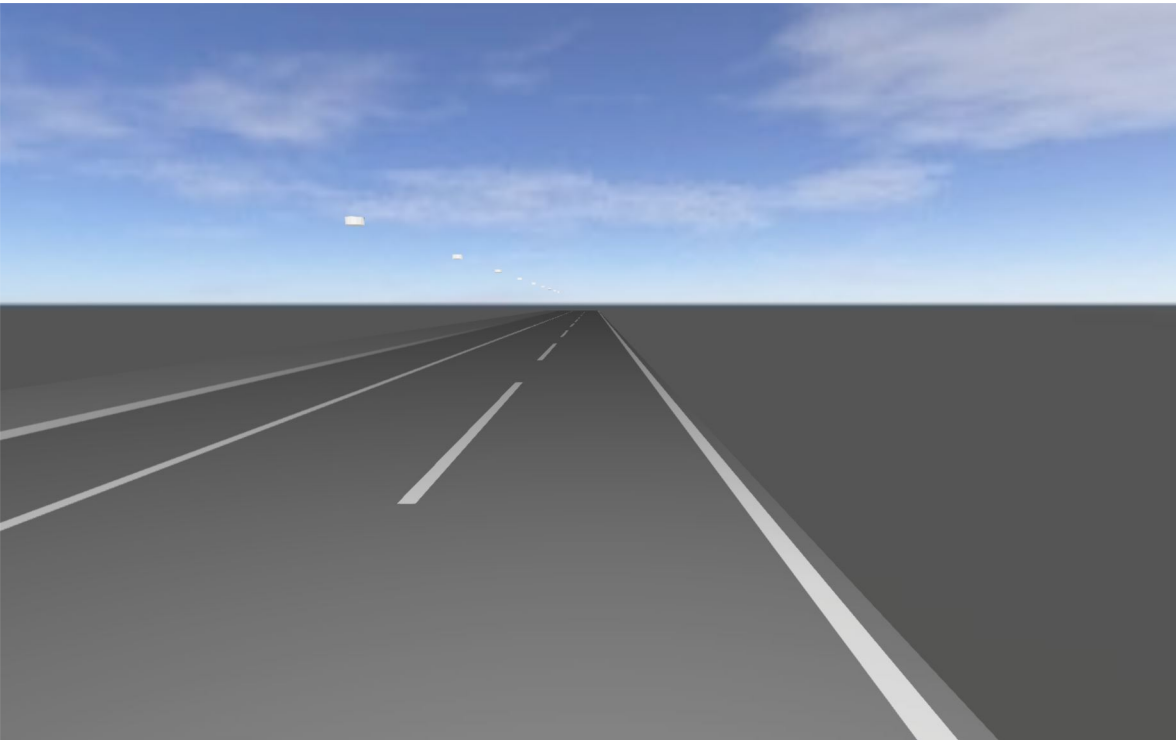
Area 1 (Scena luce 1)

**Superficie di calcolo 4**



Proprietà	$\bar{E}$	$E_{min.}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Indice
Superficie di calcolo 4 Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.500 m	22.0 lx	0.36 lx	52.0 lx	0.016	0.007	CG2

Profilo di utilizzo: Preimpostazione DIALux, Standard (area di transito all'aperto)



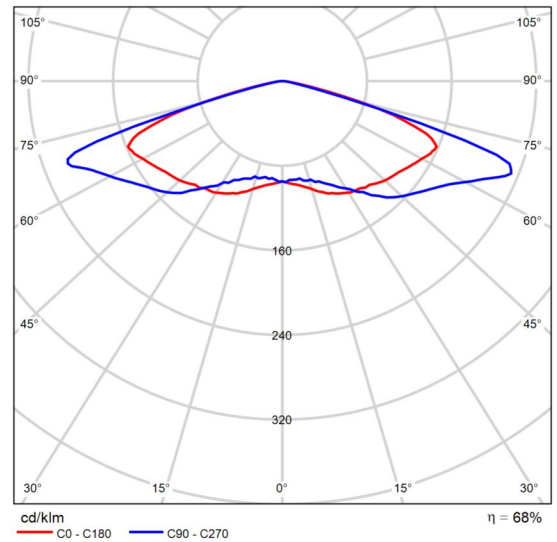
## Progettazione Stradale

### Scheda tecnica prodotto

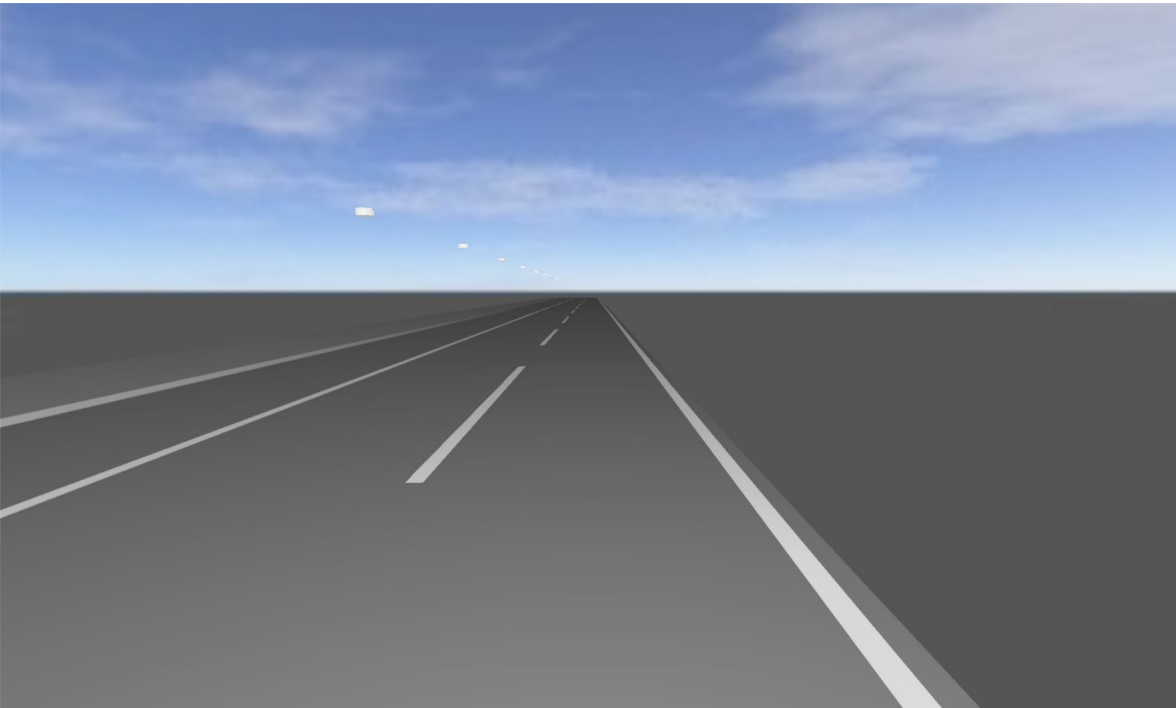
Philips - BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS



P	88.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	10000 lm
$\Phi_{Lampada}$	6802 lm
$\eta$	68.02 %
Efficienza	77.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polare

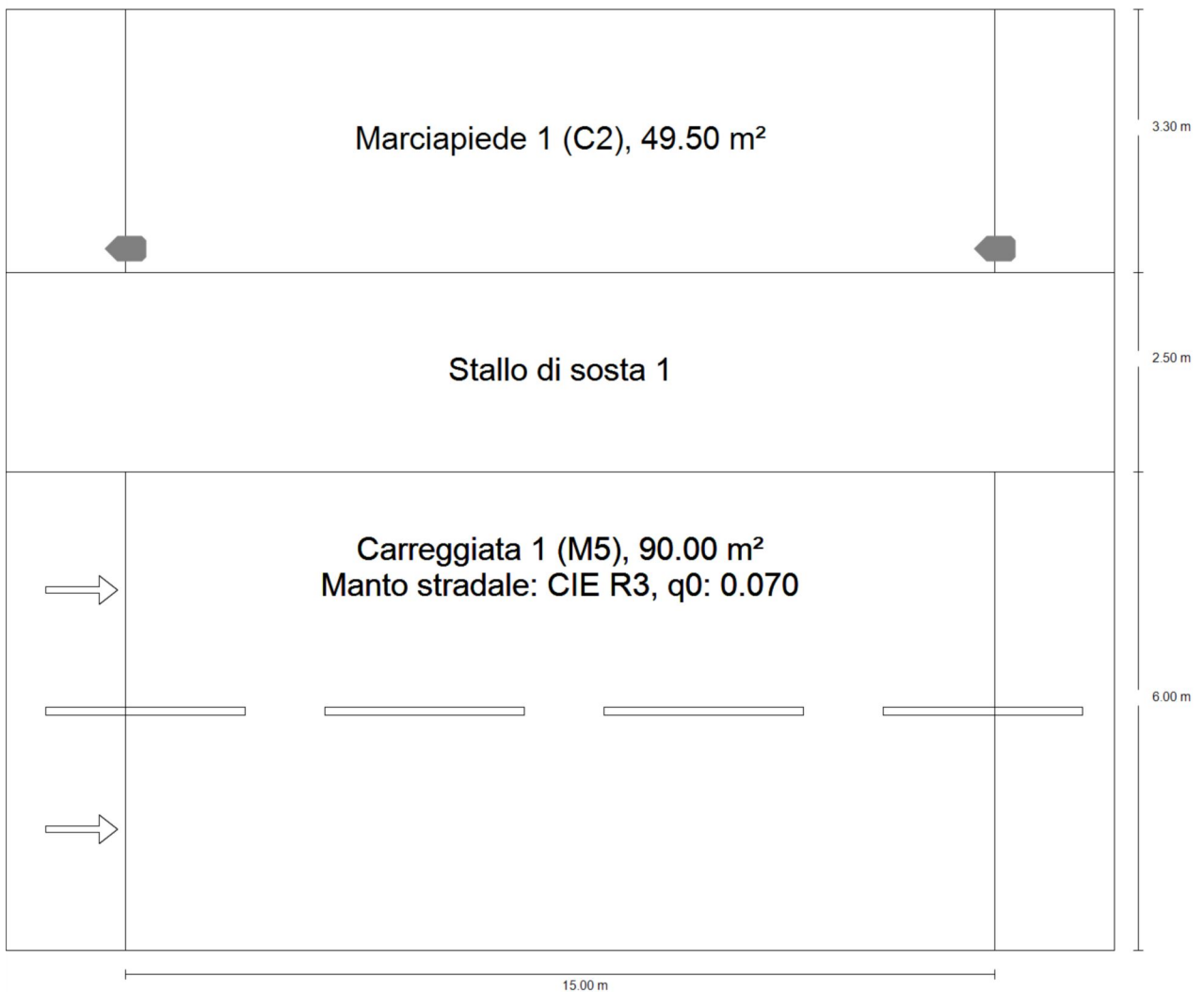


Strada 1

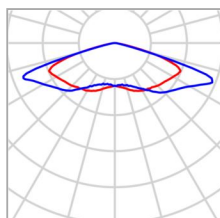
## Descrizione

Strada 1

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**



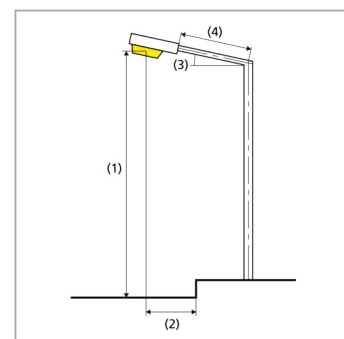
Strada 1

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**

Produttore	Philips	P	88.0 W
Nome articolo	BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS	$\Phi_{Lampadina}$	10000 lm
Dotazione	1x LED100/830	$\Phi_{Lampada}$	6802 lm
		$\eta$	68.02 %

## BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS (su un lato sopra)

Distanza pali	15.000 m
(1) Altezza fuochi	4.000 m
(2) Distanza fuochi	-2.800 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 88.0 W
Consumo	5896.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	$\geq 70^\circ$ : 341 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 29.1 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 0.00 cd/klm
Classe intensità luminosa I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*6
Classe indici di abbagliamento	D.6



Strada 1

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**

Risultati per i campi di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (C2)	$E_m$	25.66 lx	$\geq 20.00$ lx	✓
	$U_o$	0.60	$\geq 0.40$	✓
Carreggiata 1 (M5)	$L_m$	0.52 cd/m <sup>2</sup>	$\geq 0.50$ cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.42	$\geq 0.35$	✓
	$U_l$	0.75	$\geq 0.40$	✓
	TI	11 %	$\leq 15$ %	✓
	$R_{Et}$	0.44	$\geq 0.30$	✓

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.67.

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

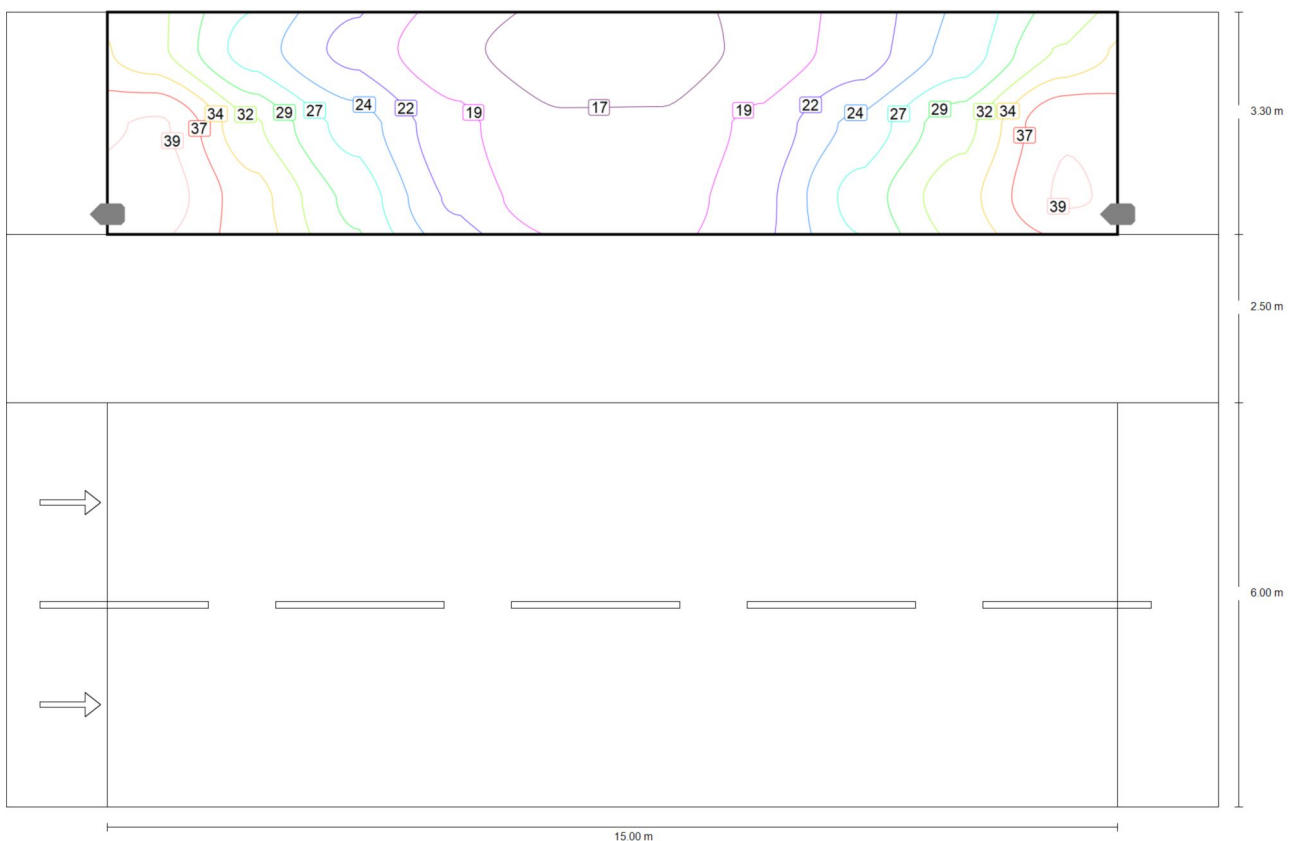
	Unità	Calcolato	Consumo
Strada 1	$D_p$	0.039 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS (su un lato sopra)	$D_e$	2.5 kWh/m <sup>2</sup> anno,	352.0 kWh/anno

Strada 1

### Marciapiede 1 (C2)

Risultati per campo di valutazione

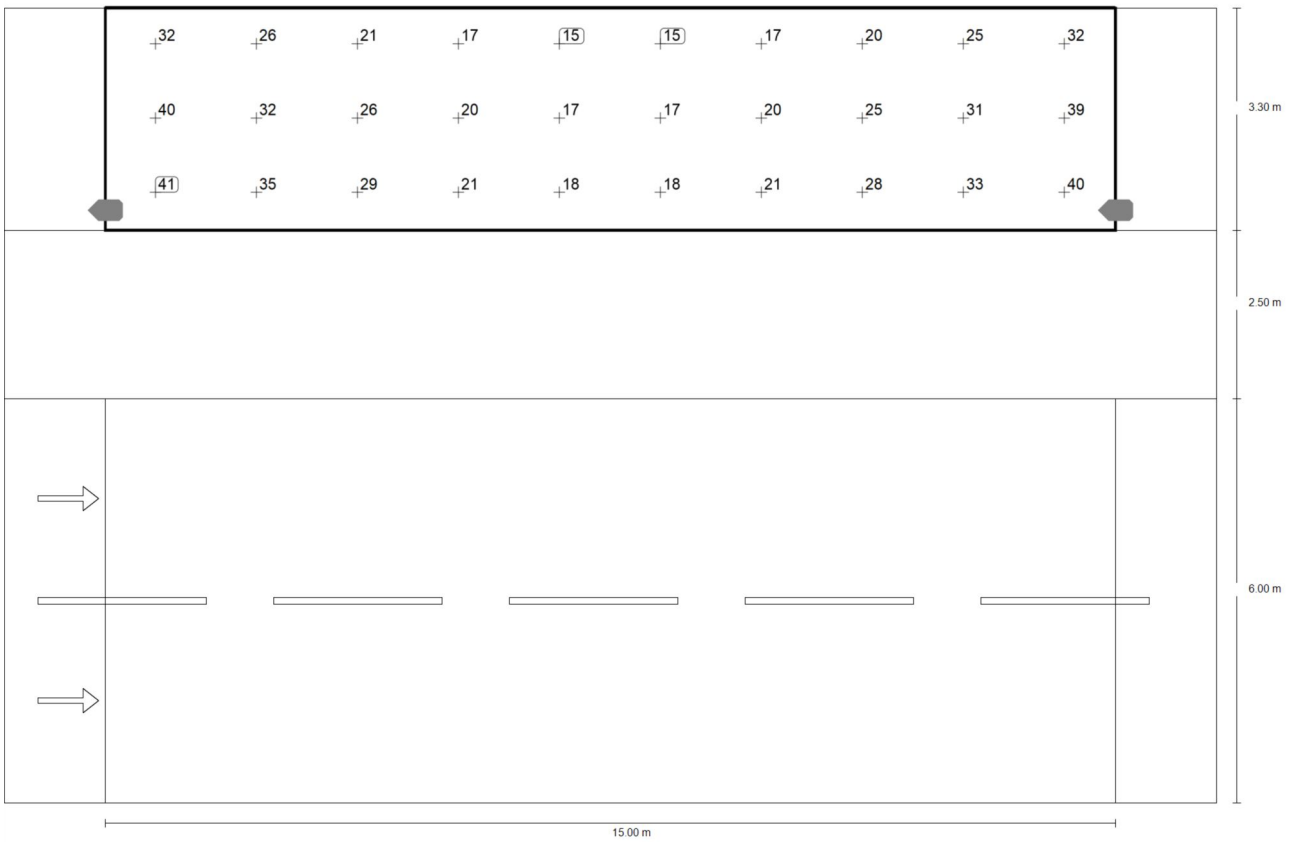
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (C2)	$E_m$	25.66 lx	$\geq 20.00$ lx	✓
	$U_o$	0.60	$\geq 0.40$	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1

**Marciapiede 1 (C2)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
11.250	32.48	25.51	20.88	17.19	15.28	15.34	17.15	20.28	25.10	32.09
10.150	39.76	32.08	25.69	19.91	16.85	16.88	19.78	24.87	30.95	39.24
9.050	40.72	35.31	28.60	21.13	17.56	17.63	20.88	27.73	33.32	39.76

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	25.7 lx	15.3 lx	40.7 lx	0.60	0.38

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

Risultati per campo di valutazione

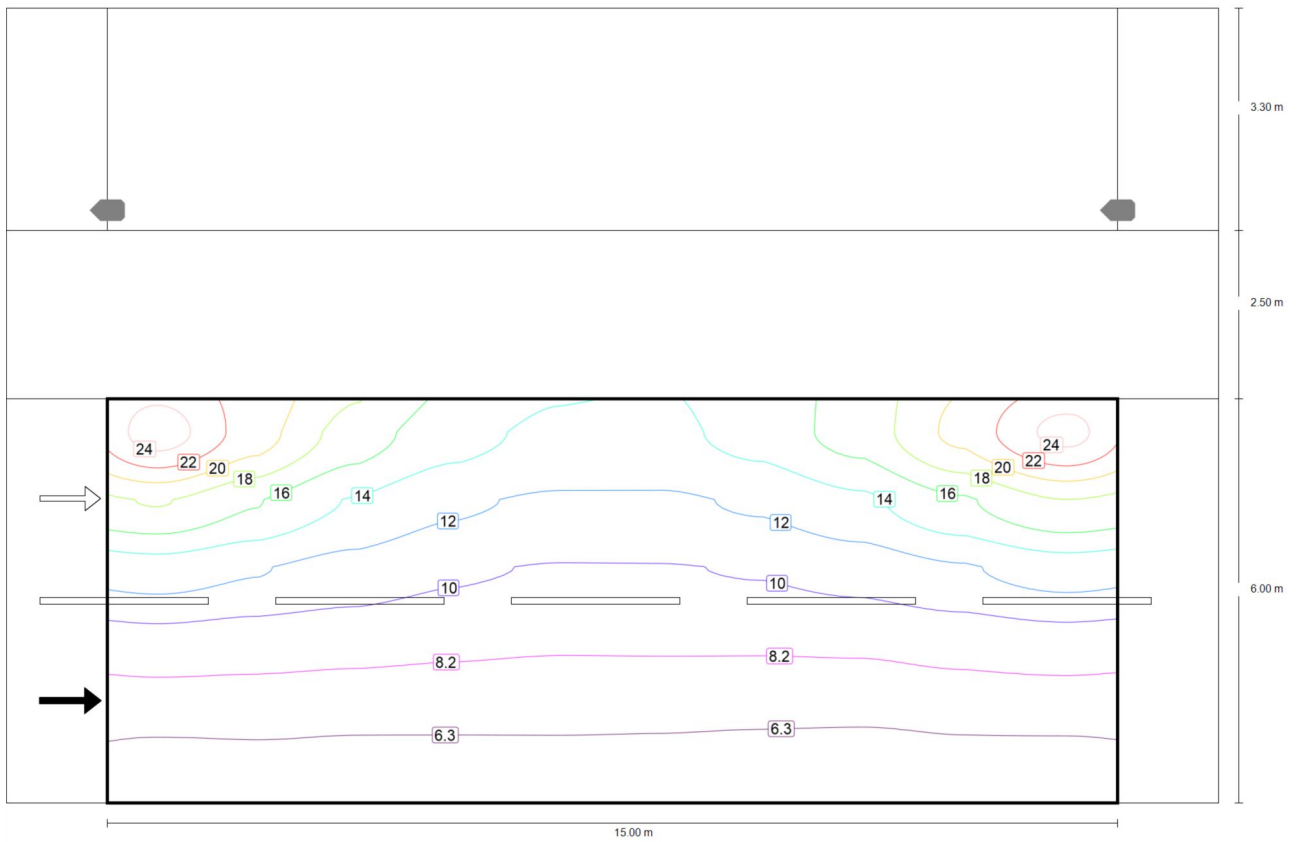
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (M5)	$L_m$	0.52 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.42	≥ 0.35	✓
	$U_l$	0.75	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	$R_{EI}$	0.44	≥ 0.30	✓

Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 1.500 m, 1.500 m	$L_m$	0.54 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.42	≥ 0.35	✓
	$U_l$	0.75	≥ 0.40	✓
	TI	2 %	≤ 15 %	✓
Osservatore 2 Posizione: -60.000 m, 4.500 m, 1.500 m	$L_m$	0.52 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	$U_o$	0.44	≥ 0.35	✓
	$U_l$	0.78	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓

Strada 1

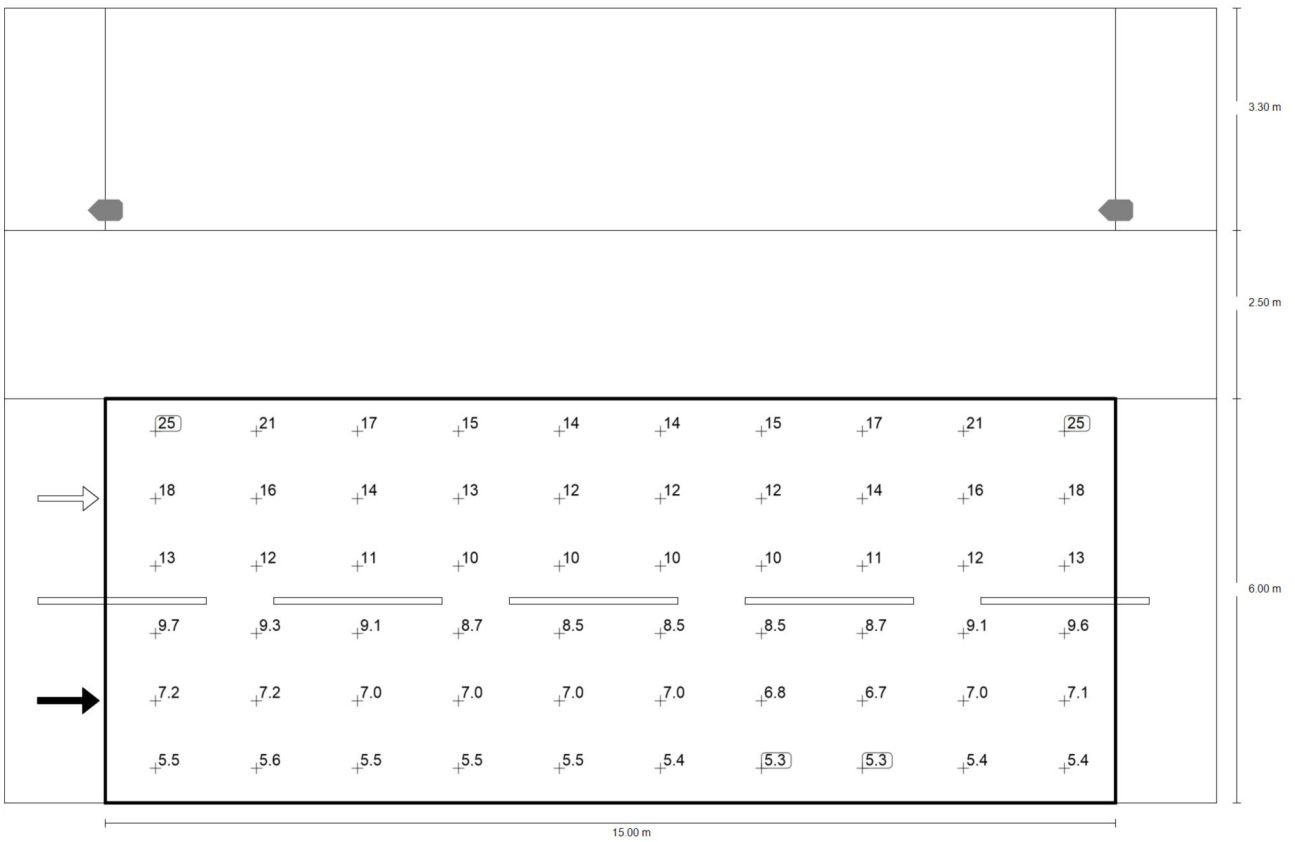
**Carreggiata 1 (M5)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

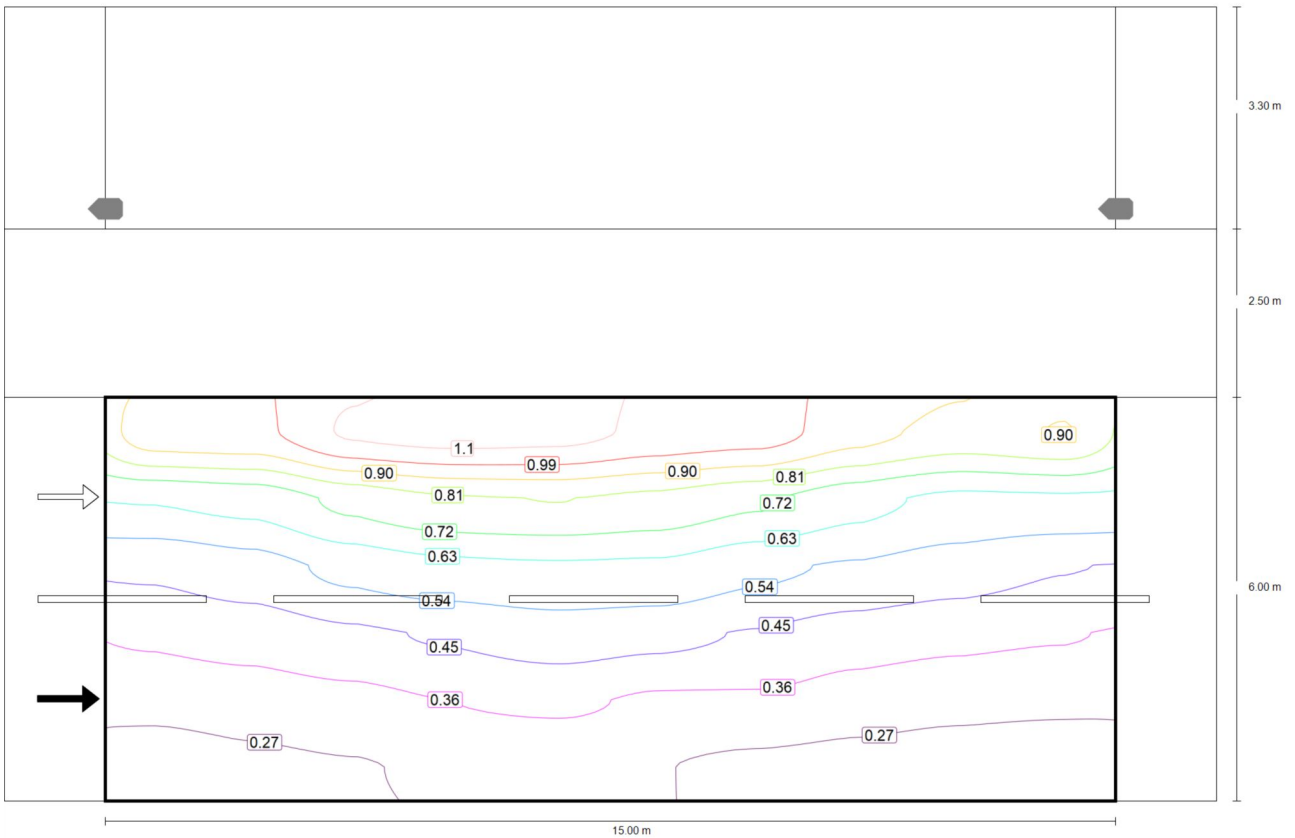
Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
5.500	25.08	21.15	17.28	14.98	13.68	13.73	14.95	16.98	20.65	24.71
4.500	18.28	16.28	14.05	12.52	11.93	11.93	12.45	13.75	15.90	18.13
3.500	13.19	12.35	11.39	10.50	10.11	10.13	10.35	10.99	12.01	13.08
2.500	9.67	9.34	9.05	8.70	8.49	8.52	8.54	8.67	9.13	9.58
1.500	7.21	7.20	7.03	7.00	7.00	6.96	6.82	6.73	7.03	7.13
0.500	5.46	5.59	5.48	5.50	5.51	5.43	5.29	5.27	5.43	5.42

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

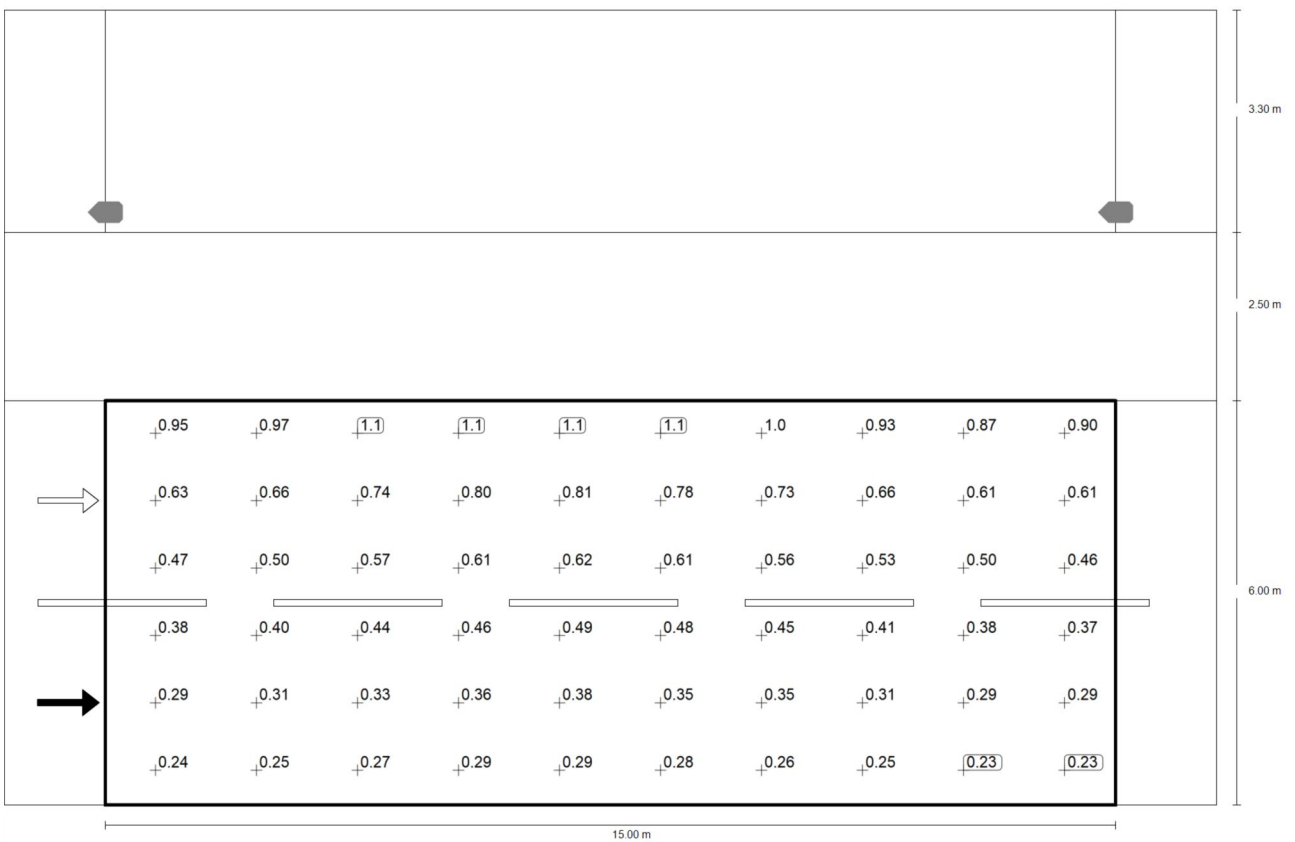
	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	10.9 lx	5.27 lx	25.1 lx	0.48	0.21



Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

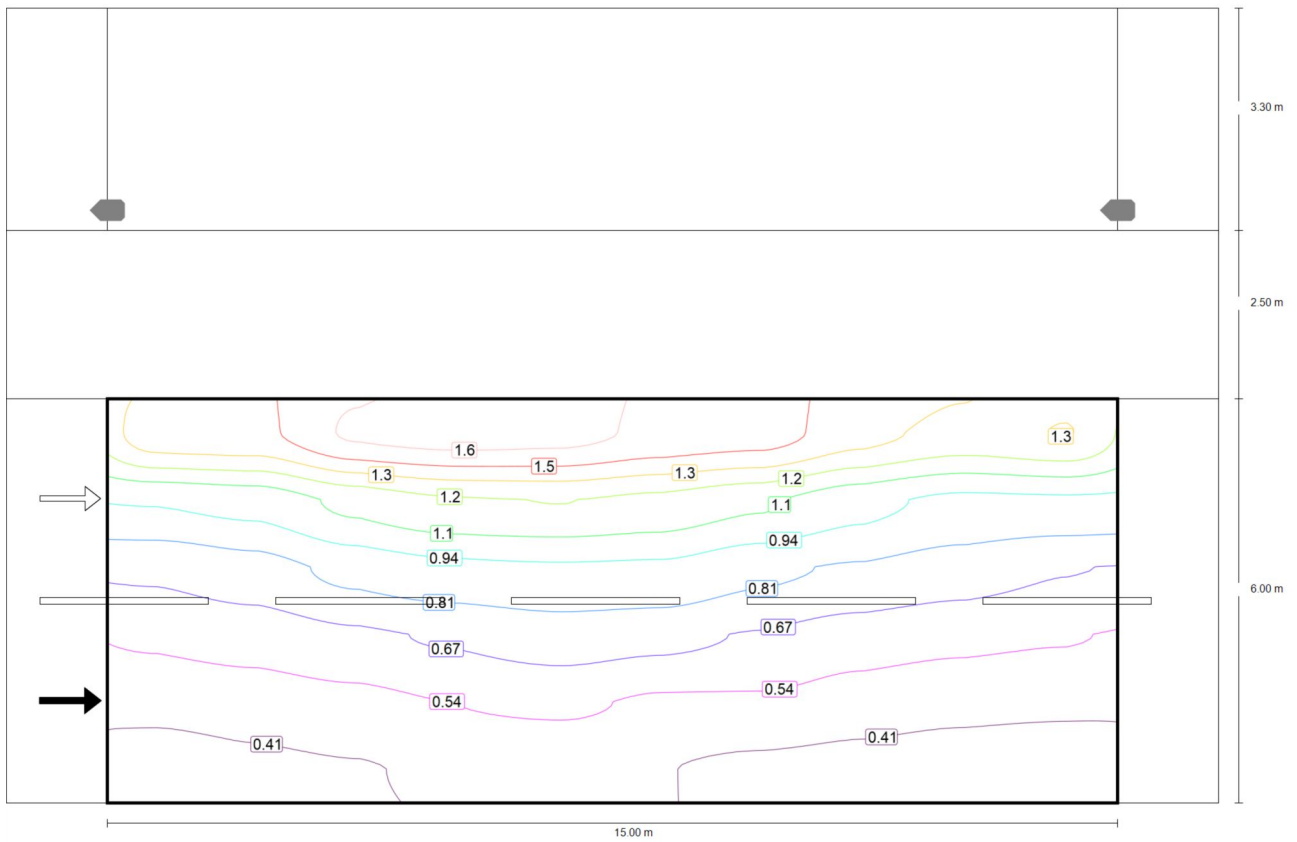
m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
5.500	0.95	0.97	1.09	1.12	1.11	1.05	1.03	0.93	0.87	0.90
4.500	0.63	0.66	0.74	0.80	0.81	0.78	0.73	0.66	0.61	0.61
3.500	0.47	0.50	0.57	0.61	0.62	0.61	0.56	0.53	0.50	0.46
2.500	0.38	0.40	0.44	0.46	0.49	0.48	0.45	0.41	0.38	0.37
1.500	0.29	0.31	0.33	0.36	0.38	0.35	0.35	0.31	0.29	0.29
0.500	0.24	0.25	0.27	0.29	0.29	0.28	0.26	0.25	0.23	0.23

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] (Tabella valori)

	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	0.54 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.23 $\text{cd}/\text{m}^2$	1.12 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.42	0.21

Strada 1

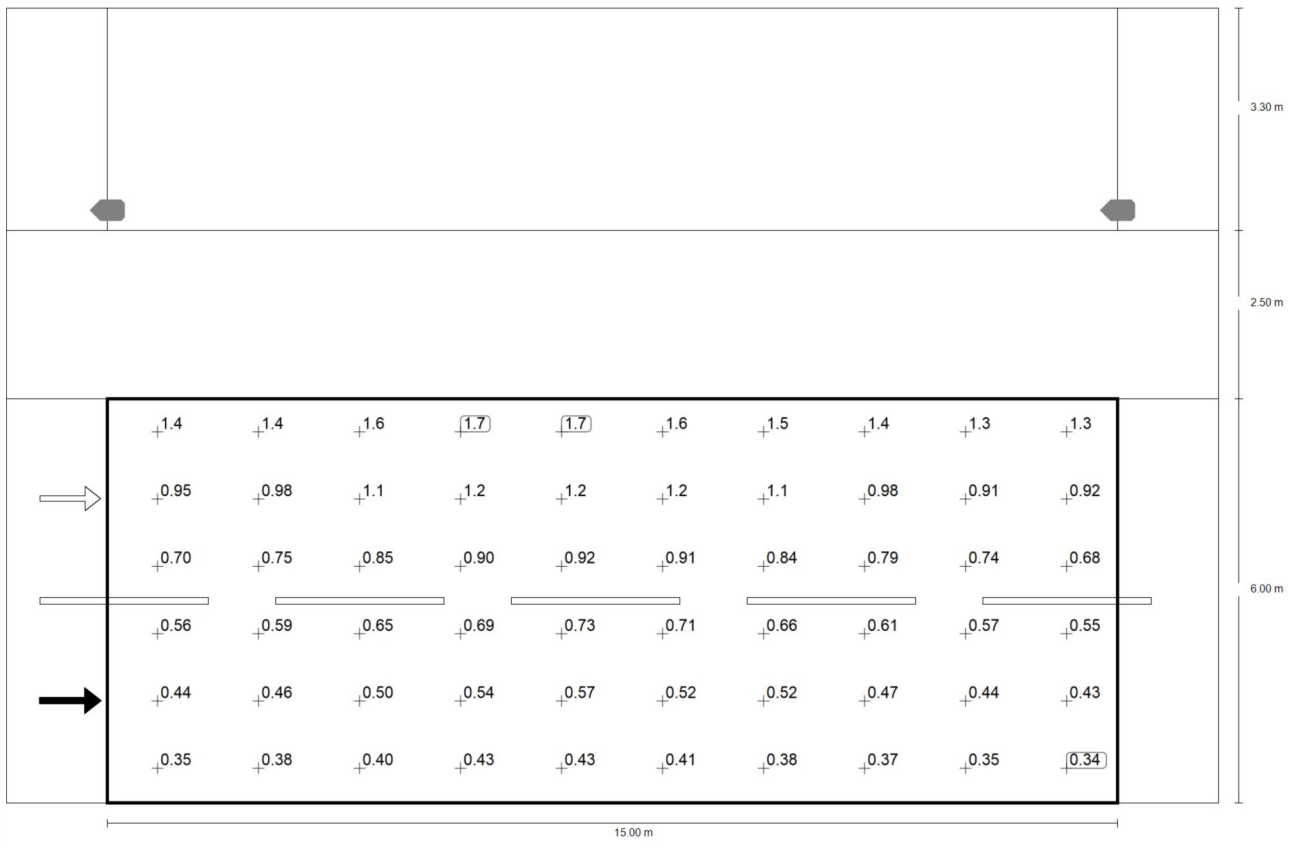
**Carreggiata 1 (M5)**



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

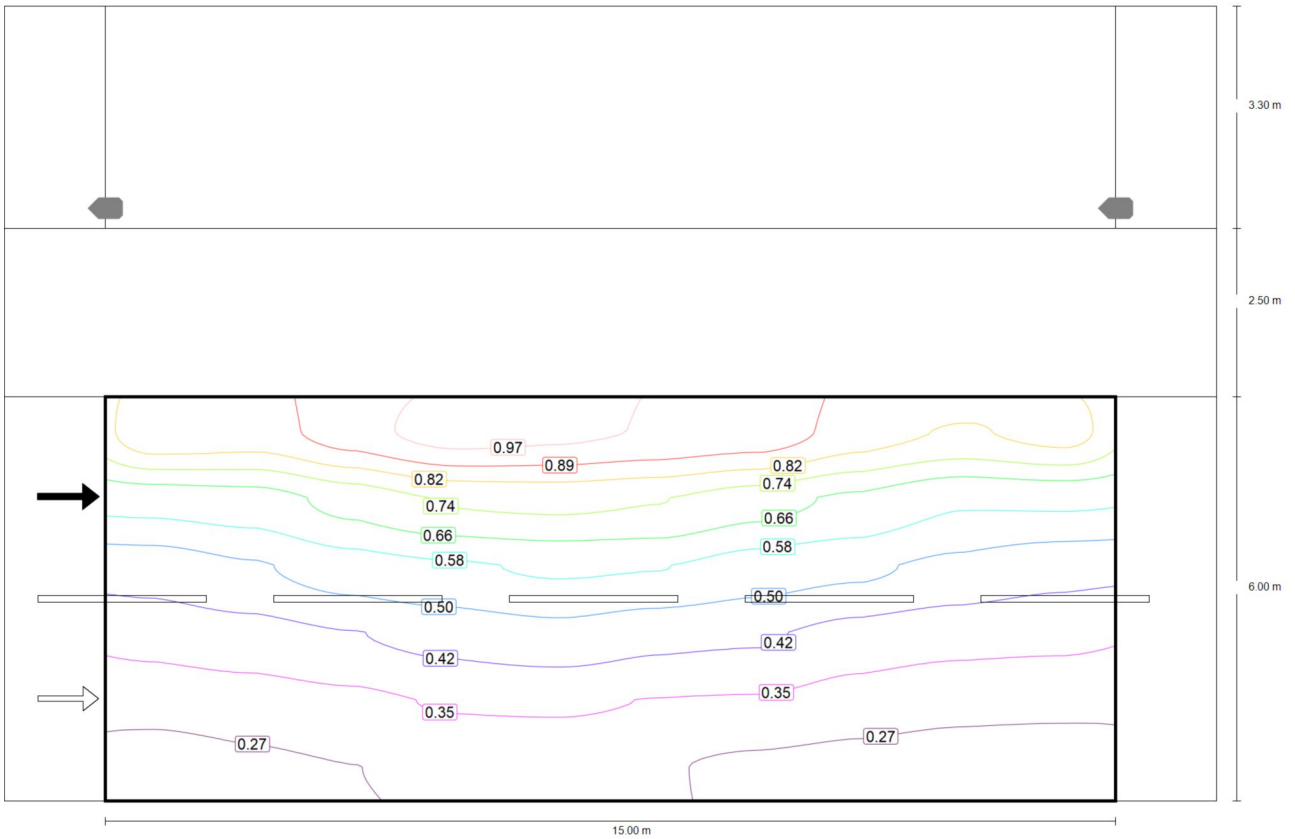
Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
5.500	1.42	1.44	1.63	1.67	1.65	1.57	1.53	1.39	1.29	1.34
4.500	0.95	0.98	1.11	1.19	1.21	1.17	1.09	0.98	0.91	0.92
3.500	0.70	0.75	0.85	0.90	0.92	0.91	0.84	0.79	0.74	0.68
2.500	0.56	0.59	0.65	0.69	0.73	0.71	0.66	0.61	0.57	0.55
1.500	0.44	0.46	0.50	0.54	0.57	0.52	0.52	0.47	0.44	0.43
0.500	0.35	0.38	0.40	0.43	0.43	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Tabella valori)

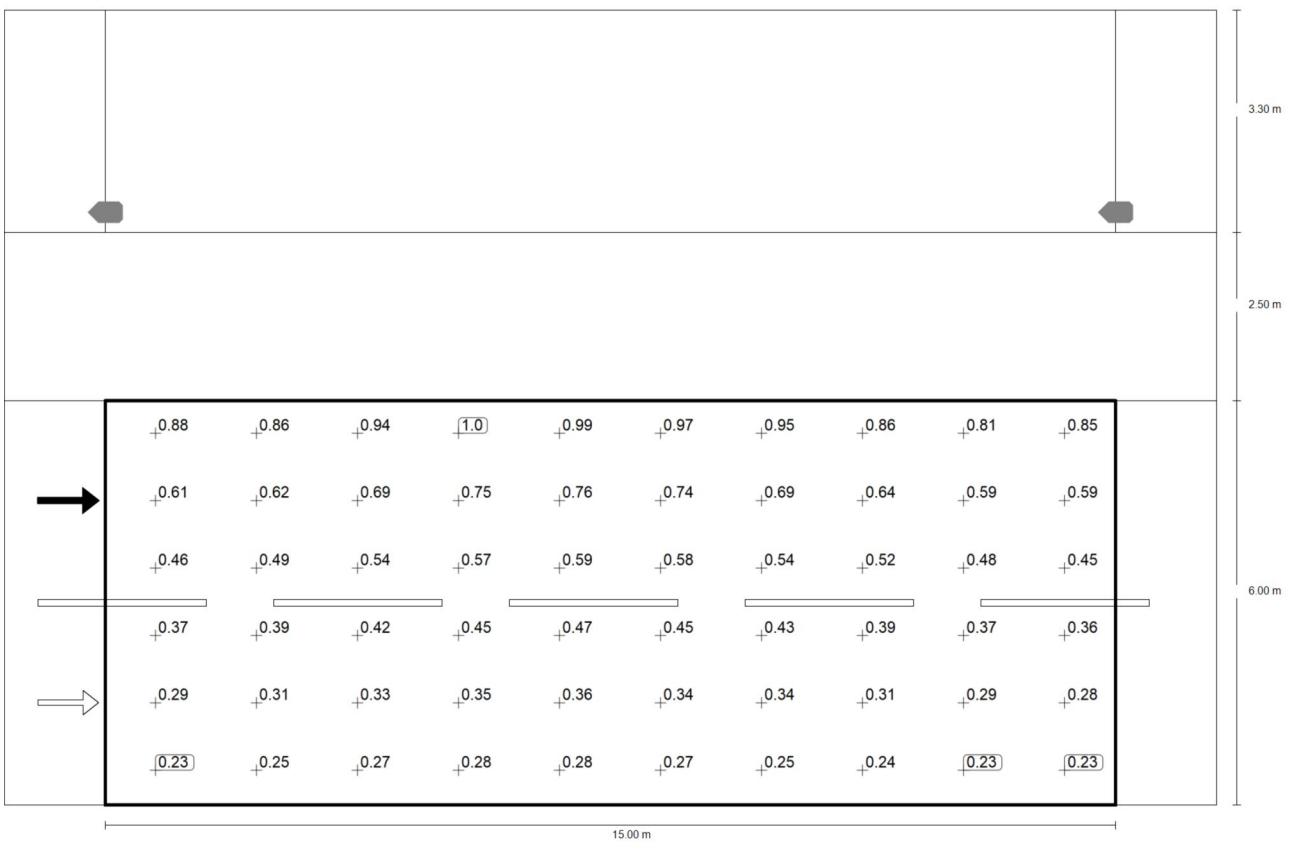
	L <sub>m</sub>	L <sub>min</sub>	L <sub>max</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	0.81 cd/m <sup>2</sup>	0.34 cd/m <sup>2</sup>	1.67 cd/m <sup>2</sup>	0.42	0.21



Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)



Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m<sup>2</sup>] (Raster dei valori)

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

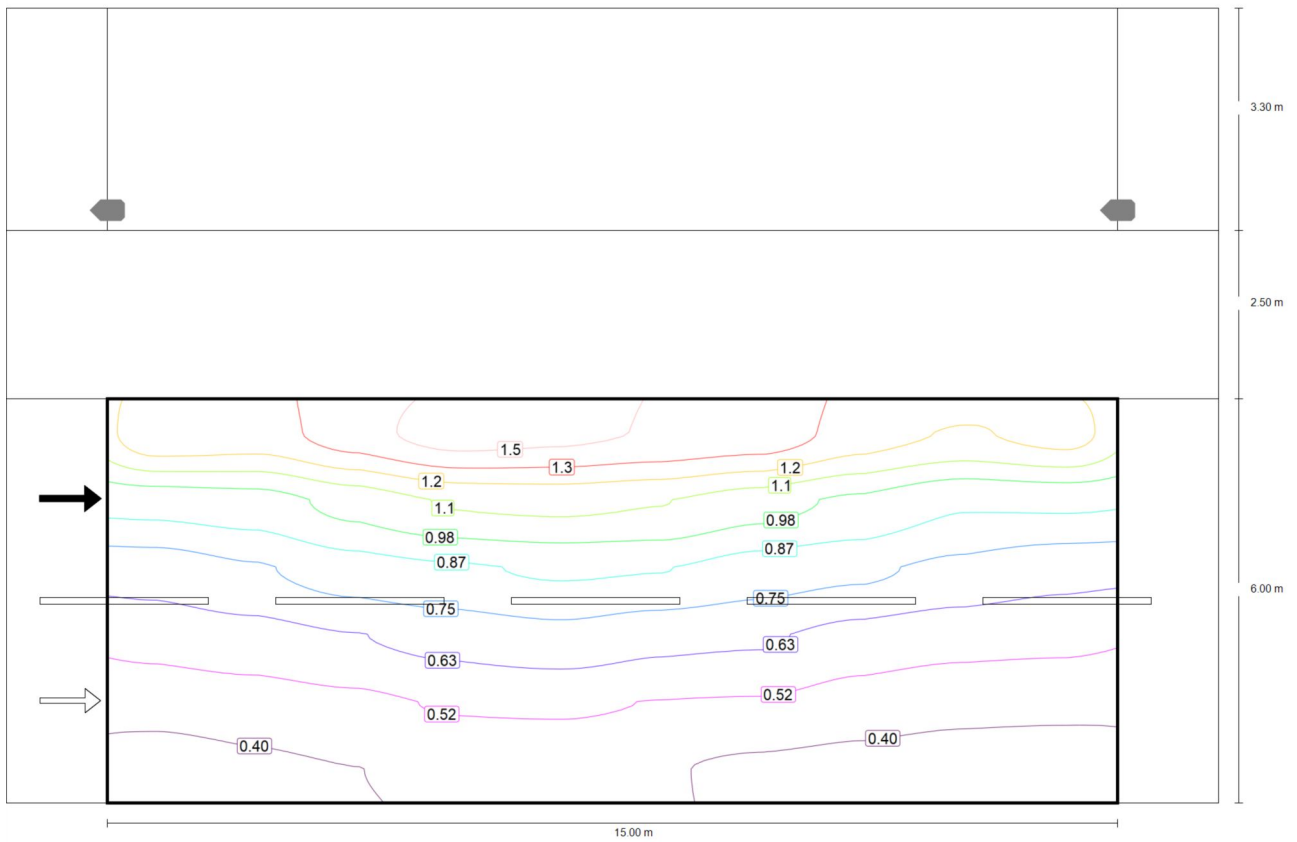
m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
5.500	0.88	0.86	0.94	1.01	0.99	0.97	0.95	0.86	0.81	0.85
4.500	0.61	0.62	0.69	0.75	0.76	0.74	0.69	0.64	0.59	0.59
3.500	0.46	0.49	0.54	0.57	0.59	0.58	0.54	0.52	0.48	0.45
2.500	0.37	0.39	0.42	0.45	0.47	0.45	0.43	0.39	0.37	0.36
1.500	0.29	0.31	0.33	0.35	0.36	0.34	0.34	0.31	0.29	0.28
0.500	0.23	0.25	0.27	0.28	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23	0.23

Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] (Tabella valori)

	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 2: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	0.52 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.23 $\text{cd}/\text{m}^2$	1.01 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.44	0.23

Strada 1

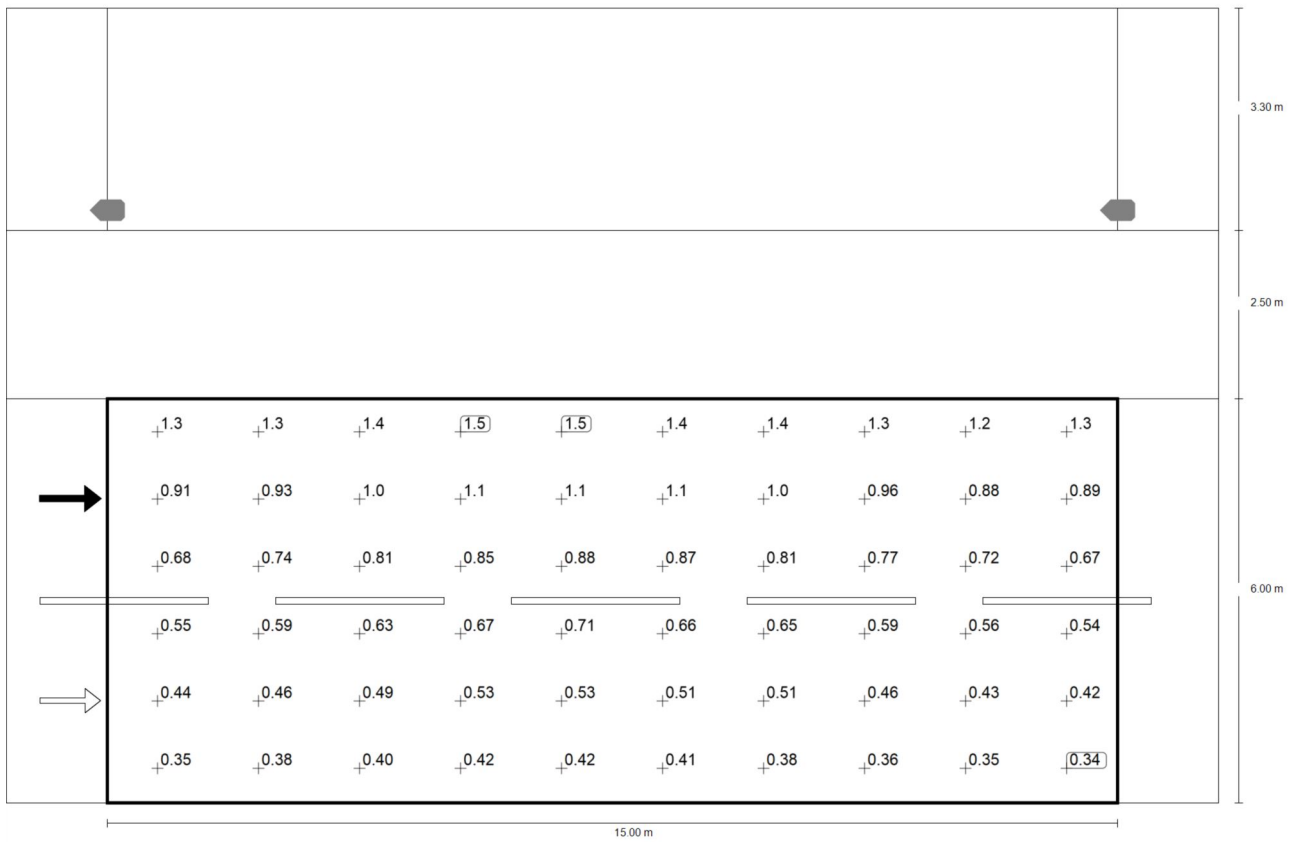
**Carreggiata 1 (M5)**



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)

Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**



Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

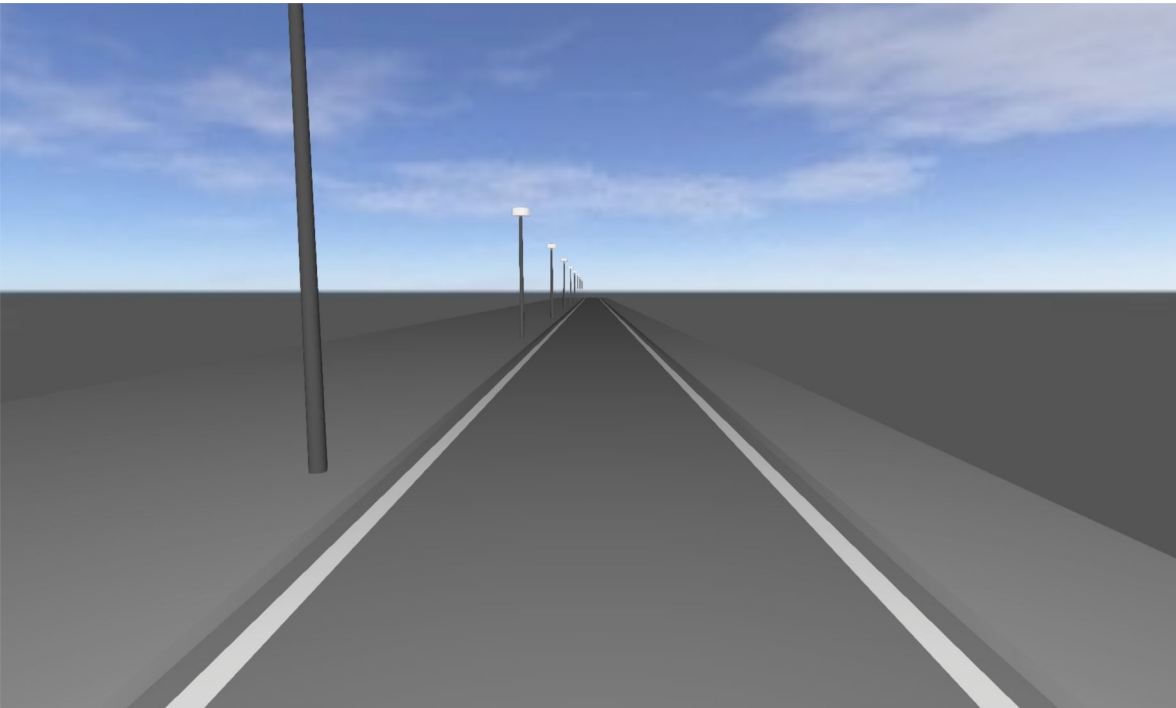
Strada 1

**Carreggiata 1 (M5)**

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
5.500	1.32	1.29	1.40	1.51	1.49	1.44	1.41	1.28	1.21	1.27
4.500	0.91	0.93	1.03	1.12	1.13	1.11	1.04	0.96	0.88	0.89
3.500	0.68	0.74	0.81	0.85	0.88	0.87	0.81	0.77	0.72	0.67
2.500	0.55	0.59	0.63	0.67	0.71	0.66	0.65	0.59	0.56	0.54
1.500	0.44	0.46	0.49	0.53	0.53	0.51	0.51	0.46	0.43	0.42
0.500	0.35	0.38	0.40	0.42	0.42	0.41	0.38	0.36	0.35	0.34

Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ] (Tabella valori)

	$L_m$	$L_{\min}$	$L_{\max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 2: Luminanza per nuova installazione	0.77 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.34 $\text{cd}/\text{m}^2$	1.51 $\text{cd}/\text{m}^2$	0.44	0.23

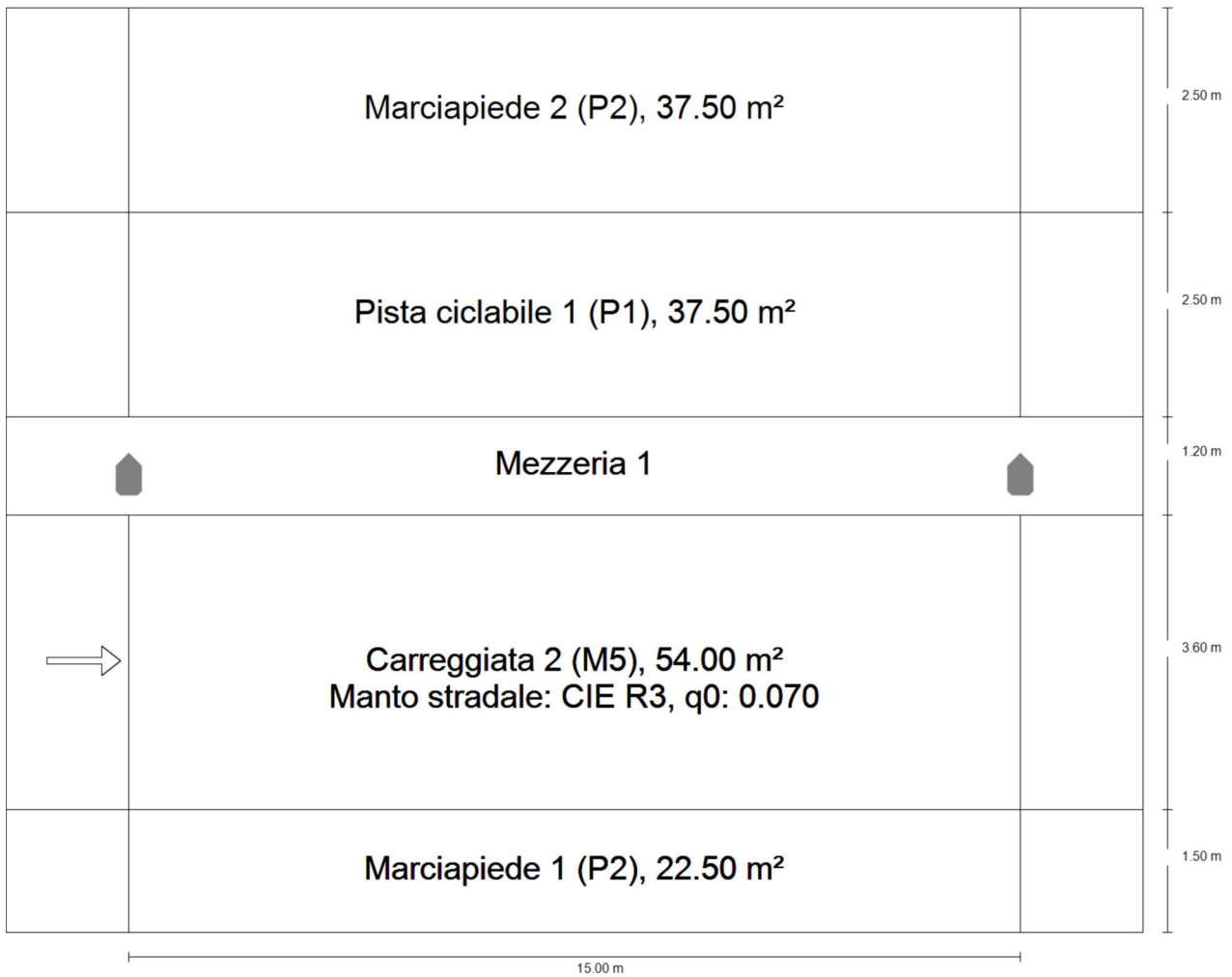


Strada 2

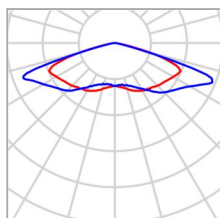
## Descrizione

Strada 2

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**



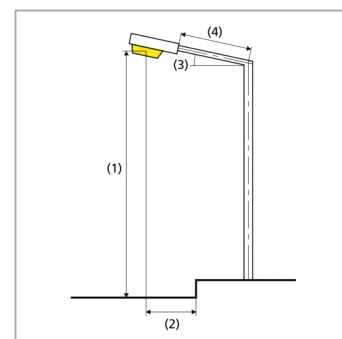
Strada 2

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**

Produttore	Philips	P	88.0 W
Nome articolo	BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS	$\Phi_{Lampadina}$	10000 lm
Dotazione	1x LED100/830	$\Phi_{Lampada}$	6802 lm
		$\eta$	68.02 %

## BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS (su un lato sopra)

Distanza pali	15.000 m
(1) Altezza fuochi	4.000 m
(2) Distanza fuochi	-0.500 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 88.0 W
Consumo	5896.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	$\geq 70^\circ$ : 341 cd/klm $\geq 80^\circ$ : 29.1 cd/klm $\geq 90^\circ$ : 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*6
Classe indici di abbagliamento	D.6



Strada 2

**Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)**

Risultati per i campi di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 2 (P2)	E <sub>m</sub>	14.19 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E <sub>min</sub>	9.10 lx	≥ 2.00 lx	✓
Pista ciclabile 1 (P1)	E <sub>m</sub>	21.96 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E <sub>min</sub>	11.94 lx	≥ 3.00 lx	✓
Carreggiata 2 (M5)	L <sub>m</sub>	1.25 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	U <sub>o</sub>	0.59	≥ 0.35	✓
	U <sub>l</sub>	0.88	≥ 0.40	✓
	TI	14 %	≤ 15 %	✓
	R <sub>Et</sub>	1.10	≥ 0.30	✓
Marciapiede 1 (P2)	E <sub>m</sub>	13.51 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E <sub>min</sub>	9.42 lx	≥ 2.00 lx	✓

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.67.

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

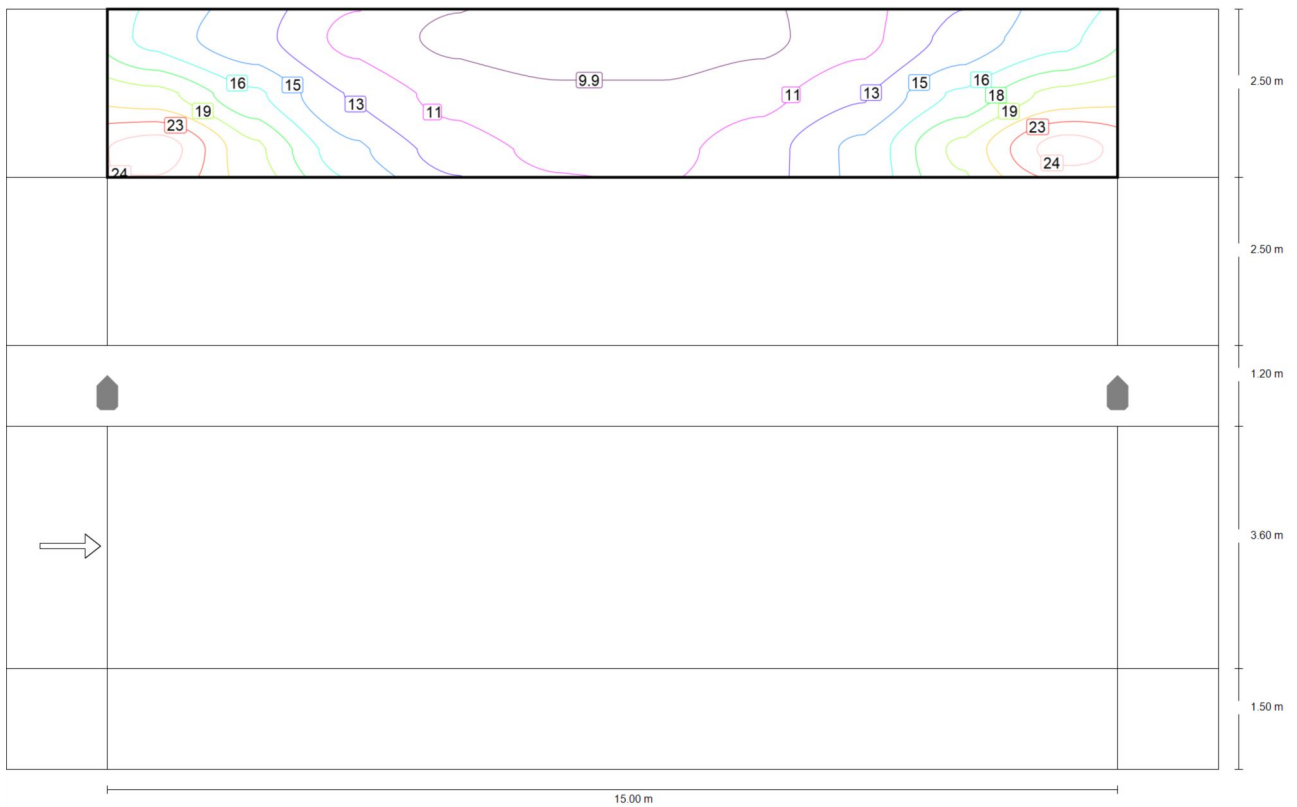
	Unità	Calcolato	Consumo
Strada 2	D <sub>p</sub>	0.031 W/lx*m <sup>2</sup>	-
BDP105 PCC 1 xLED100/830 DS (su un lato sopra)	D <sub>e</sub>	2.3 kWh/m <sup>2</sup> anno,	352.0 kWh/anno

Strada 2

### Marciapiede 2 (P2)

Risultati per campo di valutazione

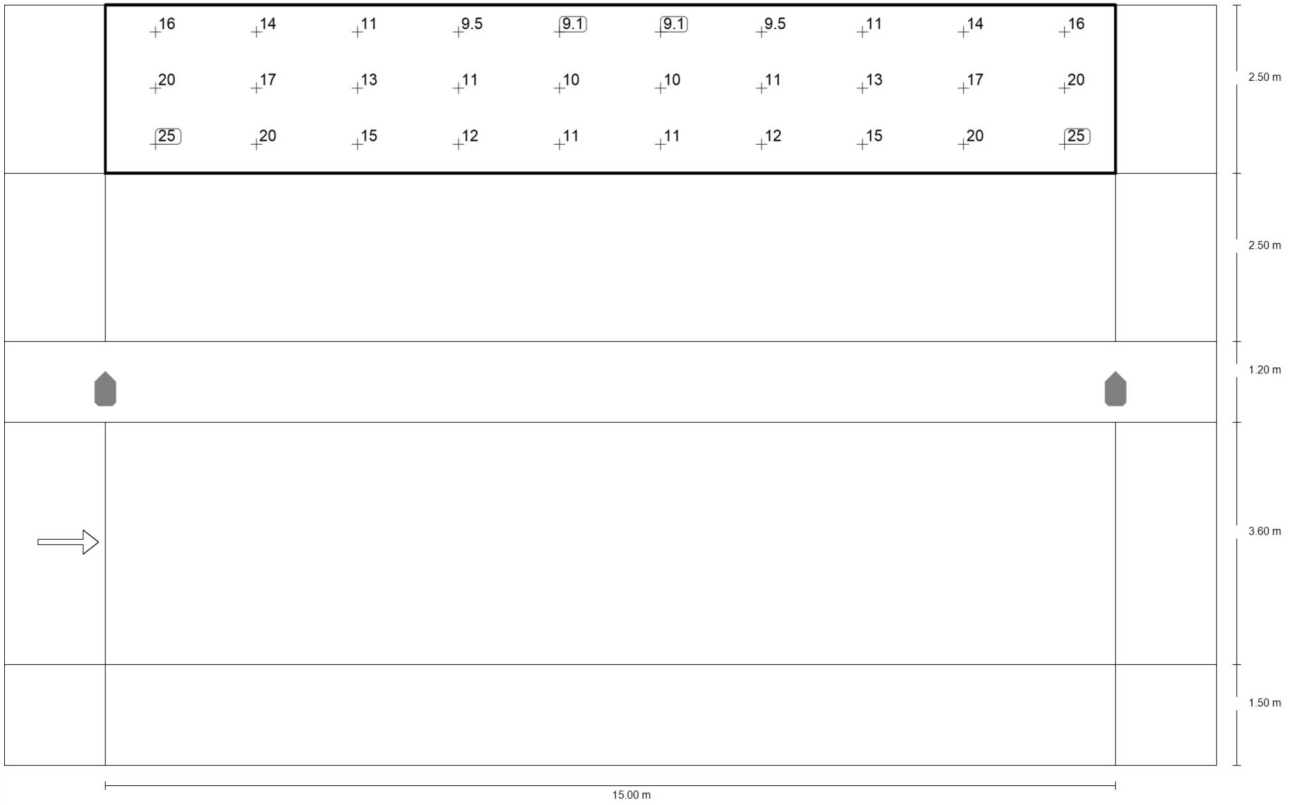
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 2 (P2)	$E_m$	14.19 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	$E_{min}$	9.10 lx	$\geq 2.00$ lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 2

**Marciapiede 2 (P2)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
10.883	15.77	13.58	11.02	9.54	9.10	9.10	9.54	11.02	13.58	15.77
10.050	20.02	16.55	12.90	10.96	10.17	10.17	10.96	12.90	16.55	20.02
9.217	25.00	19.81	15.01	12.39	11.08	11.08	12.39	15.01	19.81	25.00

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

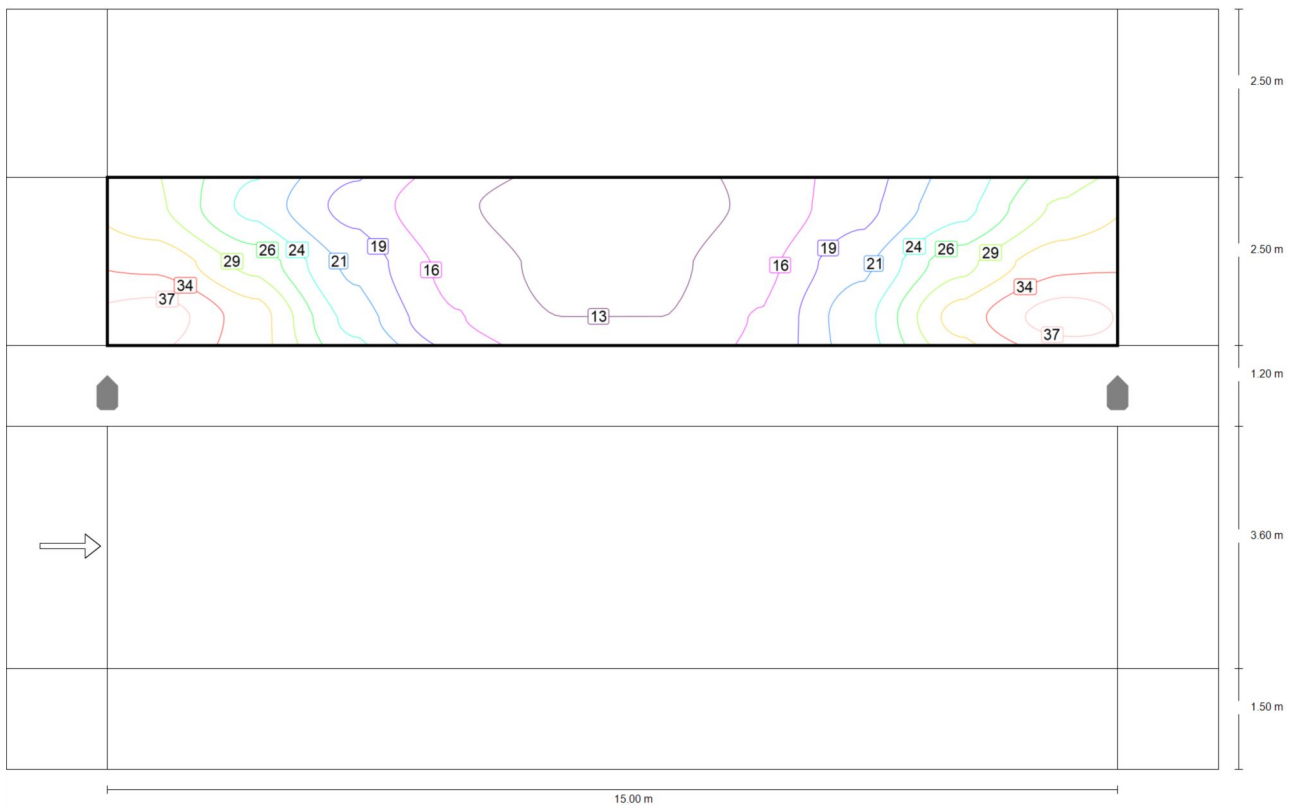
	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	14.2 lx	9.10 lx	25.0 lx	0.64	0.36

Strada 2

**Pista ciclabile 1 (P1)**

Risultati per campo di valutazione

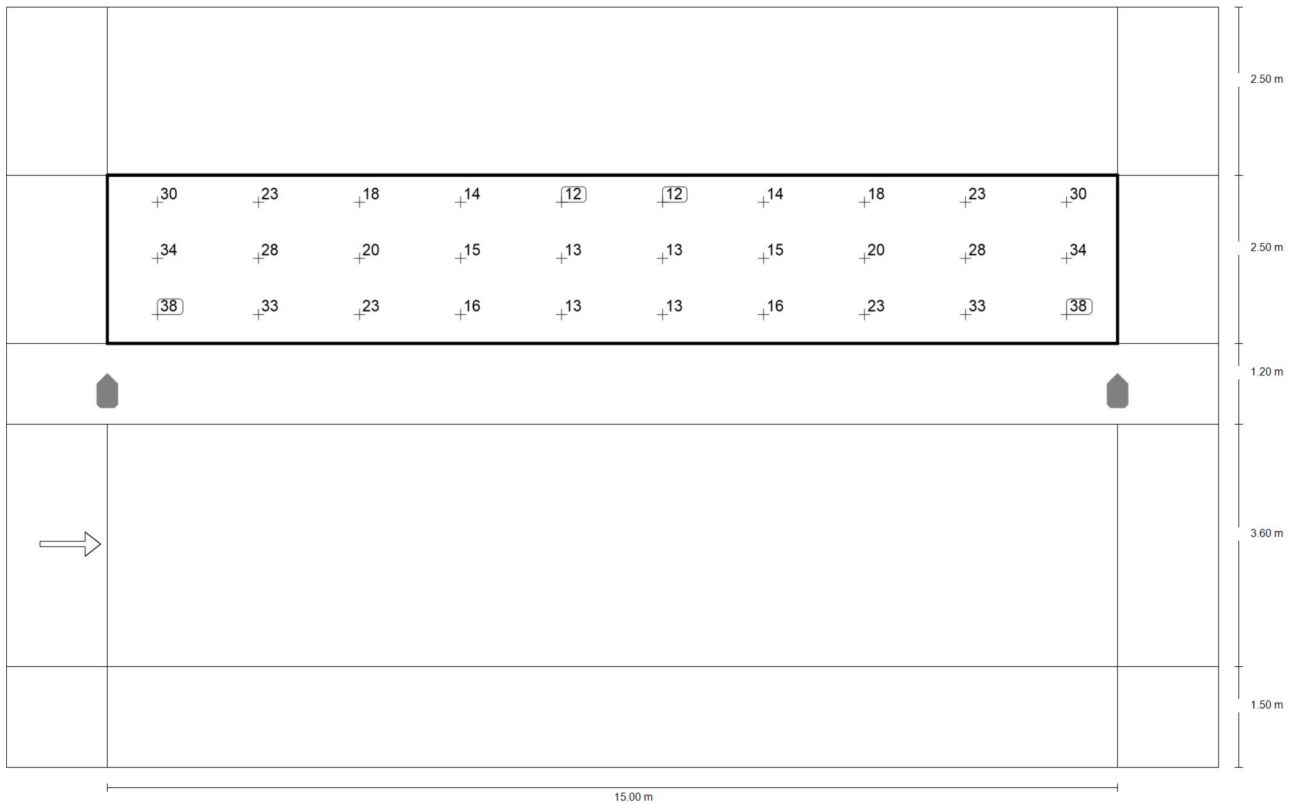
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Pista ciclabile 1 (P1)	$E_m$	21.96 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	$E_{min}$	11.94 lx	$\geq 3.00$ lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 2

**Pista ciclabile 1 (P1)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
<b>8.383</b>	29.53	23.01	17.67	13.72	11.94	11.94	13.72	17.67	23.01	29.53
<b>7.550</b>	33.63	28.21	20.50	15.11	12.74	12.74	15.11	20.50	28.21	33.63
<b>6.717</b>	38.27	32.85	22.79	16.08	13.27	13.27	16.08	22.79	32.85	38.27

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	22.0 lx	11.9 lx	38.3 lx	0.54	0.31

Strada 2

**Carreggiata 2 (M5)**

Risultati per campo di valutazione

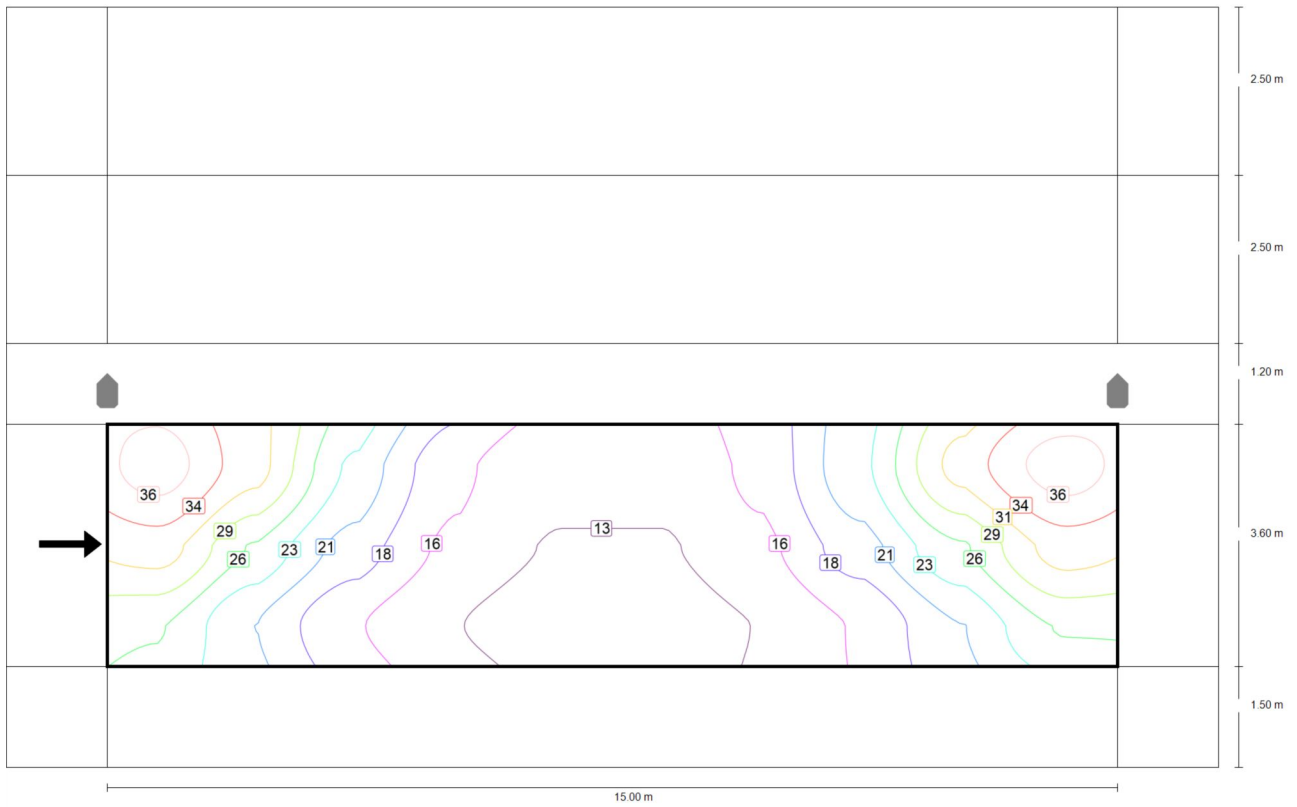
	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 2 (M5)	L <sub>m</sub>	1.25 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	U <sub>o</sub>	0.59	≥ 0.35	✓
	U <sub>l</sub>	0.88	≥ 0.40	✓
	TI	14 %	≤ 15 %	✓
	R <sub>EI</sub>	1.10	≥ 0.30	✓

Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 3.300 m, 1.500 m	L <sub>m</sub>	1.25 cd/m <sup>2</sup>	≥ 0.50 cd/m <sup>2</sup>	✓
	U <sub>o</sub>	0.59	≥ 0.35	✓
	U <sub>l</sub>	0.88	≥ 0.40	✓
	TI	14 %	≤ 15 %	✓

Strada 2

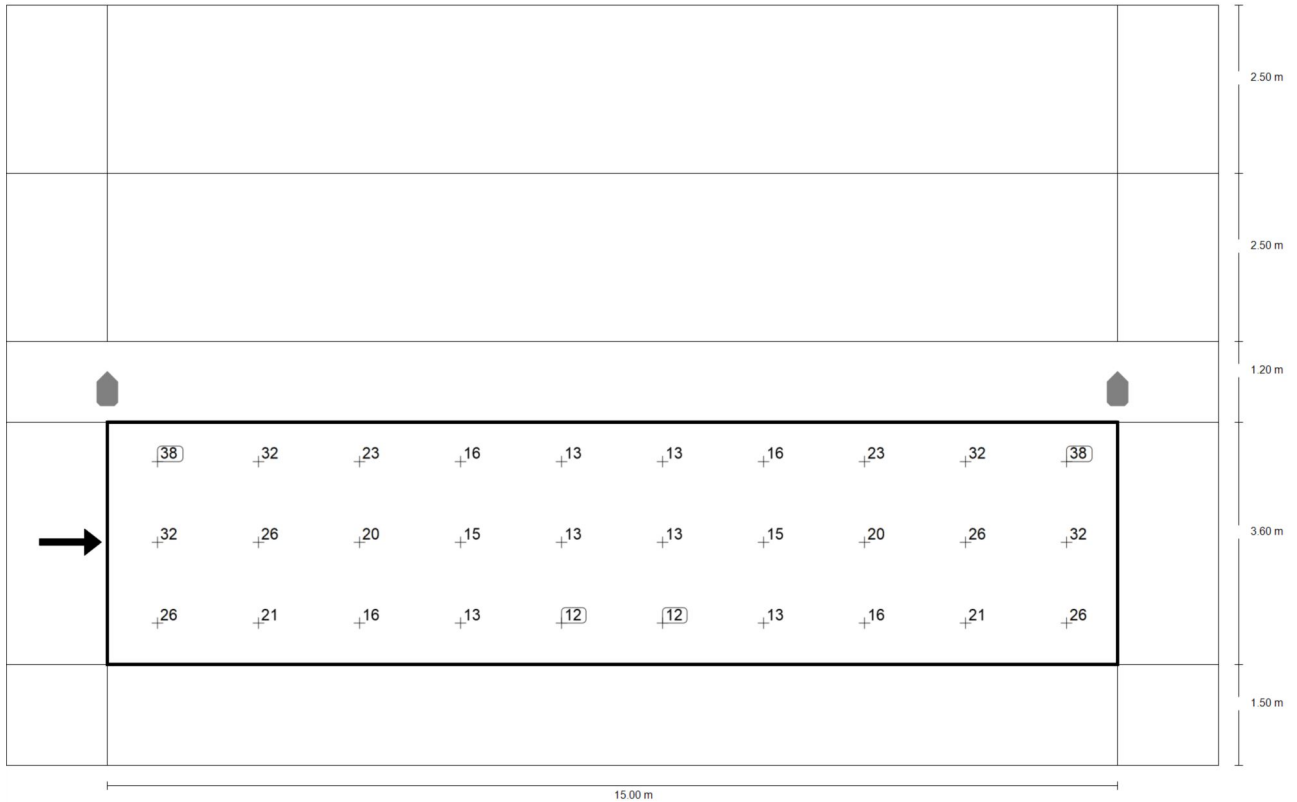
**Carreggiata 2 (M5)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

Strada 2

**Carreggiata 2 (M5)**



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

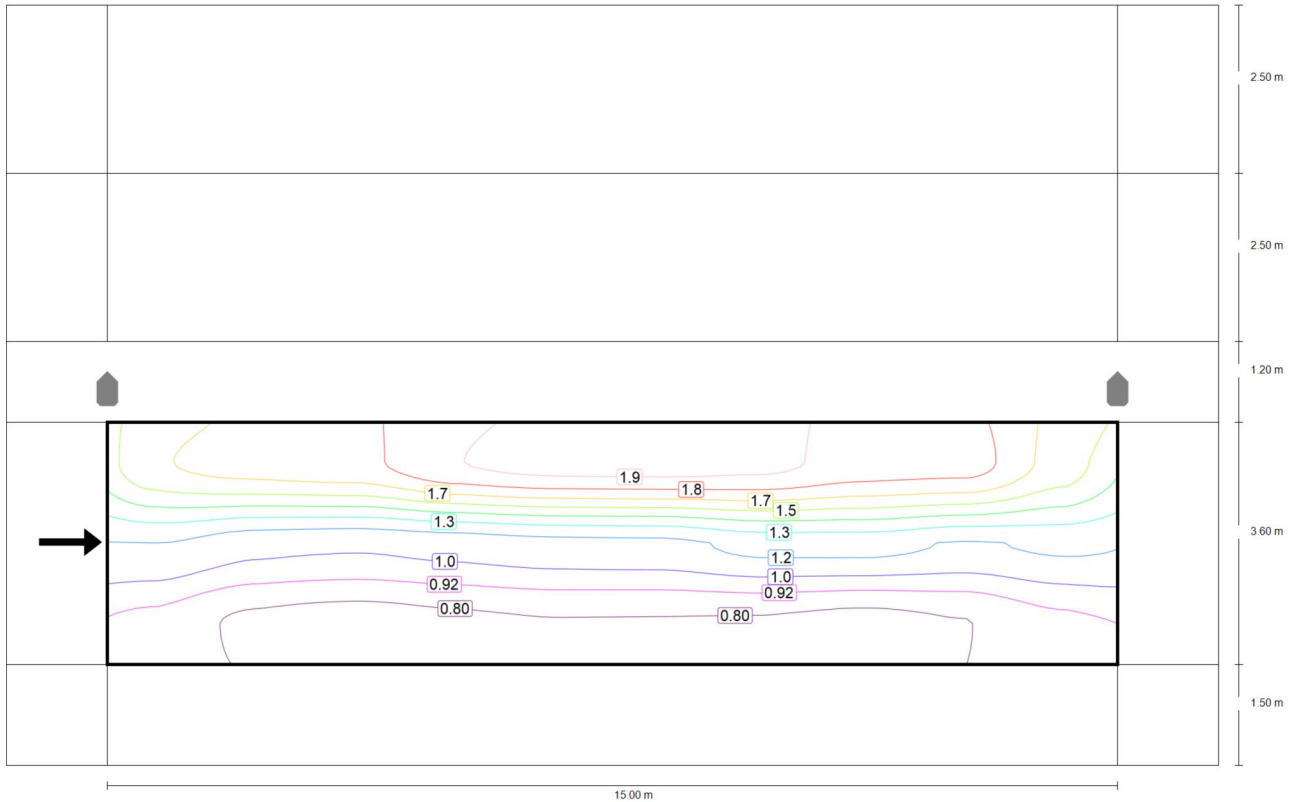
m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
4.500	37.79	32.26	22.83	16.26	13.48	13.48	16.26	22.83	32.26	37.79
3.300	32.36	25.78	19.68	14.92	12.81	12.81	14.92	19.68	25.78	32.36
2.100	26.27	20.79	15.81	13.06	11.68	11.68	13.06	15.81	20.79	26.27

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	$E_m$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	21.1 lx	11.7 lx	37.8 lx	0.56	0.31

Strada 2

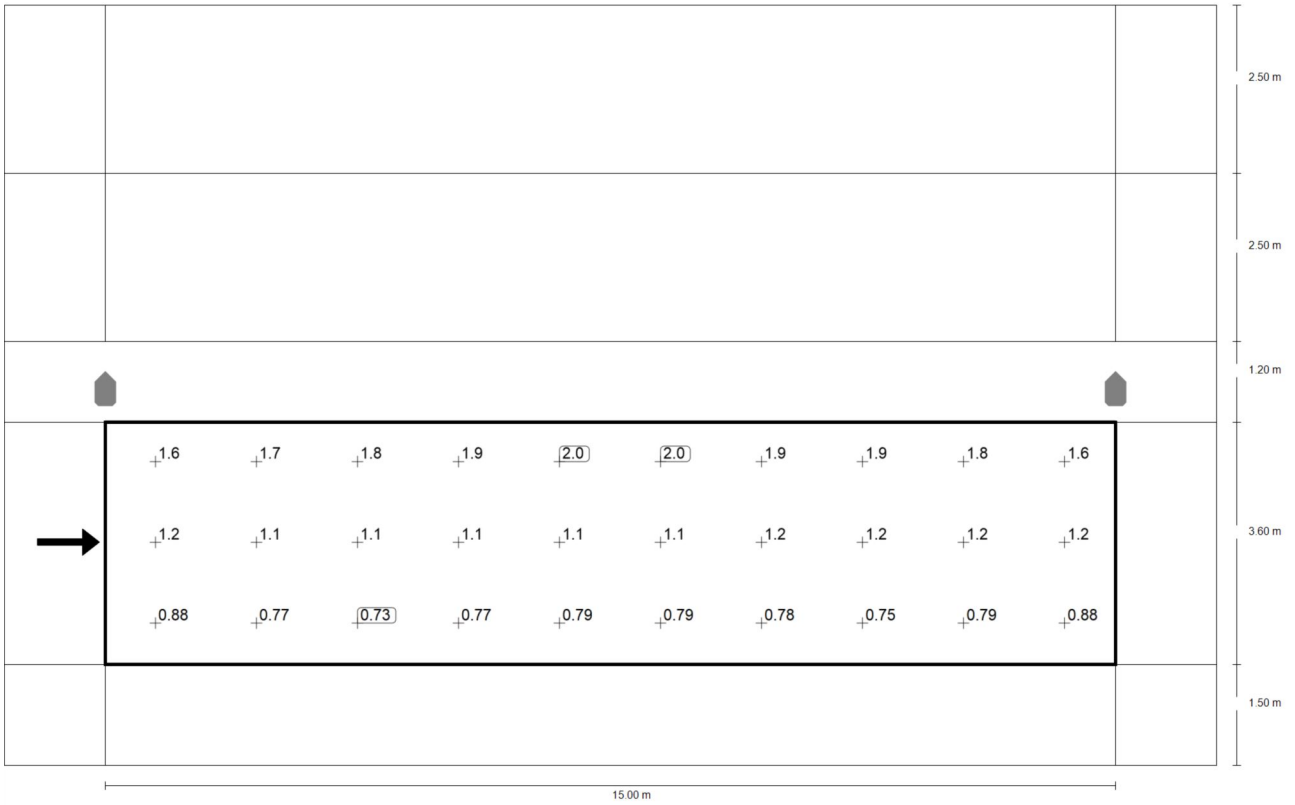
**Carreggiata 2 (M5)**



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Curve isolux)

Strada 2

**Carreggiata 2 (M5)**



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Raster dei valori)

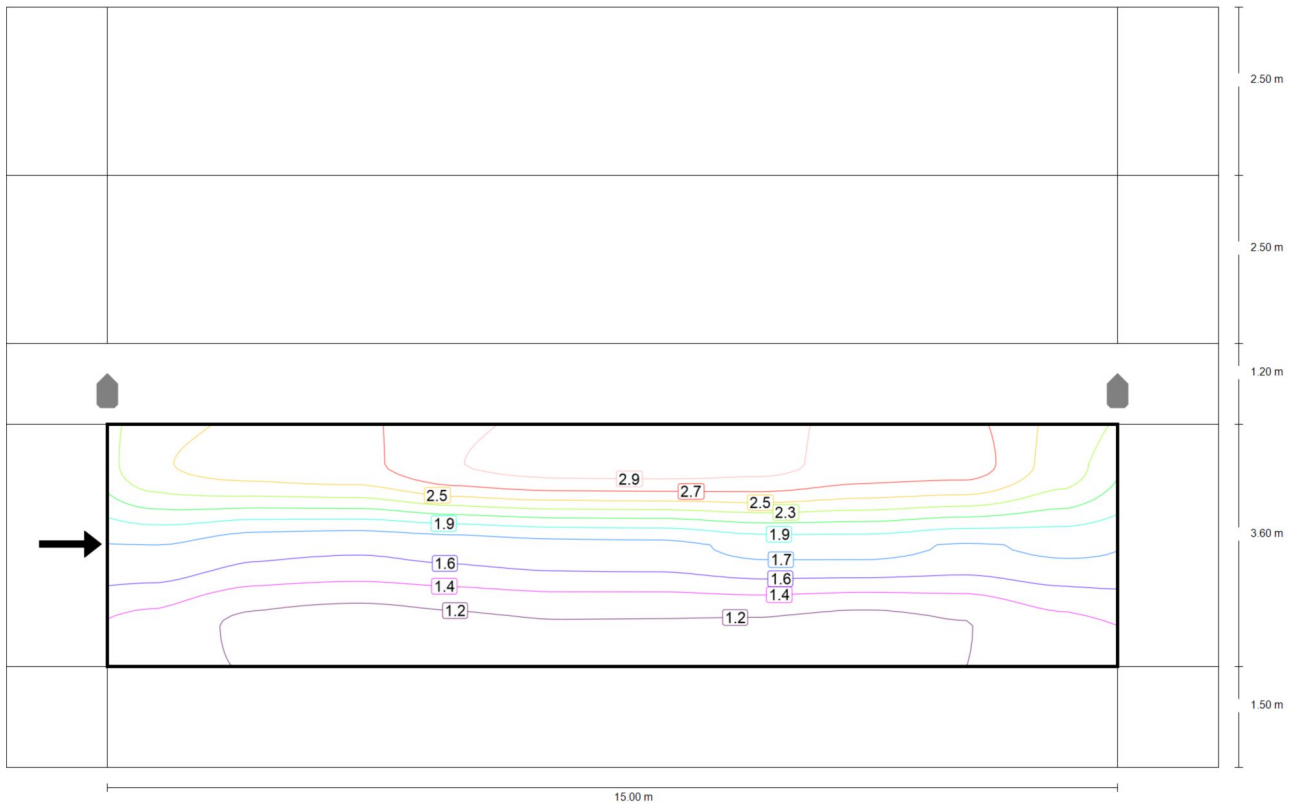
m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
4.500	1.64	1.72	1.76	1.91	1.97	1.97	1.95	1.86	1.84	1.61
3.300	1.17	1.08	1.06	1.09	1.12	1.13	1.20	1.21	1.16	1.19
2.100	0.88	0.77	0.73	0.77	0.79	0.79	0.78	0.75	0.79	0.88

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m²] (Tabella valori)

	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.25 cd/m²	0.73 cd/m²	1.97 cd/m²	0.59	0.37

Strada 2

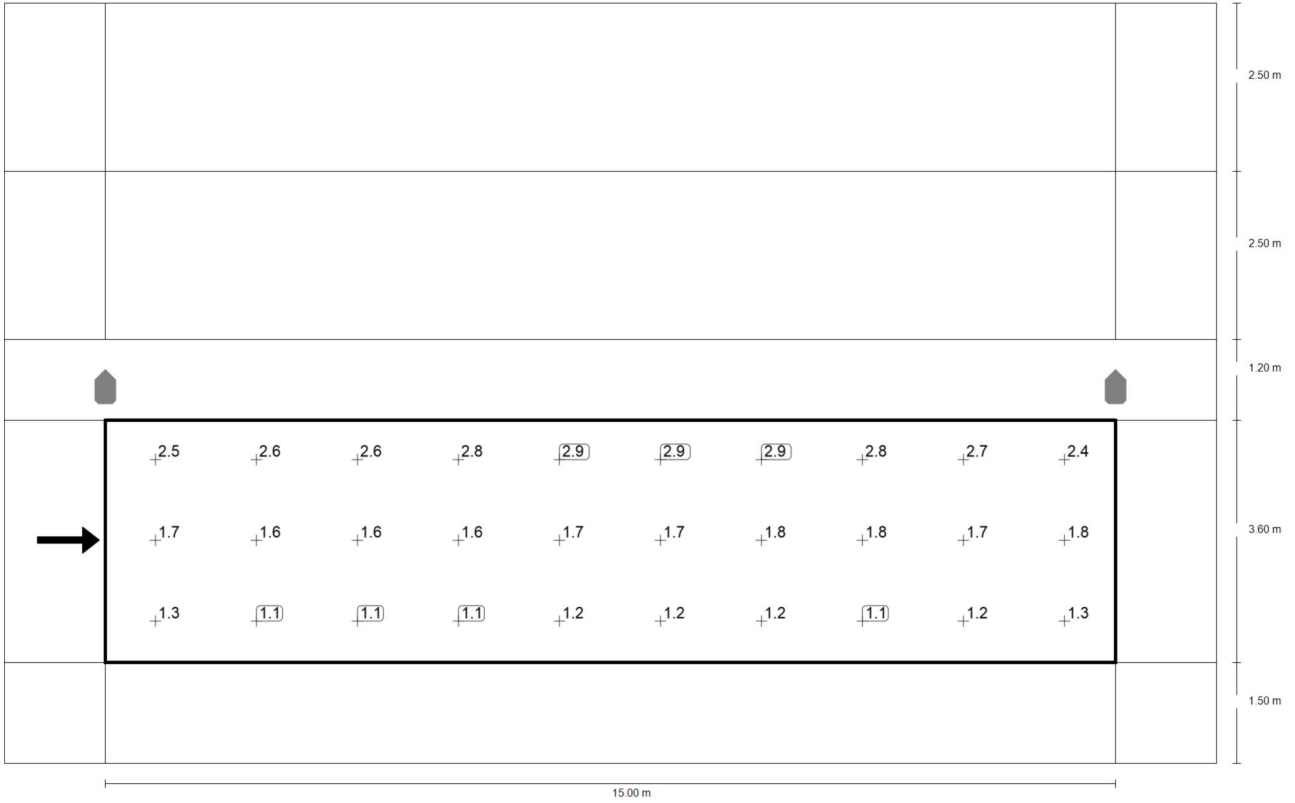
**Carreggiata 2 (M5)**



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m<sup>2</sup>] (Curve isolux)

Strada 2

**Carreggiata 2 (M5)**



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Raster dei valori)

m	0.750	2.250	3.750	5.250	6.750	8.250	9.750	11.250	12.750	14.250
4.500	2.45	2.57	2.62	2.85	2.93	2.94	2.91	2.77	2.75	2.40
3.300	1.74	1.61	1.58	1.63	1.68	1.69	1.80	1.80	1.73	1.77
2.100	1.31	1.15	1.10	1.14	1.18	1.18	1.17	1.12	1.18	1.32

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m²] (Tabella valori)

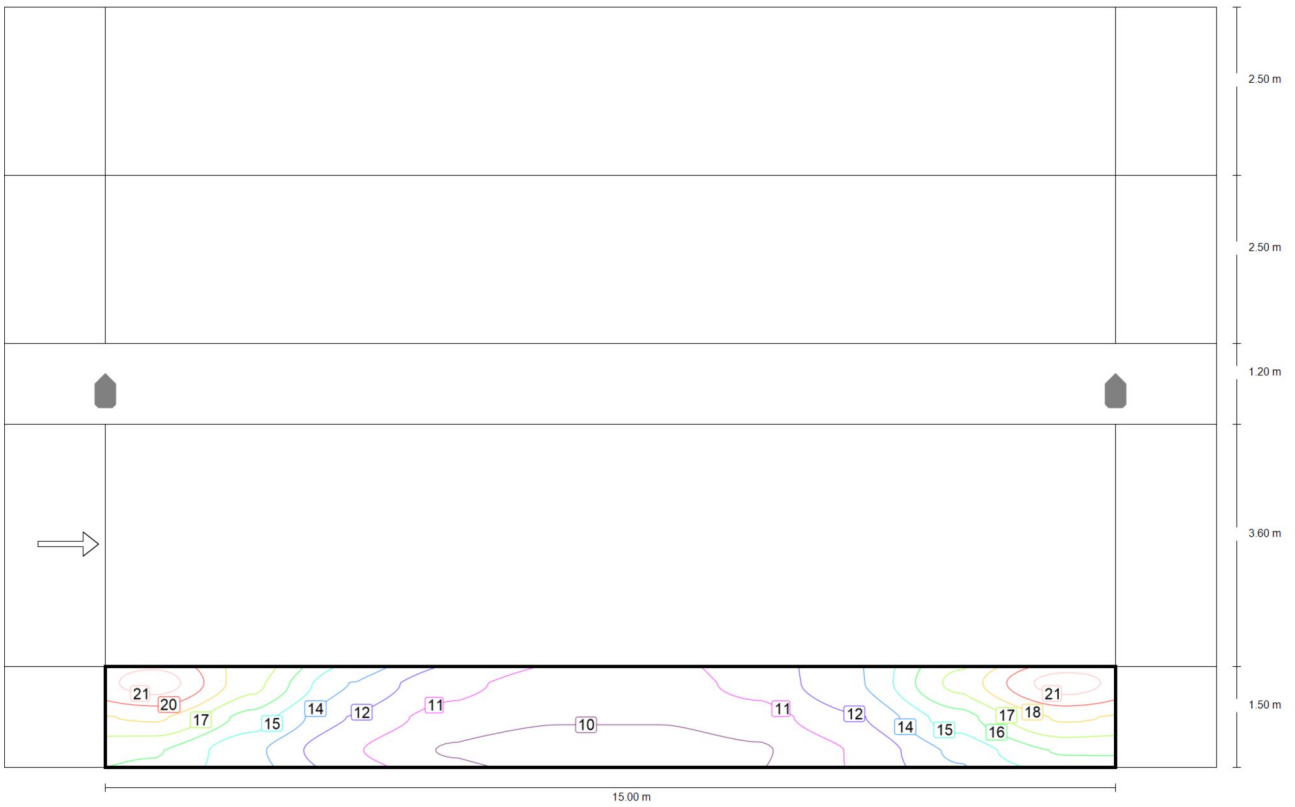
	$L_m$	$L_{min}$	$L_{max}$	$g_1$	$g_2$
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.87 cd/m²	1.10 cd/m²	2.94 cd/m²	0.59	0.37

Strada 2

**Marciapiede 1 (P2)**

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 1 (P2)	$E_m$	13.51 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	$E_{min}$	9.42 lx	$\geq 2.00$ lx	✓



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)

