

COMUNE DI VERBANIA
PROVINCIA DEL V.C.O.
Piazza Garibaldi,15
28922 VERBANIA

MANUTENZIONE STRAORDINARIA
INSTALLAZIONE NUOVO IMPIANTO
ILLUMINAZIONE CORSO ITALIA
CUP F53F23000090004 e CIG Z713CF497D

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

Committente
CITTA' DI VERBANIA
Piazza Garibaldi,15
28922 VERBANIA

REDATTORE
Ing. Gianpiero GALLERA
p.zza Cavour, 38 – 28921 VERBANIA
info@gianpierogallera.it
gianpiero.gallera2@ingpec.eu
tel-fax 0323408422 – mob. 3402729023
P.IVA 01917820035
C.F. GLLGPR73D17B019V

VERBANIA 27/12/2023

PREMESSE

Le opere di cui alla presente relazione fanno parte dei lavori di manutenzione straordinaria di installazione di nuovo impianto di illuminazione in Corso Italia, per il tratto compreso tra lo svincolo rotatorio con Via Per Possaccio e l'incrocio con Via Archimede – Comune di Verbania.

Le opere e la progettazione sono identificate al CUP F53F23000090004 e CIG Z713CF497D.

Il progetto prevede:

- calcolo illuminotecnico;
- calcolo strutturale del palo;
- calcolo strutturale del plinto di fondazione;
- dimensionamento dell'impianto elettrico;

Il progetto prevede l'installazione di una serie di proiettori con ottica stradale a luce diretta con led di potenza, montanti su palo a sezione circolare tronco conica di altezza pari a 10,00 m dotati di singolo sbraccio di lunghezza pari a 1,00 m, posti alla distanza media di 40,00 m. I pali saranno installati entro plinti di fondazione in calcestruzzo armato.

I proiettori saranno elettricamente alimentati derivando le nuove condutture di opportuna sezione, da due connessioni esistenti. I cavidotti saranno di tipo interrato e le tratte saranno dotate di pozzetti di derivazione interrati dotati di chiusino superiore in ghisa. La regolazione dell'impianto sarà di tipo on-off asservita da orologio programmatore.

RELAZIONE ILLUMINOTECNICA

2. Riferimenti normativi

- UNI 11248 (2016) Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.
- UNI 13201-2 (2016) Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.
- UNI 13201-3 (2016): Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni.
- UNI 13201-4 (2016): Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 13201-5 (2016): Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche.
- Tutte le norme CEI vigenti applicabili alla progettazione ed esecuzione delle opere previste.

3. Criteri di suddivisione delle zone di studio

Un impianto di illuminazione può illuminare parti della strada che richiedono livelli e condizioni di illuminazione diversi. Di conseguenza nell'ambito dell'intervento, primo compito del progettista è quello di individuare con i criteri specificati nel punto 6 della norma UNI 11248:2016, le zone di studio omogenee e attribuirne i rispettivi requisiti illuminotecnici.

È compito preliminare del progettista individuare, per ogni zona di studio i parametri di influenza significativi i quali devono essere noti prima di iniziare il progetto illuminotecnico.

Per le strade a traffico veicolare (escluse le strade di classe F con limite di velocità ≤ 30 km h⁻¹), in assenza di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata. Il tratto di Corso Italia oggetto di progettazione e intervento è privo di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali pertanto, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata ovvero, la parte della strada tipicamente usata dal traffico veicolare.

4. Classificazione delle strade e categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

La classificazione della strada non è di responsabilità del progettista e deve essere comunicata al progettista dal committente o dal proprietario/gestore della strada, valutate le reali condizioni ed esigenze.

In mancanza di strumenti urbanistici adeguati, il progettista illuminotecnico concorda con il committente o il proprietario della strada una classificazione sulla scorta dei riferimenti normativi e legislativi esistenti. Tale condizione deve essere resa evidente nel progetto illuminotecnico.

Considerata la collocazione della strada, visto il limite di velocità posto pari a 50 Km/h, in base al prospetto 1 della UNI 11248:2016, la stessa è definibile di tipo F (strada locale urbana) con Categoria illuminotecnica di ingresso attestata a M4.

5. Analisi dei rischi

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la(e) categoria(e) illuminotecnica(illuminotecniche) che garantisce(garantiscono) la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

L'analisi deve prevedere almeno le seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate;
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla presente norma e da esigenze specifiche;
- studio preliminare del rischio, determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto fra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da, direttive e norme cogenti, per quanto dipendenti dalle condizioni di illuminazione.

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto.

I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 2 della norma UNI 11248:2016.

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ¹⁴ .	

Figura 1. Prospetto 2 norma UNI 11248:2016.

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono elencati nel prospetto 3 della norma UNI 11248:2016.

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Figura 2. Prospetto 3 norma UNI 11248:2016.

Nel caso di traffico motorizzato (categorie illuminotecniche M) tra i parametri di influenza costanti nel lungo periodo può essere considerato il fattore di visibilità di oggetti (FVO).

Il progettista basa l'analisi dei rischi sulla conoscenza dei parametri di influenza generalmente più significativi che possono essere individuati tra quelli del prospetto 2 e del prospetto 3 della norma.

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo più diffusi sono:

- la complessità del campo visivo normale;
- l'assenza o bassa densità di zone di conflitto;
- la segnaletica cospicua nelle zone conflittuali;
- la segnaletica stradale attiva;
- l'assenza di pericolo di aggressione.

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale più diffusi sono:

- il flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio;
- il flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio;
- la riduzione della complessità nella tipologia di traffico.

Allo stato di progetto sono escluse riduzioni di categoria illuminotecnica di cui ai prospetti 2 e 3 della norma.

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada, indipendentemente dal flusso orario di traffico effettivamente presente e considerando i parametri del prospetto 2.

6. Sintesi conclusiva dell'analisi dei rischi.

Il progettista ai sensi del punto 8.5 norma UNI 11248:2016 della redige una sintesi conclusiva dell'analisi dei rischi ove precisa la(e) categoria(e) illuminotecnica(illuminotecniche) di ingresso, di

progetto e di esercizio, e presenta le misure da porre in opera (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare al livello desiderato la sicurezza degli utenti della strada.

Valutato lo stato esistente, il tratto di Corso Italia oggetto di intervento è dotato di una complessità del campo visivo di tipo normale e gli svincoli presenti sono collocati alle sue estremità; svincolo rotatorio con Via Per Possaccio e svincolo con Via Archimede. Il flusso di traffico non è di tipologia diverse e non vi sono attraversamenti pedonali. Compresi nel tratto sono distribuiti accessi veicolari alle proprietà private. La segnaletica è rada e non vi è segnaletica di tipo attivo. Valutati i parametri di influenza sulle variazioni di categoria illuminotecnica costanti nel lungo periodo e i parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale, il progetto illuminotecnico si fonda sulla categoria illuminotecnica di ingresso attestata a M4 escludendo alcuna riduzione ammessa.

L'intervento prevede la messa in opera di un impianto di illuminazione stradale che risponde ai requisiti prestazionali di cui alla norma UNI EN 13201-2 attribuibili alla categoria illuminotecnica M4. In base al punto 4 della norma i requisiti sono individuati al seguente prospetto.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] [cdxm ²]	U_0 [minima]	U_1 [minima]	U_{ow} [minima]	f_{TI} [massima] [%]	R_{EI} [minima]
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30

Dove:

$\bar{L}$ = luminanza media del manto stradale (della carreggiata di una strada): Valore medio della luminanza del manto stradale calcolato sulla carreggiata;

U_0 = uniformità generale (della luminanza del manto stradale, dell'illuminamento della zona della strada o dell'illuminamento emisferico): Rapporto tra il valore minimo e il valore medio.

U_1 = uniformità longitudinale (della luminanza del manto stradale di una carreggiata): Valore minimo dei rapporti determinati per ciascuna corsia di marcia della carreggiata come il rapporto tra il valore minimo e il valore massimo della luminanza del manto stradale rilevata lungo la mezzzeria di una corsia di marcia.

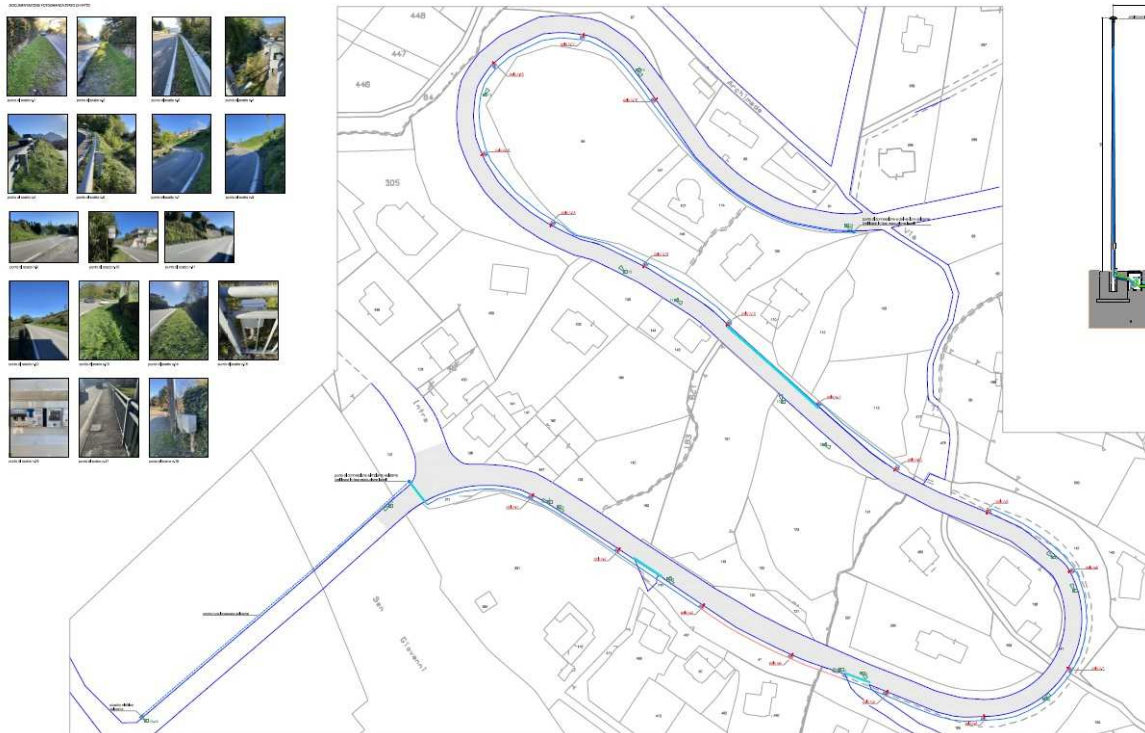
U_{ow} = requisito aggiuntivo all'uniformità generale nelle condizioni di manto stradale umido o bagnato.

f_{TI} = incremento di soglia TI (di un oggetto in corrispondenza del manto stradale): Incremento percentuale di contrasto di un oggetto necessario per farlo rimanere alla visibilità di soglia in presenza

di abbagliamento debilitante prodotto dagli apparecchi di illuminazione di un impianto di illuminazione stradale.

R_{EI} = rapporto dell'illuminamento ai bordi EIR (di illuminamento di una fascia adiacente alla carreggiata di una strada): Illuminamento orizzontale medio su una fascia appena al di fuori del bordo di una carreggiata, in rapporto all'illuminamento orizzontale medio su una fascia all'interno del bordo, laddove le fasce hanno la larghezza di una corsia di marcia della carreggiata.

I requisiti prestazionali vengono assolti installando una serie di proiettori tipo marca IGUZZINI modello STREET configurazione EQ38 (vedere scheda tecnica allegata) montati su palo di altezza da terra pari a 10,00 m e sbraccio di lunghezza pari a 1,00 m posti alla distanza non superiore a 40,00 m. Il palo previsto è di tipo conico in lamiera di acciaio di spessore pari a 3,00 mm con sezione trasversale alla base di diametro esterno pari a circa 15,80 cm e in sommità pari a 6,00 cm. Il riferimento commerciale del palo, ad eccezione per i requisiti minimi qualitativi non vincolante, è il prodotto di marca TECNOPALI modello CDI 9800/3 e sbraccio MSI 1000/1000/05. L'installazione del palo avverrà, ad eccezione di alcuni casi, a mezzo di inserimento per l'altezza di 80,00 cm entro un plinto di fondazione in calcestruzzo armato di dimensioni 110 cm x 110 cm x 110 cm. Il calcolo strutturale agli stati limite (vedere relativo capitolo) dimostra che l'installazione del palo è verificata nelle dimensioni di plinto pari a 100 cm x 100 cm x 100 cm. Per rispondere alle incertezze delle condizioni del piano di posa e di esecuzione la dimensione del plinto di progetto è pari a 110 cm x 110 cm x 110 cm. Il calcolo illuminotecnico allegato, effettuato con il software di calcolo DIALUX EVO versione 5.12.0.5586 dimostra il rispetto dei requisiti minimi richiesti dalla norma.



Corso Italia_VERBANIA

Contenuto

Copertina 1

Contenuto 2

Lista lampade 3

Strada 1 · Alternativa 1

Immagini 4

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015) 5

Glossario 9

Lista lampade

Φ_{totale} 53156 lm	P_{totale} 353.6 W	Efficienza 150.3 lm/W
------------------------------------	--------------------------------	--------------------------

Pz.	Produttore	Articolo No.	Nome articolo	P	Φ	Efficienza
4	iGuzzini	EQ38	Street - EQ38.15 - Sistema da palo - Ottica ST1- Neutral White - ø46-60-76mm - 88.4W 13290lm - 4000K - Grigio	88.4 W	13289 lm	150.3 lm/W

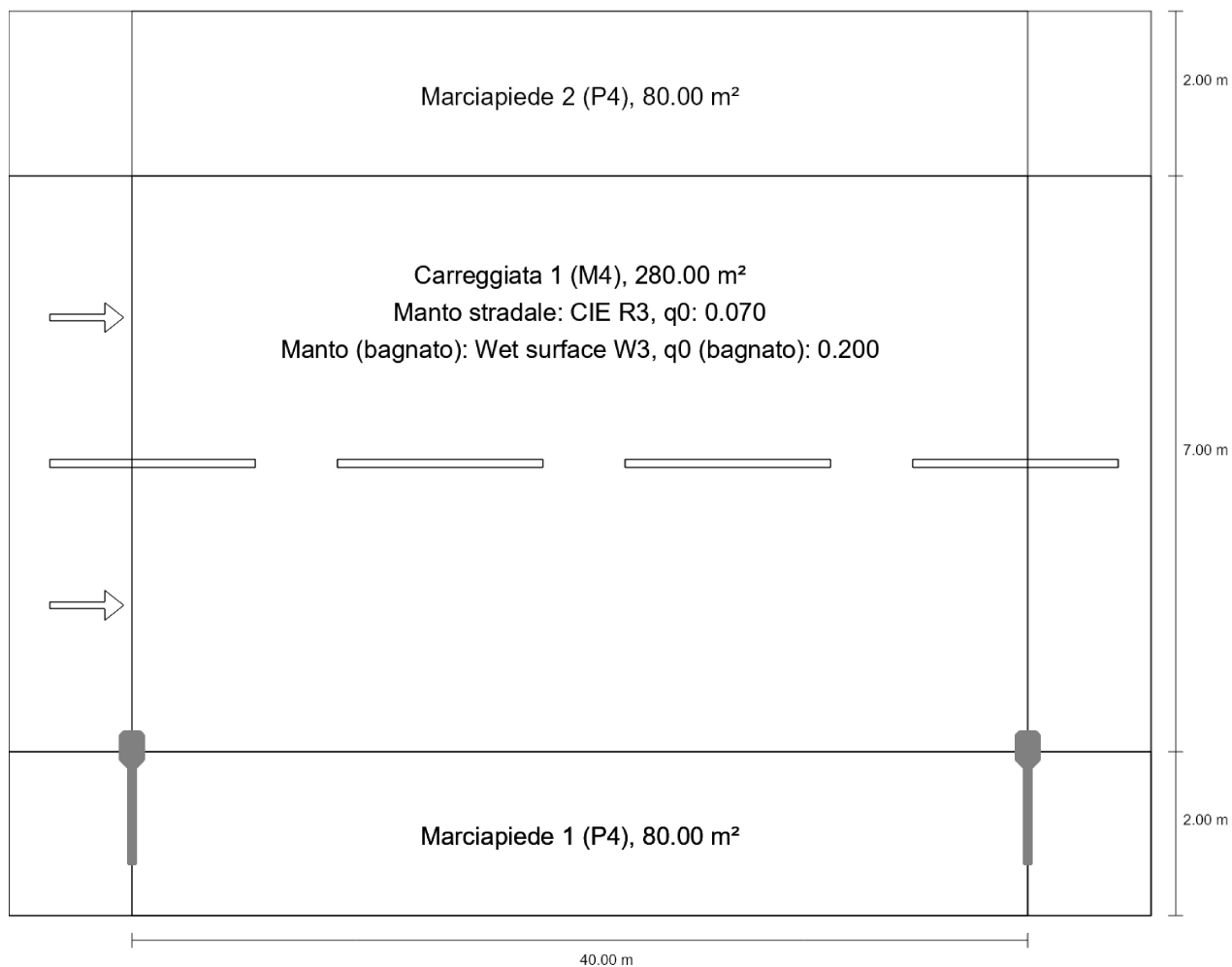
Strada 1

Immagini

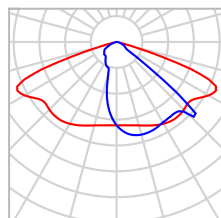
IMG_0851



Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

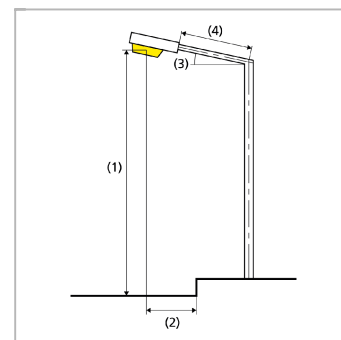
Produttore	iGuzzini	P	88.4 W
Articolo No.	EQ38	$\Phi_{\text{Lampadina}}$	13290 lm
Nome articolo	Street - EQ38.15 - Sistema da palo - Ottica ST1- Neutral White - ø46-60-76mm - 88.4W 13290lm - 4000K - Grigio	Φ_{Lampada}	13289 lm
		η	100.00 %
Dotazione	1x LED		

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Street - EQ38.15 - Sistema da palo – Ottica ST1- Neutral White - ø46-60-76mm - 88.4W 13290lm - 4000K - Grigio (su un lato sotto)

Distanza pali	40.000 m
(1) Altezza fuochi	10.000 m
(2) Distanza fuochi	0.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	1.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 88.4 W 0 h: 100.0 %, 88.4 W
Potenza / percorso	2210.0 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.	≥ 70°: 646 cd/klm ≥ 80°: 11.8 cd/klm ≥ 90°: 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*3
Classe indici di abbagliamento	D.5
MF	0.80



Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Marciapiede 2 (P4)	$E_m^{(1)}$	13.56 lx	–	
	$E_{min}^{(1)}$	8.21 lx	–	
Carreggiata 1 (M4)	L_m	1.15 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_{ow}	0.16	≥ 0.15	✓
	U_l	0.60	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	$R_{EI}^{(1)}$	0.61	–	
Marciapiede 1 (P4)	$E_m^{(1)}$	15.25 lx	–	
	$E_{min}^{(1)}$	5.66 lx	–	

(1) Informazione, non fa parte della valutazione

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
Strada 1	D_p	0.012 W/lx*m ²	–
Street - EQ38.15 - Sistema da palo - Ottica ST1 - Neutral White - ø46-60-76mm - 88.4W 13290lm - 4000K - Grigio (su un lato sotto)	D_e	0.8 kWh/m ² anno	353.6 kWh/anno

Glossario

A

A	Simbolo usato nelle formule per una superficie in geometria
Altezza libera	Denominazione per la distanza tra il bordo superiore del pavimento e il bordo inferiore del soffitto (quando un locale è stato smantellato).
Area circostante	L'area circostante è direttamente adiacente all'area del compito visivo e dovrebbe essere larga almeno 0,5 m secondo la UNI EN 12464-1. Si trova alla stessa altezza dell'area del compito visivo.
Area del compito visivo	L'area necessaria per l'esecuzione del compito visivo conformemente alla UNI EN 12464-1. L'altezza corrisponde a quella alla quale viene eseguito il compito visivo.
Autonomia della luce diurna	Descrive in che percentuale dell'orario di lavoro giornaliero l'illuminamento richiesto è soddisfatto dalla luce diurna. L'illuminamento nominale viene utilizzato dal profilo della stanza, a differenza di quanto descritto nella EN 17037. Il calcolo non viene eseguito al centro della stanza ma nel punto di misurazione del sensore posizionato. Una stanza è considerata sufficientemente rifornita di luce diurna se raggiunge almeno il 50% di autonomia della luce diurna.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del corpo di una lampada ad incandescenza che serve a descrivere il suo colore della luce. Unità: Kelvin [K]. Più è basso il valore numerico e più rossastro sarà il colore della luce, più è alto il valore numerico e più bluastrò sarà il colore della luce. La temperatura di colore delle lampade a scarica di gas e dei semiconduttori è detta "temperatura di colore più simile" a differenza della temperatura di colore delle lampade ad incandescenza. Assegnazione dei colori della luce alle zone di temperatura di colore secondo la UNI EN 12464-1: colore della luce - temperatura di colore [K] bianco caldo (bc) < 3.300 K bianco neutro (bn) ≥ 3.300 – 5.300 K bianco luce diurna (bld) > 5.300 K
Coefficiente di riflessione	Il coefficiente di riflessione di una superficie descrive la quantità della luce presente che viene riflessa. Il coefficiente di riflessione viene definito dai colori della superficie.

Glossario

CRI	(ingl. colour rendering index) Indice di resa cromatica di una lampada o di una lampadina secondo la norma DIN 6169: 1976 oppure CIE 13.3: 1995. L'indice generale di resa cromatica Ra (o CRI) è un indice adimensionale che descrive la qualità di una sorgente di luce bianca in merito alla sua somiglianza, negli spettri di remissione di 8 colori di prova definiti (vedere DIN 6169 o CIE 1974), con una sorgente di luce di riferimento.
E	
Efficienza	Rapporto tra potenza luminosa irradiata Φ [lm] e potenza elettrica assorbita P [W], unità: lm/W. Questo rapporto può essere composto per la lampadina o il modulo LED (rendimento luminoso lampadina o modulo), la lampadina o il modulo con dispositivo di controllo (rendimento luminoso sistema) e la lampada completa (rendimento luminoso lampada).
Eta (η)	(ingl. light output ratio) Il rendimento lampada descrive quale percentuale del flusso luminoso di una lampadina a irraggiamento libero (o modulo LED) lascia la lampada quando è montata. Unità: %
F	
Fattore di diminuzione	Vedere MF
Fattore di luce diurna	Rapporto dell'illuminamento in un punto all'interno, ottenuto esclusivamente con l'incidenza della luce diurna, rispetto all'illuminamento orizzontale all'esterno sotto un cielo non ostruito. Simbolo usato nelle formule: D (ingl. daylight factor) Unità: %
Flusso luminoso	Misura della potenza luminosa totale emessa da una sorgente luminosa in tutte le direzioni. Si tratta quindi di una "grandezza trasmettitore" che indica la potenza di trasmissione complessiva. Il flusso luminoso di una sorgente luminosa si può calcolare solo in laboratorio. Si fa distinzione tra il flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED e il flusso luminoso di una lampada. Unità: lumen Abbreviazione: lm Simbolo usato nelle formule: Φ

Glossario

G

g_1	Spesso anche U_o (ingl. overall uniformity) Descrive l'uniformità complessiva dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di $E_{min}/\bar{E}$ e viene richiesto anche dalle norme sull'illuminazione dei posti di lavoro.
g_2	Descrive più esattamente la "disuniformità" dell'illuminamento su una superficie. È il quoziente di E_{min}/E_{max} ed è rilevante di solito solo per la verifica della rispondenza alla UNI EN 1838 per l'illuminazione di emergenza.
Gruppo di controllo	Un gruppo di apparecchi regolabili e controllati insieme. Per ogni scena luminosa, un gruppo di controllo fornisce il proprio valore di attenuazione. Tutti gli apparecchi all'interno di un gruppo di controllo condividono questo valore di regolazione. I gruppi di comando con i relativi apparecchi di illuminazione vengono determinati automaticamente da DIALux sulla base degli scenari luminosi creati e dei relativi gruppi di apparecchi.

I

Illuminamento	Descrive il rapporto del flusso luminoso, che colpisce una determinata superficie, rispetto alle dimensioni di tale superficie ($lm/m^2 = lx$). L'illuminamento non è legato alla superficie di un oggetto ma può essere definito in qualsiasi punto di un locale (sia all'interno che all'esterno). L'illuminamento non è una caratteristica del prodotto, infatti si tratta di una grandezza ricevitore. Per la misurazione si utilizzano luxmetri. Unità: lux Abbreviazione: lx Simbolo usato nelle formule: E
Illuminamento, adattivo	Per determinare su una superficie l'illuminamento medio adattivo, la rispettiva griglia va suddivisa in modo da essere "adattiva". Nell'ambito di grandi differenze di illuminamento all'interno della superficie, la griglia è suddivisa più finemente mentre in caso di differenze minime la suddivisione è più grossolana.
Illuminamento, orizzontale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano orizzontale (potrebbe trattarsi per es. della superficie di un tavolo o del pavimento). L'illuminamento orizzontale è contrassegnato di solito nelle formule da E_h .
Illuminamento, perpendicolare	Illuminamento calcolato o misurato perpendicolarmente ad una superficie. È da tener presente per le superfici inclinate. Se la superficie è orizzontale o verticale, non c'è differenza tra l'illuminamento perpendicolare e quello orizzontale o verticale.
Illuminamento, verticale	Illuminamento calcolato o misurato su un piano verticale (potrebbe trattarsi per es. della parte anteriore di uno scaffale). L'illuminamento verticale è contrassegnato di solito nelle formule da E_v .

Glossario

Intensità luminosa	Descrive l'intensità della luce in una determinata direzione (grandezza trasmettitore). L'intensità luminosa è il flusso luminoso Φ che viene emesso in un determinato angolo solido Ω. La caratteristica dell'irraggiamento di una sorgente luminosa viene rappresentata graficamente in una curva di distribuzione dell'intensità luminosa (CDL). L'intensità luminosa è un'unità base SI. Unità: candela Abbreviazione: cd Simbolo usato nelle formule: I
L	
LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Parametro numerico di energia luminosa secondo UNI EN 15193 Unità: kWh/m² anno
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso di una lampadina o di un modulo LED durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione del flusso luminoso lampadine è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di riduzione del flusso luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di manutenzione lampade che tiene conto della sporcizia di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione lampade è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/secondo CIE 97: 2005 Fattore di sopravvivenza lampadina che tiene conto dell'avaria totale di una lampada durante il periodo di esercizio. Il fattore di sopravvivenza lampadina è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (nessun guasto entro il lasso di tempo considerato o sostituzione immediata dopo il guasto).
Luminanza	Misura per l'"impressione di luminosità" che l'occhio umano ha di una superficie. La superficie stessa può illuminare o riflettere la luce incidente (grandezza trasmettitore). Si tratta dell'unica grandezza fotometrica che l'occhio umano può percepire. Unità: candela / metro quadrato Abbreviazione: cd/m² Simbolo usato nelle formule: L

Glossario

M

MF

(ingl. maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005

Fattore di manutenzione come numero decimale compreso tra 0 e 1, che descrive il rapporto tra il nuovo valore di una grandezza fotometrica pianificata (per es. dell'illuminamento) e il fattore di manutenzione dopo un determinato periodo di tempo. Il fattore di manutenzione prende in considerazione la sporcizia di lampade e locali, la riduzione del riflesso luminoso e la défaillance di sorgenti luminose.

Il fattore di manutenzione viene considerato in blocco oppure calcolato in modo dettagliato secondo CIE 97: 2005 utilizzando la formula $RMF \times LMF \times LLMF \times LSF$.

O

Osservatore UGR

Punto di calcolo nel locale per il quale DIALux determina il valore UGR. La posizione e l'altezza del punto di calcolo devono corrispondere alla posizione tipica dell'osservatore (posizione e altezza degli occhi dell'utente).

P

P

(ingl. power)

Assorbimento elettrico

Unità: watt

Abbreviazione: W

R

$R_{(UG)} \max$

(engl. rating unified glare)

Misura dell'abbagliamento psicologico negli spazi interni.

Oltre alla luminanza degli apparecchi, il livello del valore $R_{(UG)}$ dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla direzione di osservazione e dalla luminanza ambientale. Il calcolo viene effettuato secondo il metodo delle tabelle, vedere CIE 117. Tra l'altro, la EN 12464-1:2021 specifica la $R_{(UG)}$ massima ammissibile - valori $R_{(UGL)}$ per vari luoghi di lavoro interni.

RMF

(ingl. room maintenance factor)/secondo CIE 97: 2005

Fattore di manutenzione locale che tiene conto della sporcizia delle superfici che racchiudono il locale durante il periodo di esercizio. Il fattore di manutenzione locale è indicato come numero decimale e può assumere un valore di massimo 1 (in assenza di sporcizia).

Glossario

S

Superficie utile	Superficie virtuale di misurazione o di calcolo all'altezza del compito visivo, che di solito segue la geometria del locale. La superficie utile può essere provvista anche di una zona marginale.
Superficie utile per fattori di luce diurna	Una superficie di calcolo entro la quale viene calcolato il fattore di luce diurna.

U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Misura per l'effetto abbagliante psicologico negli interni. L'altezza del valore UGR, oltre che dalla luminanza della lampada, dipende anche dalla posizione dell'osservatore, dalla linea di mira e dalla luminanza dell'ambiente. Inoltre, nella EN 12464-1 vengono indicati i valori UGR massimi ammessi per diversi luoghi di lavoro in interni.
-----------	---

V

Valutazione energetica	Basato su una procedura di calcolo orario per la luce diurna negli spazi interni, considerando la geometria del progetto e gli eventuali sistemi di controllo della luce diurna esistenti. Vengono presi in considerazione anche l'orientamento e l'ubicazione del progetto. Il calcolo utilizza la potenza di sistema specificata degli apparecchi di illuminazione per determinare il fabbisogno energetico. Per gli apparecchi a luce diurna si presume una relazione lineare tra potenza e flusso luminoso nello stato regolato. Tempi di utilizzo e illuminamento nominale sono determinati dai profili di utilizzo degli spazi. Gli apparecchi accesi esplicitamente esclusi dal controllo tengono conto anche dei tempi di utilizzo indicati. I sistemi di controllo della luce diurna utilizzano una logica di controllo semplificata che li chiude a un illuminamento orizzontale di 27.500 lx. L'anno solare 2022 viene utilizzato solo come riferimento. Non è una simulazione di quest'anno. L'anno di riferimento viene utilizzato solo per assegnare i giorni della settimana ai risultati calcolati. Non si tiene conto del passaggio all'ora legale. Il tipo di cielo di riferimento utilizzato è il cielo medio descritto in CIE 110 senza luce solare diretta. Il metodo è stato sviluppato insieme al Fraunhofer Institute for Building Physics ed è disponibile per la revisione da parte del Joint Working Group 1 ISO TC 274 come estensione del precedente metodo annuale basato sulla regressione.
------------------------	---

Glossario

Z

Zona di sfondo

Secondo la norma UNI EN 12464-1 la zona di sfondo è adiacente all'area immediatamente circostante e si estende fino ai confini del locale. Per locali di dimensioni maggiori la zona di sfondo deve avere un'ampiezza di almeno 3 m. Si trova orizzontalmente all'altezza del pavimento.

Zona margine

Area perimetrale tra superficie utile e pareti che non viene considerata nel calcolo.

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

1. Relazione tecnica

Le verifiche di seguito riportate riguardano un palo a sbraccio in acciaio di sezione tubolare variabile, di altezza complessiva, dal piano di fondazione, di 10,00 m e il relativo plinto di fondazione; la sezione trasversale alla base ha diametro esterno pari a circa 15,80 cm., mentre in sommità è di 6,00 cm. Lo spessore delle pareti è di 3 mm. In sommità il palo presenta un'armatura del peso di circa 6,10 kg. La struttura di fondazione è un plinto in c.a. di forma cubica ossia a base quadrata di lato 1,00 m ed altezza pari a 1,00 m.

Sono coinvolte le seguenti figure tecniche:

- Progettista delle strutture: Ing. Gianpiero GALLERA
con residenza di lavoro in VERBANIA
Piazza Cavour, 38 tel. N 0323408422
- Direttore dei lavori strutturali: Ing. Gianpiero GALLERA
con residenza di lavoro in VERBANIA
Piazza Cavour, 38 tel. N 0323408422

2. Riferimenti normativi

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

Normativa nazionale:

- Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018. "Norme Tecniche per le Costruzioni 2018".
- Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. (G.U. 5-2-1996, N. 29)".
- Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".
- Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996. "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche. (Da utilizzarsi nel calcolo col metodo degli stati limite) (G.U. 5-2-1996, N. 29)".
- Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. . "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996. (G.U. 26-11-1996, n. 277 - suppl.)".
- Decreto Ministeriale 20 novembre 1987. "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. (Suppl. Ord. alla G.U. 5-12-1987, n. 285)".

Eurocodici

UNI EN 1992-1-1: 2005. "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".

3. Caratterizzazione meccanica dei materiali

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni". Questi

sono stati identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti.

Acciaio			B450C	
resistenza caratteristica a trazione		f_{tk}	540	[N/mm ²]
tensione caratteristica di snervamento		f_{yk}	450	[N/mm ²]
coefficiente parziale di sicurezza		g_c	1,15	[-]
tensione di calcolo di snervamento		f_{yd}	391,3	[N/mm ²]
modulo elastico		E_s	200000	[N/mm ²]

Calcestruzzo			C25/30	
resistenza caratteristica a compressione su cubi		R_{ck}	30	[N/mm ²]
resistenza caratteristica a compressione cilindrica		f_{ck}	24,9	[N/mm ²]
coefficiente parziale di sicurezza		g_c	1,5	[-]
coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata		a_{cc}	0,85	[-]
resistenza di calcolo a compressione		f_{cd}	14,11	[N/mm ²]
modulo di elasticità secante del calcestruzzo		E_{cm}	31447	[N/mm ²]

calcestruzzo: magro di fondazione			C12/15	
resistenza caratteristica a compressione su cubi		R_{ck}	15	[N/mm ²]
resistenza caratteristica a compressione cilindrica		f_{ck}	12,45	[N/mm ²]
coefficiente parziale di sicurezza		g_c	1,5	[-]
resistenza di calcolo a compressione		f_{cd}	8,3	[N/mm ²]
modulo di elasticità secante del calcestruzzo		E_{cm}	27267	[N/mm ²]

4. Azioni

Le azioni di progetto prese in conto per la verifica dell'opera in oggetto sono:

- carichi permanenti (pesi propri dei materiali strutturali, carichi permanenti non strutturali);
- azione del vento;
- azione sismica;

Di seguito si riportano in dettaglio le azioni considerate.

CARICHI PERMANENTI

I carichi permanenti da considerare nelle verifiche di resistenza e stabilità sono rappresentati dai pesi propri degli elementi strutturali e non strutturali.

AZIONE DEL VENTO

Il vento esercita una duplice azione sull'elemento in esame:

- un'azione concentrata, agente sulla sommità del palo, causata dalla pressione esercitata dal vento sull'apparecchio illuminante;
- un'azione distribuita, agente lungo tutto lo sviluppo del palo, causata dalla pressione esercitata dal vento sulla superficie del palo stesso.

Per determinare l'entità delle due azioni suddette si è fatto riferimento alle norme CNRDT207/2008 "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni". In particolare, il calcolo è stato effettuato secondo i punti seguenti:

- valutazione della velocità e della pressione cinetica del vento (par. 3.2 della norma di riferimento);
- valutazione dell'azione concentrata del vento sulla sommità del palo (par. 3.3.3 e G.7/Allegato G della norma di riferimento);
- valutazione dell'azione distribuita del vento lungo lo sviluppo del palo (par. 3.3.4 e G.10/Allegato G della norma di riferimento).

Valutazione della velocità e della pressione cinetica del vento.

Il primo passo è stato quello di determinare la velocità base di riferimento (v_b) in funzione della posizione geografica e dell'altitudine sul livello del mare del sito di costruzione. In particolare, il sito ricade in zona 1 ed ha un'altitudine di 265 m s.l.m.

Successivamente, è stata definita la velocità di riferimento di progetto per un tempo di ritorno di 50 anni ed è stata determinata la categoria di esposizione del sito.

Infine, sono stati valutati il coefficiente di topografia, il coefficiente di esposizione e il coefficiente aerodinamico, tramite i quali è stato possibile determinare la pressione cinetica di picco.

Si riporta di seguito il dettaglio di tali calcoli:

zona			1	[-]
parametro di riferimento della velocità	v	$b,0$	25	[m/s]
parametro di riferimento dell'altitudine sul livello del mare	a	0	1000	[m]
altitudine sul livello del mare	a	s	265	[m]
parametro	k	s	0,4	[1/s]
inclinazione sull'orizzontale	α		22	[°]
velocità base di riferimento del vento	v	r	25	[m/s]
pressione cinetica di riferimento	q	r	390,63	[N/m ²]
densità dell'aria	ρ		1,25	[Kg/m ³]
parametro	k	r	0,17	[-]
classe di rugosità del terreno			D	[-]
categoria di esposizione del sito			I	[-]
coefficiente di topografia	c	t	1	[-]

Calcolo della pressione cinetica di picco.

La pressione cinetica di picco del vento q_p è il valore atteso della pressione cinetica massima del vento sull'intervallo di tempo $T = 10$ minuti. Essa dipende dall'altezza z sul suolo, dalla ventosità della zona in esame (paragrafo 3.2.1), dal periodo di ritorno di progetto (paragrafo 3.2.2), dalle caratteristiche locali del sito ove sorge la costruzione e dalla densità dell'aria.

In mancanza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva rugosità e topografia del terreno limitrofo alla costruzione (Appendice C), per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, la pressione cinetica di picco è fornita dalla relazione:

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \times \rho \times v_r^2 \times c_e(z)$$

dove:

- ρ è la densità media di massa dell'aria. Di norma, in mancanza di stime precise legate alle condizioni locali del sito ove sorge la costruzione, $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$;
- v_r è la velocità di riferimento di progetto (paragrafo 3.2.2);
- c_e è il coefficiente di esposizione

$$c_e = k_r^2 \times \ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) \times c_t(z_{min}) \times \left[\ln\left(\frac{z_{min}}{z_0}\right) \times c_t(z_{min}) + 7 \right] \text{ per } z \leq z_{min}$$

$$c_e = k_r^2 \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \times c_t(z) \times \left[\ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \times c_t(z) + 7 \right] \text{ per } z > z_{min}$$

dove:

- k_r , z_0 , z_{min} sono, rispettivamente, il fattore di terreno, la lunghezza di rugosità e l'altezza minima, forniti al paragrafo 3.2.3 in funzione della categoria di esposizione del sito;
- c_t è il coefficiente di topografia, fornito al paragrafo 3.2.4 in funzione delle caratteristiche topografiche e orografiche del sito.

calcolo della pressione cinetica di picco				
zona			1	[-]
parametro di riferimento della velocità	v	b,0	25	[m/s]
parametro di riferimento dell'altitudine sul livello del mare	a	0	1000	[m]
altitudine sul livello del mare	a	s	265	[m]
parametro	k	s	0,4	[1/s]
inclinazione sull'orizzontale	α		22	[°]
velocità base di riferimento del vento	v	r	25	[m/s]
pressione cinetica di riferimento	q	r	390,63	[N/m²]
densità dell'aria	ρ		1,25	[Kg/m³]
parametro	k	r	0,17	[-]
classe di rugosità del terreno			D	[-]
categoria di esposizione del sito			I	[-]
coefficiente di topografia	c	t	1	[-]
				z1
altezza sul suolo del punto considerato	z	1	10	[m]
altezza sul suolo minima	z	min	5	[m]
parametro	z	0	0,1	[m]
coefficiente di esposizione	c	e	1,545	[-]
pressione cinetica di picco	p		603,33	[N/m²]

Valutazione dell'azione concentrata del vento sulla sommità del palo.

La forza concentrata esercitata dal vento sulla sommità del palo può essere calcolata mediante la relazione seguente (par. 3.3.3 della norma CNR-DT 207/2008):

$$F_{x,y,z} = q_p(\bar{z}) \times L^2 \times c_{F,x,y,z}$$

dove:

- q_p è la pressione cinetica di picco del vento (paragrafo 3.2.7);
- $c_{F,x,y,z}$ sono i coefficienti di forza secondo le tre direzioni ortogonali X, Y, Z;
- z , L sono l'altezza e la lunghezza di riferimento associate ai coefficienti $c_{F,x,y,z}$

I loro valori, e i corrispettivi valori dell'altezza z e della lunghezza L di riferimento, possono essere ricavati da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento (Appendice Q della norma CNR-DT 207/2008). L'Appendice G riporta una rassegna di coefficienti di forza e di coefficienti di momento (o di eccentricità equivalenti), e i corrispondenti valori delle altezze e delle lunghezze di riferimento, per costruzioni ed elementi di semplice geometria.

Il coefficiente di forza è stato valutato in via approssimata in maniera analoga al caso delle insegne (par. G.7 dell'Allegato G alla norma di riferimento). Di conseguenza, si è assunto un coefficiente di forza pari a 1,8.

calcolo dell'azione aerodinamica di picco su costruzioni ed elementi compatti				
coefficiente di forza secondo la direzione ortogonale	c_F		1,8	[-]
larghezza del proiettore	L_a		0,1	[m]
lunghezza del proiettore	L_b		0,53	[m]
altezza di riferimento	z		10	[m]
pressione cinetica di picco	p		603,33	[N/m ²]
forza concentrata di picco	F_x		57,56	[N/m ²]

Valutazione dell'azione distribuita del vento lungo lo sviluppo del palo.

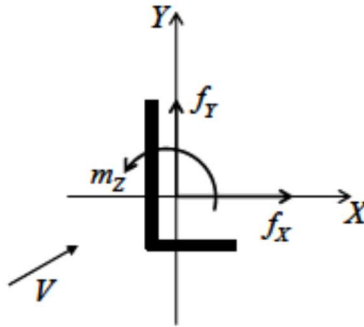
La forza distribuita esercitata dal vento lungo lo sviluppo del palo può essere calcolata mediante la relazione seguente (par. 3.3.4 della norma CNR-DT 207/2008):

Le azioni aerodinamiche di picco esercitate dal vento su costruzioni ed elementi snelli possono essere espresse mediante una coppia di forze ortogonali f_x e f_y e un momento torcente m_z , per unità di lunghezza, applicati lungo l'asse Z di riferimento della costruzione o dell'elemento, secondo lo schema mostrato in Figura 3.16. Tali forze e momenti sono definiti convenzionalmente positivi o negativi in funzione della loro direzione. Essi sono forniti dalle relazioni:

$$\begin{aligned}
 f_x(z) &= q_p(z) \times l \times c_{fx} \\
 f_y(z) &= q_p(z) \times l \times c_{fy} \\
 m_z(z) &= q_p(z) \times l \times c_{mz}
 \end{aligned}$$

dove:

- q_p è la pressione cinetica di picco del vento (paragrafo 3.2.7 della norma CNR-DT 207/2008);
- z è la quota sul suolo;
- c_{fx} c_{fy} c_{mz} sono i coefficienti di forza (secondo le due direzioni ortogonali X e Y) e il coefficiente di momento (intorno all'asse Z), definiti convenzionalmente positivi o negativi in funzione della direzione della forza o del momento di volta in volta considerati;
- l è la dimensione di riferimento associata ai coefficienti c_{fx} , c_{fy} , c_{mz} .



I coefficienti di forza e di momento c_{fx} , c_{fy} , c_{mz} possono essere ricavati da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento (Appendice Q della norma CNR-DT 207/2008). L'Appendice G della stessa norma riporta una rassegna di coefficienti di forza e di momento, e le lunghezze di riferimento corrispondenti, per strutture ed elementi snelli o allungati di semplice geometria; essi sono validi nel caso in cui il vento incida ortogonalmente all'asse della struttura o dell'elemento.

I coefficienti di forza e di momento per unità di lunghezza sono forniti dalle relazioni:

$$\begin{aligned}c_{fx} &= c_{fx0} \times \psi_\lambda \\c_{fy} &= c_{fy0} \times \psi_\lambda \\c_{mz} &= c_{mz0} \times \psi_\lambda\end{aligned}$$

Dove:

- c_{fx0} , c_{fy0} , c_{mz0} sono i coefficienti di forza e di momento per unità di lunghezza relativi a strutture ed elementi di lunghezza ideale infinita, quindi con comportamento aerodinamico bidimensionale nel piano della sezione trasversale;
- ψ_λ è il coefficiente di snellezza, che tiene in conto gli effetti riduttivi di bordo.

L'altezza di riferimento delle strutture snelle e degli elementi allungati trattati è l'altezza corrente z di volta in volta considerata.

Tralasciando gli effetti di bordo tale forza è quantificata mediante un coefficiente di forza c_{fx0} .

I coefficienti di forza c_{fx0} delle sezioni circolari in funzione del numero di Reynolds Re e dal rapporto k/b , essendo k la scabrezza della superficie e b il diametro della sezione. Le curve A e B riportate in Figura G.51 sono date dalle espressioni:

$$\begin{aligned}c_{fx0} &= \frac{0,11}{\left(\frac{Re}{10^6}\right)^{1,4}} \leq 1,2 \text{ (curva A)} \\c_{fx0} &= 1,2 + \frac{0,18 \times \log_{10} \times \left(\frac{10 \times k}{b}\right)}{1 + 0,4 \times \log_{10} \left(\frac{Re}{10^6}\right)} \geq 0,4 \text{ (curva B)}\end{aligned}$$

La scelta della curva A o della curva B è eseguita tenendo presente l'andamento dei diagrammi in Figura 1.

Il valore del numero di Reynolds è fornito nel paragrafo 3.3.7 della norma CNR-DT 207/2008, identificando la dimensione di riferimento l con il diametro b . La Tabella G.XVII riporta alcuni valori di riferimento della scabrezza k delle superfici più comuni.

$$Re(z) = \frac{b \times v_m(z)}{15 \times 10^{-6}}$$

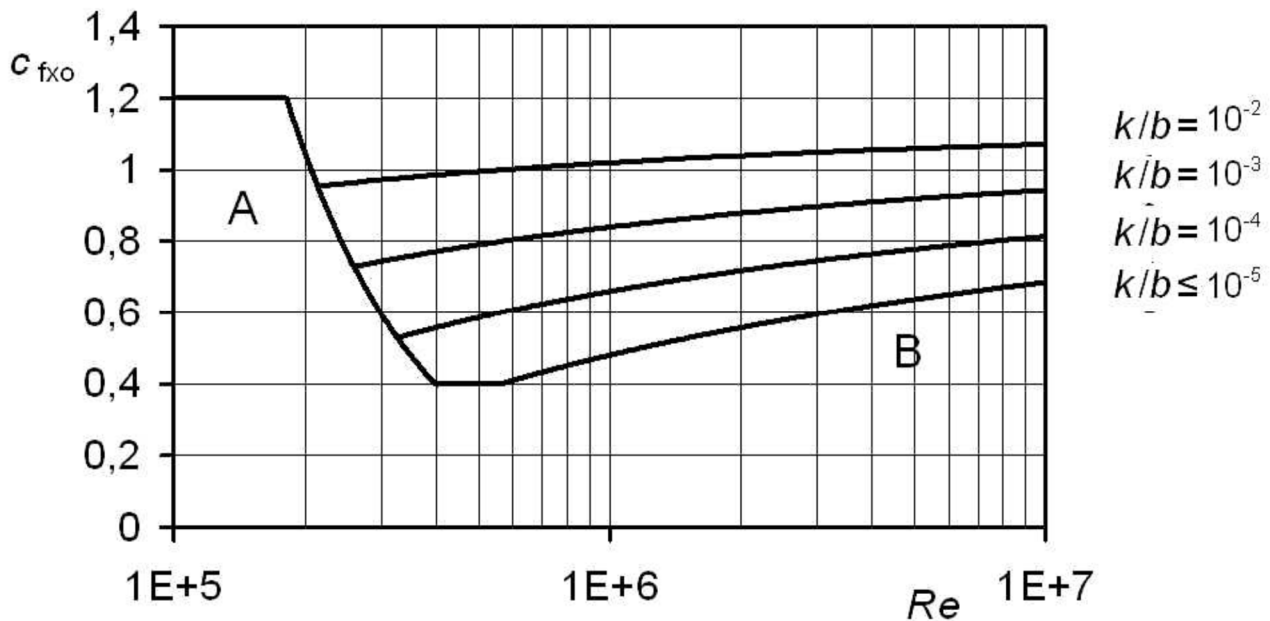


Figura 1

calcolo dell'azione distribuita del vento lungo lo sviluppo del palo				
diametro medio del palo	b		0,109	[m]
coefficiente di profilo medio del vento	c	m	0,78	[-]
velocità media del vento	v	m	19,57	[m/s]
numero di Reynolds	R	e	142223	[-]
scabrezza della superficie.	k		0,2	[mm]
rapporto k/b	k/b		0,002	[-]
coefficiente di forza per unità di lunghezza per elementi di lunghezza ideale infinita	c	fX0	0,727	[-]
lunghezza della struttura	L		10,000	[m]
snellezza effettiva	λ		91,74	[-]
coefficiente di snellezza	ψ	λ	0,941	[-]
coefficienti di forza	c	fX	0,68	[-]
forza del vento per unità di lunghezza	f	x	44,9897	[N/m]

5. Progettazione degli interventi in presenza di azioni sismiche

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} come definite nel § 3.2.1 delle NTC, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 delle

NTC. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R si ricava il periodo di ritorno T_R del sisma utilizzando la relazione:

$$T_r = -V_r / \ln(1 - P_{vr}) = -C_u \times V_n / \ln(1 - P_{vr})$$

L'azione sismica sul palo di illuminazione è stata considerata mediante l'applicazione di una forza statica equivalente alla forza indotta dall'azione sismica, in sommità del palo.

Il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame, T_1 , è stato valutato utilizzando la seguente formula:

$$T_1 = C_1 \times H^{\frac{3}{4}}$$

Dove:

- H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e
- C_1 è pari a 0,050 nel caso in esame.

L'entità della forza si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la sua distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, valutata in modo approssimato.

La forza da applicare in sommità del palo è pari a:

$$F_h = S_d(T_1) \times W \times \frac{\lambda}{g}$$

Dove:

- $S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto;
- W è il peso complessivo della struttura;
- λ è un coefficiente pari a 1 nel caso in esame;
- g è l'accelerazione di gravità.

Nel caso in esame è stato considerato lo stato limite SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita).

classe d'uso	C		III	[-]	par 2.4.2 NTC
vita nominale dell' opera strutturale	V	N	50	[anni]	Tabella 2.4.I NTC
coefficiente d'uso	C	U	1,5	[-]	Tabella 2.4.II NTC
periodo di riferimento per l'azione sismica	V	R	75	[anni]	
probabilità di superamento nel periodo di riferimento per SLO	P	VR	81%	[-]	Tab. 3.2.I NTC
probabilità di superamento nel periodo di riferimento per SLD	P	VR	63%	[-]	Tab. 3.2.I NTC
probabilità di superamento nel periodo di riferimento per SLV	P	VR	10%	[-]	Tab. 3.2.I NTC
probabilità di superamento nel periodo di riferimento per SLC	P	VR	5%	[-]	Tab. 3.2.I NTC
periodo di ritorno che individua i parametri degli spettri per SLO	T	R	45	[anni]	
periodo di ritorno che individua i parametri degli spettri per SLD	T	R	75	[anni]	
periodo di ritorno che individua i parametri degli spettri per SLV	T	R	712	[anni]	
periodo di ritorno che individua i parametri degli spettri per SLC	T	R	1462	[anni]	

coefficiente di amplificazione stratigrafica	S	s	1,200	[-]	Tab. 3.2.IV NTC
fattore di utilizzazione dello spettro elastico	μ		1,000	[-]	pag 49 NTC

accelerazione orizzontale massima al sito allo SLO	a	g	0,019	[g/10]	
valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale allo SLO	F	o	2,55	[-]	
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale allo SLO	T*	c	0,172	[sec]	
accelerazione orizzontale massima al sito allo SLV	a	g	0,048	[g/10]	
valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale allo SLV	F	o	2,7	[-]	
periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale allo SLV	T*	c	0,294	[sec]	
Categoria topografica			T1		Tab. 3.2.III NTC
Categorie di sottosuolo			E		Tabella 3.2.II NTC

coefficiente di amplificazione topografica	S	T	1		Tab. 3.2.V NTC
coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S		1,2		

altezza della costruzione	H		10	[m]	
coefficiente	C	i	0,05	[-]	
primo periodo del modo di vibrare della struttura	T	i	0,281	[s]	
<i>verifica dell'applicabilità delle forze statiche equivalenti</i>					
edificio regolare in altezza ?			si		
periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	T	B	0,14	[s]	
periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	T	C	0,41	[s]	
periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	T	D	1,62	[s]	

verifica			ok	
calcolo dello spettro di risposta di progetto allo stato limite SLV				
accelerazione orizzontale massima al sito allo SLV	a	g	0,048	[g/9,81]
coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S		1,2	[-]
valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale allo SLO	F	o	2,7	[-]
fattore di comportamento	q		1	[-]
spettro di risposta di progetto allo stato limite SLV	S	d(T)	1,53	[-]
peso complessivo della costruzione	W		122	[Kg]
coefficiente	λ		1	
accelerazione di gravità	g		9,81	[m/s ²]
forza da applicare alla sommità del palo	F	h	18,973	[Kg]

6. Verifiche di sicurezza.

Lo schema di calcolo adottato per la valutazione delle sollecitazioni è quello di una mensola, di lunghezza pari a 10,00 m. Il plinto di fondazione è stato dimensionato con le massime sollecitazioni derivanti dal palo sovrastante. Per il calcolo delle strutture si è utilizzato il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Verifiche di sicurezza per carichi non sismici.

Le verifiche per i carichi non sismici vengono eseguite allo stato limite ultimo, mediante il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sulle resistenze secondo quanto riportato nel D.M. 17/01/2018.

AZIONI DI CALCOLO:

Le azioni di calcolo E_d si ottengono combinando le azioni caratteristiche secondo la seguente formula di correlazione:

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{K1} + \gamma_{Q2} \times \psi_{02} \times Q_{K2} + \gamma_{Q3} \times \psi_{03} \times Q_{K3} + \dots$$

dove:

- G_1 rappresenta il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
- G_2 rappresenta il valore caratteristico del peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta il valore di pretensione;
- Q_{k1} rappresenta il valore caratteristico dell'azione variabile dominante di ogni combinazione;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i -esima azione variabile;
- γ_{G1} , γ_{G2} , γ_{Qi} e γ_P rappresentano i coefficienti parziali di sicurezza, che assumono i valori riportati nella Tabella 2.6.I.

Per il palo di illuminazione è stata effettuata l'unica verifica ritenuta significativa, ossia la verifica a flessione (STR).

Per quanto riguarda il plinto di fondazione sono state effettuate le seguenti verifiche:

- verifica a ribaltamento (EQU)
- verifica a scorrimento (GEO)
- verifica di capacità portante del terreno (GEO)

Nelle verifiche strutturali le azioni sono state moltiplicate per i coefficienti parziali di tipo STR.

Per la verifica a ribaltamento (Stato Limite di Equilibrio come corpo rigido), il momento ribaltante e quello stabilizzante sono stati calcolati sulla base dei carichi agenti moltiplicati per i coefficienti parziali di tipo EQU.

Le verifiche a scorrimento e di capacità portante (verifiche di tipo Geotecnico) sono state condotte secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

VERIFICHE:

1) PALO

Altezza del palo	L		10	[m]
Diametro di base del palo	D		15,8	[cm]
Spessore sezione trasversale	t		3	[mm]
Tensione di snervamento acciaio S275 J0 $f_y = 2750.00 \text{ kg/cm}^2$	f	y,k	235	[N/mm ²]
Verifica a flessione				
Parametro sezione trasversale	D/t		52,67	[-]
Parametro resistenza $\varepsilon = (235/f_y)^{1/2} = 0.924$	ε		1	[-]
$50 \times \varepsilon^2$	C	1	50	[-]
$70 \times \varepsilon^2$	C	2	70	[-]
$90 \times \varepsilon^2$	C	3	90	[-]
classificazione della sezione	C		2	[-]
Forza del vento per unità di lunghezza	f		44,99	[N/m]
Forza concentrata di picco	F		57,56	[N]
coefficiente parziale per l'azione agente	γ	G1	1,5	[-]
Momento massimo dovuto a f_x	M	f	3,37	[kNm]
Momento massimo dovuto a F_x	M	F	0,86	[kNm]
coefficiente di sicurezza per la resistenza della membratura	γ	M0	1,05	[-]
modulo plastico della sezione	W	pl	55,55	[cm ³]
momento resistente alla base del palo	M	Rd	12,43	[kNm]
verifica $M_{Rd} > M_f + M_F$			positiva	[-]

2) PLINTO DI FONDAZIONE

Per la struttura di fondazione del palo, sono stati utilizzati i seguenti parametri:				
Altezza del plinto	h		100	[cm]
Base del plinto	b		100	[cm]
Peso specifico calcestruzzo	g	cls	25	[kN/m ³]
Peso del palo (solo fusto) $N_p = 74 \text{ kg}$	N	p	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio $N_s = 14 \text{ kg}$	N	s	0,09	[kN]
Peso del faro $N_{faro} = 14 \text{ kg}$	N	f	0,061	[kN]
Altezza palo	L		10	[m]

• Verifica al ribaltamento

La verifica a ribaltamento viene quindi effettuata secondo l'unico approccio: EQU.

Si calcolano il momento ribaltante, M_R , dovuto all'azione del vento, ed il momento stabilizzante, M_S , dovuto ai pesi propri, rispetto allo spigolo esterno della base del plinto di fondazione. Affinché la verifica sia soddisfatta, deve essere: $M_S/M_R \geq 1$.

Verifica al ribaltamento				
Coefficiente EQU carichi permanenti	γ	G1	0,9	[-]

Verifica al ribaltamento				
Coefficiente EQU carichi variabili	γ	Q1	1,5	[-]
Momento massimo dovuto a fx	M	f	3,37	[kNm]
Momento massimo dovuto a Fx	M	F	0,86	[kNm]
Taglio massimo dovuto a fx	T	f	0,67	[kN]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	F	0,09	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	p,d	1,22	[kN]
Peso dello sbraccio	N	s,d	0,14	[kN]
Peso del faro	N	f,d	0,09	[kN]
Peso del plinto	N	pli,d	22,5	[kN]
Momento alla base del palo Mf+MF	M	s,d	4,24	[kNm]
Taglio alla base del palo Tf+TF	T	s,d	0,76	[kN]
Compressione alla base del palo	N	s,d	1,44	[kN]
Momento stabilizzante	M	s	11,86	[kNm]
Momento ribaltante	M	r,d	4,999	[kNm]
verifica $M_s > M_{r,d}$			positiva	[-]

• Verifica allo scorrimento

La verifica allo scorrimento è stata effettuata secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3). Si calcolano la forza di scorrimento, F_{scorr} , dovuta all'azione del vento, e la forza stabilizzante, F_{stab} , dovuta all'attrito tra terreno e muro, pari a:

$$F_{stab} = \left(\gamma_{G1,F} \times P \times \tan \frac{\delta}{\gamma_{\phi^i}} \right) \div \gamma_R$$

Affinché la verifica sia soddisfatta, deve essere $F_{stab}/F_{scorr} \geq 1$.

Verifica allo scorrimento				
Coefficiente A1 carichi permanenti	A	1	1	[-]
Coefficiente A2 carichi accidentali	A	2	1,3	[-]
Coefficiente M1 parametri geotecnici	M	1	1	[-]
Coefficiente R3 scorrimento	R	3	1,1	[-]
Taglio massimo dovuto a fx	T	f	0,67	[kN]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	F	0,09	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	p,d	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio	N	s,d	0,09	[kN]
Peso del faro	N	f,d	0,06	[kN]
Peso del plinto	N	pli,d	25	[kN]
Angolo di attrito terreno	Θ		30	[°]
Angolo di attrito terreno-cls 2/3Q	Θ'		20,00	[°]
Forza resistente	F	R	8,59	[kN]
Forza di scorrimento	F	S	0,76	[kN]
verifica $F_R > F_S$			positiva	[-]

• Verifica della capacità portante

Per il calcolo del carico limite si è utilizzata la formula di Brinch-Hansen, che esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno:

$$q_{lim} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c \times g_c \times b_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q \times g_q \times b_q + 0,5 \times B \times \gamma_f \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma \times g_\gamma \times b_\gamma$$

Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L sono ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \times e_B$$

$$L' = L - 2 \times e_L$$

dove:

e_B = eccentricità parallela al lato di dimensione B;

e_L = eccentricità parallela al lato di dimensione L.

Si riporta il valore dei succitati parametri, calcolati con le relative formule, e della pressione limite:

PLINTO DI FONDAZIONE				
descrizione	simbolo		valore	u.d.m.
dimensione 1 fondazione	L		1	[m]
dimensione 2 fondazione	B		1	[m]
inclinazione del piano campagna	ω		0	[°]
profondità del piano di posa	D		1	[m]
peso di volume terreno al disotto del piano di posa	γ_2		1,8	[t/m³]
peso di volume terreno al disopra del piano di posa	γ_1		1,8	[t/m³]
coesione	c		0	[t/m²]
angolo di attrito	φ		32	[°]
fattori di capacità portante	N_q		23,18	[-]
fattori di capacità portante	N_c		35,49	[-]
fattori di capacità portante	N_γ		30,21	[-]
coefficienti di forma	s_c		1,653	[-]
coefficienti di forma	s_q		1,625	[-]
coefficienti di forma	s_γ		0,600	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_γ		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_c		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_q		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_γ		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_c		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_q		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_γ		1,000	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_c		1,000	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_q		1,000	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_γ		1	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_c		1,23	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_q		1,22	[-]

PLINTO DI FONDAZIONE				
fattori correttivi per le condizioni sismiche	Z_{γ}		1	[-]
fattori correttivi per le condizioni sismiche	Z_q		1	[-]
carico limite	q_{lim}		988,05	[kN/m ²]
coefficiente parziale di sicurezza	γ_R		2,30	[-]
pressione limite di esercizio	q_{es}		429,59	[kN/m ²]

La verifica della capacità portante è stata effettuata secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

Tale verifica si esegue confrontando la massima pressione di contatto trasmessa dal plinto di fondazione con la pressione limite.

Si riportano di seguito i calcoli effettuati:

Coefficiente A1 carichi permanenti (favorevoli)	γ	G	1	[-]
Coefficiente A2 carichi accidentali (sfavorevoli)	γ	Q	1,5	[-]
dimensione L1 del plinto	L	1	1	[m]
Dimensione L2 del plinto	L	2	1	[m]
Altezza del plinto	H		1	[m]
peso proprio calcestruzzo	γ	cls	25	[kN/m ³]
Coefficiente R3 capacità portante	γ	R	2,3	[-]
Momento massimo dovuto a fx	M	fx	3,37	[kNm]
Momento massimo dovuto a Fx	M	Fx	0,86	[kNm]
Taglio massimo dovuto a fx	T	fx	0,675	[kN]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	FX	0,086	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	P	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio	N	S	0,09	[kN]
Peso del faro	N	F	0,061	[kN]
Peso del plinto	P		25	[kN]
Momento alla base del plinto	M	pl	5,00	[kNm]
Compressione alla base del plinto	N	pl	25,961	[kN]
Eccentricità	e		19,255	[cm]
Tensione di compressione massima	q	d	56,29	[kN/m ²]
pressione limite di esercizio	q	es	429,588	[kN/m ²]
verifica $q_{es} > q_d$			positiva	[-]

Verifiche di sicurezza in condizioni sismiche.

Sono state effettuate le verifiche con riferimento agli stati limite di ribaltamento, scorrimento sul piano di posa e capacità portante, per lo stato limite ultimo di salvaguardia della Vita (SLV).

COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI

Le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni seguente:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \times Q_{Kj}$$

dove:

- E azione sismica per lo stato limite in esame;
- G_1 carichi permanenti strutturali al loro valore caratteristico;
- G_2 carichi permanenti non strutturali al loro valore caratteristico;
- P valore caratteristico dell'azione di pretensione;
- ψ_{2j} coefficienti di combinazione delle azioni variabili Q_{kj} ;
- Q_{kj} valore caratteristico della azione variabile Q_{kj} .

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_{j=1}^n \psi_{2j} \times Q_{kj}$$

Nel caso in esame, essendo le azioni variabili dovute al vento, è stato adottato il coefficiente $\psi_2=0,0$ in base alla Tabella 2.5.I del D.M. 17/01/2018.

VERIFICHE:

1) PALO

Altezza del palo	L		10	[m]
Diametro di base del palo	D		15,8	[cm]
Spessore sezione trasversale	t		3	[mm]
Tensione di snervamento acciaio S275 J0 $f_y = 2750.00 \text{ kg/cm}^2$	f	y,k	235	[N/mm ²]
Verifica a flessione				
Parametro sezione trasversale	D/t		52,67	[-]
Parametro resistenza $\varepsilon = (235/f_y)^{1/2} = 0.924$	ε		1	[-]
$50 \times \varepsilon^2$	C	₁	50	[-]
$70 \times \varepsilon^2$	C	₂	70	[-]
$90 \times \varepsilon^2$	C	₃	90	[-]
classificazione della sezione	C		2	[-]
Forza concentrata di picco	F		189,73	[N]
coefficiente parziale per l'azione agente	γ	G_1	1	[-]
Momento massimo dovuto a F_x	M	F	1,90	[kNm]
coefficiente di sicurezza per la resistenza della membratura	γ	M_0	1,05	[-]
modulo plastico della sezione	W	pl	55,55	[cm ³]
momento resistente alla base del palo	M	R_d	12,43	[kNm]
verifica $M_{Rd} > M_F$			positiva	[-]

2) PLINTO DI FONDAZIONE

Per quanto riguarda la struttura di fondazione del palo, la verifica a scorrimento sul piano di fondazione è stata effettuata con l'Approccio 1, in quanto l'Approccio 2 conduce a risultati meno conservativi. I coefficienti parziali A_2 sono stati posti pari ad uno. Tutte le altre verifiche in condizioni sismiche sono state effettuate con l'Approccio 2, ponendo i coefficienti A_1 pari ad uno.

Si riportano di seguito i parametri usati nelle verifiche:

Per la struttura di fondazione del palo, sono stati utilizzati i seguenti parametri:				
Altezza del plinto	h		100	[cm]
Base del plinto	b		100	[cm]
Peso specifico calcestruzzo	γ	cls	25	[kN/m ³]
Peso del palo (solo fusto) $N_p = 74$ kg	N	p	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio $N_s = 14$ kg	N	s	0,09	[kN]
Peso del faro $N_{faro} = 14$ kg	N	f	0,061	[kN]
Altezza palo	L		10	[m]

• Verifica al ribaltamento

La verifica a ribaltamento viene quindi effettuata secondo l'unico approccio: EQU.

I coefficienti delle azioni sono stati posti tutti pari a 1. Si calcolano il momento ribaltante, MR, dovuto all'azione sismica, ed il momento stabilizzante, MS, dovuto ai pesi propri, rispetto allo spigolo esterno della base del plinto di fondazione.

Il coefficiente parziale per il ribaltamento è stato posto pari a $\gamma_R = 1,0$. Affinché la verifica sia soddisfatta, deve essere: $MS/MR \geq 1$

Verifica al ribaltamento				
Coefficiente EQU carichi permanenti	γ	G1	1	[-]
Coefficiente EQU carichi variabili	γ	Q1	1	[-]
Momento massimo dovuto a Fx	M	F	1,90	[kNm]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	F	0,19	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	p,d	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio	N	s,d	0,09	[kN]
Peso del faro	N	f,d	0,06	[kN]
Peso del plinto	N	pli,d	25	[kN]
Momento alla base del palo MF	M	s,d	1,90	[kNm]
Taglio alla base del palo TF	T	s,d	0,19	[kN]
Compressione alla base del palo	N	s,d	0,96	[kN]
Momento stabilizzante	M	s	12,91	[kNm]
Momento ribaltante	M	r,d	2,087	[kNm]
verifica $M_s > M_{r,d}$			positiva	[-]

• Verifica allo scorrimento

La verifica allo scorrimento è stata effettuata secondo l'Approccio (E+M2+R1).

I coefficienti delle azioni sono stati posti tutti pari a 1. Si calcolano la forza di scorrimento, F_{scorr} , dovuta all'azione sismica, e la forza stabilizzante, F_{stab} , dovuta all'attrito tra terreno e muro, pari a:

$$F_{stab} = \left(\gamma_{G1,F} \times P \times \tan \frac{\delta}{\gamma_{\phi i}} \right) \div \gamma_R$$

Il coefficiente parziale R_1 per lo scorrimento è pari a $\gamma_R = 1,0$. Affinché la verifica sia soddisfatta, deve essere $F_{stab}/F_{scorr} \geq 1$. Si riportano di seguito i calcoli effettuati:

Verifica allo scorrimento				
Coefficiente A1 carichi permanenti	A	1	1	[-]
Coefficiente A2 carichi accidentali	A	2	1	[-]
Coefficiente M1 parametri geotecnici	M	2	1,25	[-]
Coefficiente R1 scorrimento	R	1	1,1	[-]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	F	0,19	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	p,d	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio	N	s,d	0,09	[kN]
Peso del faro	N	f,d	0,06	[kN]
Peso del plinto	N	pli,d	25	[kN]
Angolo di attrito terreno	Θ		30	[°]
Angolo di attrito terreno-cls 2/3Q	Θ'		20,00	[°]
Forza resistente	F	R	6,77	[kN]
Forza di scorrimento	F	S	0,19	[kN]
verifica $F_R > F_S$			positiva	[-]

• Verifica della capacità portante

In presenza di sisma la formula di Brinch-Hansen per il calcolo della pressione limite diventa:

$$q_{lim} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c \times g_c \times b_c \times z_c + q \times N_q \times s_q \times d_q \times i_q \times g_q \times b_q \times z_q + 0,5 \times B \times \gamma_f \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma \times g_\gamma \times b_d \times z_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

- Z_c, Z_q, Z_γ = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

CALCOLO CORDOLO DI FONDAZIONE				
descrizione	simbolo		valore	u.d.m.
dimensione 1 fondazione	L		1	[m]
dimensione 2 fondazione	B		1	[m]
inclinazione del piano campagna	ω		0	[°]
profondità del piano di posa	D		1	[m]
peso di volume terreno al disotto del piano di posa	γ_2		1,8	[t/m ³]
peso di volume terreno al disopra del piano di posa	γ_1		1,8	[t/m ³]
coesione	c		0	[t/m ²]
angolo di attrito	φ		32	[°]
fattori di capacità portante	N_q		23,18	[-]
fattori di capacità portante	N_c		35,49	[-]
fattori di capacità portante	N_γ		30,21	[-]
coefficienti di forma	s_c		1,653	[-]
coefficienti di forma	s_q		1,625	[-]

CALCOLO CORDOLO DI FONDAZIONE				
coefficienti di forma	s_{γ}		0,600	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_{γ}		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_c		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del carico	i_q		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_{γ}		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_c		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione della base della fondazione	b_q		1	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_{γ}		1,000	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_c		1,000	[-]
fattori correttivi dell'inclinazione del piano campagna	g_q		1,000	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_{γ}		1	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_c		1,23	[-]
fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa	d_q		1,22	[-]
coefficienti per calcolo fattori correttivi azione sismica	β	s	0,20	[-]
coefficienti per calcolo fattori correttivi azione sismica	K	hk	0,01	[-]
coefficienti per calcolo fattori correttivi azione sismica	c	γ	0,99	
coefficienti per calcolo fattori correttivi azione sismica	K	hi	0,06	
fattori correttivi per le condizioni sismiche	z	g	0,97	
fattori correttivi per le condizioni sismiche	z	q	0,97	
fattori correttivi per le condizioni sismiche	z	c	0,98	
carico limite	q_{lim}		955,17	[kN/m ²]
coefficiente parziale di sicurezza	γ_R		2,30	[-]
pressione limite di esercizio	q_{es}		415,29	[kN/m ²]

Coefficiente A1 carichi permanenti (favorevoli)	γ	G	1	[-]
Coefficiente A2 carichi accidentali (sfavorevoli)	γ	Q	1	[-]
dimensione L1 del plinto	L	1	1	[m]
Dimensione L2 del plinto	L	2	1	[m]
Altezza del plinto	H		1	[m]
peso proprio calcestruzzo	γ	cls	25	[kN/m ³]
Coefficiente R3 capacità portante	γ	R	2,3	[-]
Momento massimo dovuto a Fx	M	Fx	1,90	[kNm]
Taglio massimo dovuto a Fx	T	FX	0,190	[kN]
Peso del palo (solo fusto)	N	P	0,81	[kN]
Peso dello sbraccio	N	S	0,09	[kN]
Peso del faro	N	F	0,061	[kN]
Peso del plinto	P		25	[kN]
Momento alla base del plinto	M	pl	2,09	[kNm]

Compressione alla base del plinto	N	pl	25,961	[kN]
Eccentricità	e		8,039	[cm]
Tensione di compressione massima	q	d	41,25	[kN/m ²]
pressione limite di esercizio	q	es	415,291	[kN/m ²]
verifica $q_{es} > q_d$			positiva	[-]

DIMENSIONAMENTO DELL'ARMATURA:

Il plinto in oggetto lavora prettamente a compressione per cui non si ritiene necessario il progetto/verifica dell'armatura. Tuttavia, onde evitare eventuali fessurazioni nel calcestruzzo, si prescrive un'armatura minima costituita da staffe $\Phi 8/30$ in direzione X e Y. Dunque, essendo le dimensioni del plinto 100x100x100 cm, adottando un copriferro di 5 cm, si avranno 4 staffe quadrate in direzione X e altrettante in direzione Y.

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono I Fax:
Design:
Contratto N°:

calcestruzzo - 20 dic 2023

Pagina: 1
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

Commenti del progettista:

1 Dimensionamento ancorante

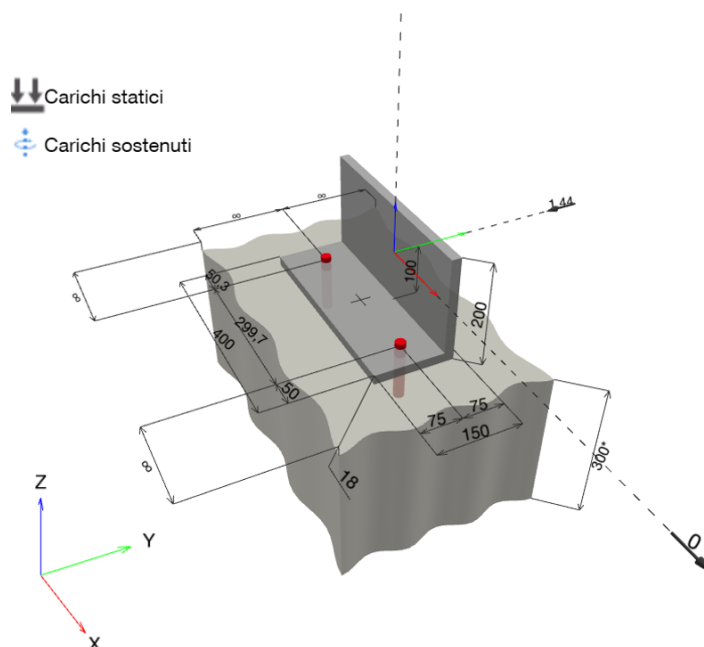
1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M20
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2223873 HAS-U 5.8 M20x180 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti} = 90,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 256,0 \text{ mm}$)
Materiale:	5.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 18,0 \text{ mm}$
Angolare ^{CBFEM} :	$L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 200,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 18,0 \text{ mm} \times 18,0 \text{ mm} \times 400,0 \text{ mm}$;
Altezza punto di carico:	$h_{pl} = 100,0 \text{ mm}$
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 300,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$
Installazione:	Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: saturo d'acqua
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



^{CBFEM} - Il calcolo dell'ancorante è basato su un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono / Fax: Design: calcestruzzo - 20 dic 2023 Contratto N°:	Pagina: 2 Progettista: E-mail: Data: 27/12/2023
--	--

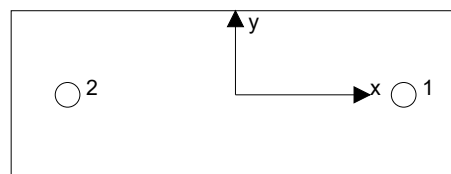
1.1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = -1,440;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	no	no		5

1.2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	1,392	0,719	0,004	-0,719
2	1,390	0,721	-0,004	-0,721



risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

Le forze di ancoraggio sono calcolate in base ad un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono / Fax: Design: calcestruzzo - 20 dic 2023 Contratto N°:	Pagina: 3 Progettista: E-mail: Data: 27/12/2023
--	--

1.3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	1,392	81,667	2	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	1,392	37,699	4	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	1,392	32,210	5	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

1.3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
122,500	1,500	81,667	1,392

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono I Fax:
 Design:
 Contratto N°:

Pagina: 4
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/12/2023

1.3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}} \right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N} [\text{mm}^2]$	$A_{p,N}^0 [\text{mm}^2]$	$\tau_{Rk,ucr,20} [\text{N/mm}^2]$	$s_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{cr,Np} [\text{mm}]$	$c_{min} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$
72.900	72.900	16,00	270,0	135,0	∞	20,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr} [\text{N/mm}^2]$	k_3	$\tau_{Rk,c} [\text{N/mm}^2]$	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1,000	10,00	7,700	5,20	1,000	1,000	
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0,880	0,000	1,000				
$N_{Rk,p}^0 [\text{kN}]$	$N_{Rk,p} [\text{kN}]$	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$		
56,549	56,549	1,500	37,699	1,392		

ID gruppo ancoranti

1

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 5
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

1.3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
72.900	72.900	135,0	270,0	20,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
$z [\text{mm}]$	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$
48,2	1,643	7,700	29,401	1,500	32,210	1,392

ID gruppo ancoranti

1

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono / Fax: |
 Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
 Contratto N°:

Pagina: 6
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/12/2023

1.4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	0,721	58,848	2	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	0,721	39,202	2	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
73,560	1,000	73,560	1,250	58,848	0,721

1.4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min \{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
72.900	72.900	135,0	270,0	2,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,G}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	29.401	1.500	39.202	0.721		

ID gruppo ancoranti
 2

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 7
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

1.5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,017	0,012	2,000	1	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,043	0,018	1,500	2	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

1.6 Attenzione

- I metodi di progettazione in PROFIS Engineering richiedono l'impiego di piastre di ancoraggio rigide in base alle attuali disposizioni (ETAG 001/Appendice C, EOTA TR029, ecc.). Questo significa che la ridistribuzione sugli ancoranti dovuta alle deformazioni elastiche della piastra di ancoraggio non è considerata - si presuppone che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida da non essere deformata quando sottoposta al carico di progetto. PROFIS Engineering calcola lo spessore minimo richiesto per la piastra di ancoraggio con CBFEM per limitare la sollecitazione della piastra di ancoraggio basata sui precedenti presupposti. La verifica se la piastra base rigida sia valida non viene eseguita da PROFIS Engineering. I dati inseriti e i risultati vanno confrontati con le attuali condizioni per verificarne la plausibilità!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,V}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- I metodi di progettazione dell'ancoraggio in PROFIS Engineering richiedono delle piastre base rigide, come previsto dalla normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/allegato C, TR029 EOTA, ecc.). Ciò significa che la piastra di base deve essere sufficientemente rigida da evitare la ridistribuzione del carico tra gli ancoranti dovuta a spostamenti elastici / plastici. L'utente accetta che la piastra base sia considerata quasi rigida secondo i canoni di progettazione."
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 8
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

1.7 Dati relativi all'installazione

Angolare: $L_1 \times L_2 \times t_{L1} \times t_{L2} \times l = 200,0 \text{ mm} \times 150,0 \text{ mm} \times 18,0 \text{ mm} \times 18,0 \text{ mm} \times 400,0 \text{ mm}$; Acciaio: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$
Diametro del foro nella piastra: $d_f = 22,0 \text{ mm}$

Spessore della piastra (input): 18,0 mm

Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica

Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M20

Codice articolo: 2223873 HAS-U 5.8 M20x180 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 150 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 22,0 mm

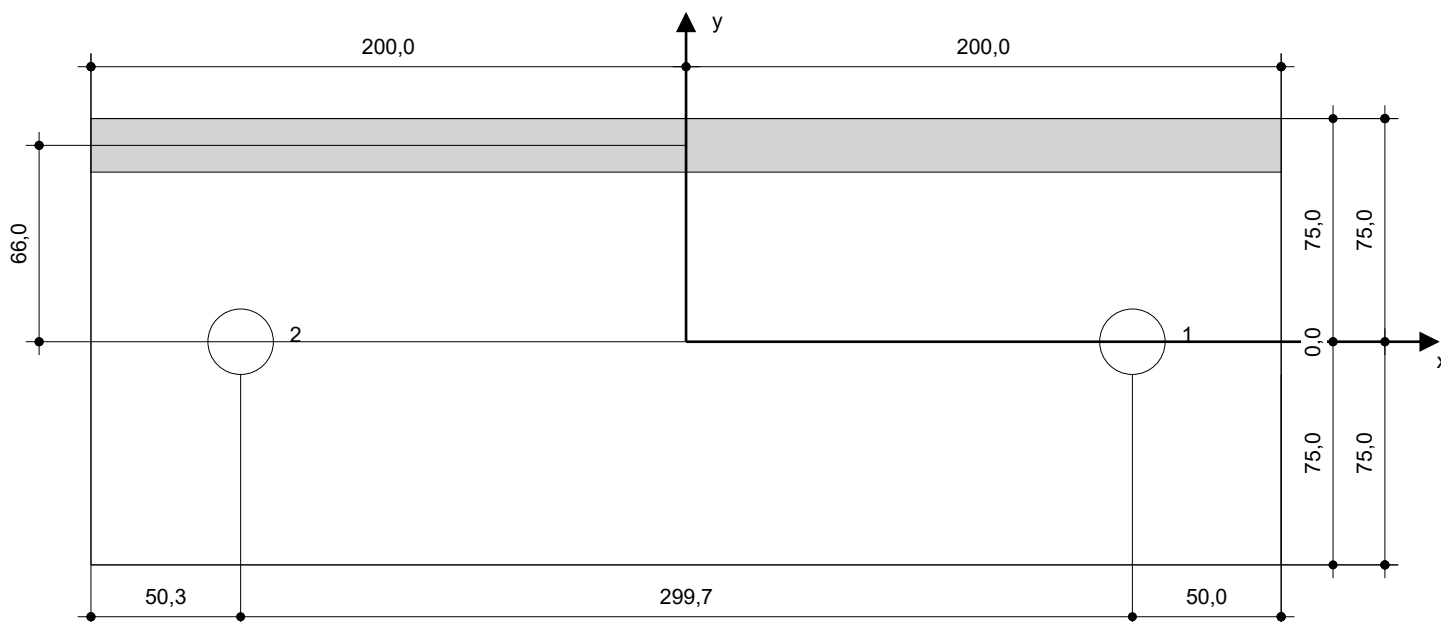
Profondità del foro nel materiale base: 90,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 134,0 mm

Hilti HAS-U barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 90 mm embedment h_{ef} , M20, Acciaio zincato, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 20/0541

1.7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
- Idoneo per rotopercussione - Punta dimensionata correttamente per sistema di pulizia automatica SAFEset (TE-CD / TE-YD) - Aspiratore	Non sono richiesti accessori	- Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore - Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	150,0	0,0	-	-	-	-
2	-149,7	-0,0	-	-	-	-

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 9
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

2 Controllo di rigidità della piastra

2.1 Dati da inserire

Piastra d'ancoraggio: Dimensioni angolare: altezza = 200,0 mm, larghezza = 150,0 mm, spessore = 18,0 mm, lunghezza = 400,0 mm
Calcolo: Controllo di rigidità piastra
Materiale: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M20, $h_{ef} = 90,0 \text{ mm}$

Rigidezza di ancoraggio: L'ancorante è modellato considerando i valori di rigidità valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidità dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.

Metodo di progettazione: Progettazione basata su EN utilizzando il FEM basato sul componente

Fissaggio distanziato: $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Fissaggio a filo materiale base); $t = 18,0 \text{ mm}$

Materiale base: Calcestruzzo fessurato; C20/25; $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 300,0 \text{ mm}$; $E = 30.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.500,00 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$

Dimensioni delle maglie: Numero di elementi sul bordo: 8
Dimensione minima dell'elemento: 10,0 mm
Dimensione massima dell'elemento: 50,0 mm

2.2 Classificazione piastra di ancoraggio

I risultati in basso sono riportati per le combinazioni decisive del carico: Combinazione 1

Forze di tensione di ancoraggio	Piastra di ancoraggio rigida equivalente (FEM)	Piastra di ancoraggio flessibile (FEM)
Ancoraggio 1	1,365 kN	1,392 kN
Ancoraggio 2	1,367 kN	1,390 kN

L'utente ha accettato di considerare la piastra di ancoraggio selezionata come rigida in base al proprio giudizio di progettazione. Ciò significa che le linee guida di progettazione di ancoraggio si possono applicare.

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	10
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

2.3 Attenzione

- Utilizzando la funzionalità di calcolo flessibile di PROFIS Engineering si può agire di fuori i codici al di fuori dei codici di calcolo applicabili e la piastra di ancoraggio specificata potrebbe non rivelarsi propriamente rigida. Si prega di convalidare i risultati con un progettista professionista e/o ingegnere strutturale per garantire l'idoneità e l'adeguatezza per esigenze specifiche di progetto e normative.
- L'ancorante è modellato considerando i valori di rigidità valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidità dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	11
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

3 Sintesi dei risultati

	Combinazione carichi	Utilizzo max.	Stato
Ancoranti	Combinazione 1	5%	OK

L'ancoraggio risulta verificato!

4 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono I Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 1
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

Commenti del progettista:

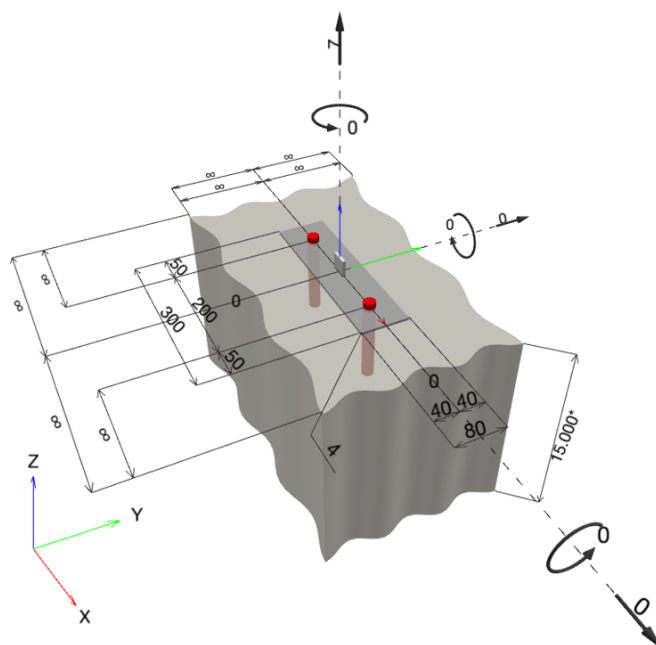
1 Dimensionamento ancorante

1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z 100 Years M20	
Vita utile (durata in anni):	100	
Codice articolo:	2018420 HIT-Z M20x215 (inserire) / 2377669 HIT-HY 200-A V3 (resina)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef, opti} = 130,0 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 220,0 \text{ mm}$)	
Materiale:	DIN EN ISO 4042	
Certificazione No.:	ETA 19/0632	
Emesso I Valido:	08/06/2023 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, meccanica	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 4,0 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio ^{CBFEM} :	$l_x \times l_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 80,0 \text{ mm} \times 4,0 \text{ mm}$;	
Profilo:	Profilo piatto, $30 \times 5,0$; ($L \times W \times T$) = $30,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm}$	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c, cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 15.000,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

^{CBFEM} - Il calcolo dell'ancorante è basato su un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 2
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

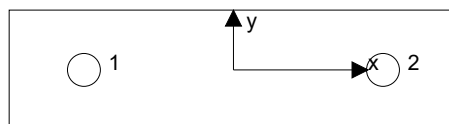
1.1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = 7,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	no	no	100

1.2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante**Carichi sull'ancorante [kN]**

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	41,977	3,158	3,158	-0,000
2	58,919	3,158	-3,158	0,000



risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

Le forze di ancoraggio sono calcolate in base ad un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

www.hilti.it

Impresa: Indirizzo: Telefono / Fax: Design: calcestruzzo - 20 dic 2023 Contratto N°:	Pagina: 3 Progettista: E-mail: Data: 27/12/2023
--	--

1.3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	58,919	97,333	61	OK
Rottura per sfilamento*	58,919	90,000	66	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	100,897	101,353	100	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

1.3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
146,000	1,500	97,333	58,919

1.3.2 Rottura per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
135,000	1,000	1,500	90,000	58,919

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 4
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

1.3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]		
230.100	152.100	195,0	390,0	25,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
16,8	0,921	0,0	1,000	1,000	1,000	
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
17,0	1,913	7,700	57,066	1,500	101,353	100,897

ID gruppo ancoranti

1, 2

www.hilti.it

Impresa:
 Indirizzo:
 Telefono I Fax: |
 Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
 Contratto N°:

Pagina: 5
 Progettista:
 E-mail:
 Data: 27/12/2023

1.4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,158	58,400	6	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout*	3,158	73,669	5	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
73,000	1,000	73,000	1,250	58,400	3,158

1.4.2 Rottura per pryout

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
115.050	152.100	195,0	390,0	2,560	25,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7.700	57.066	1.500	73.669	3.158		

ID gruppo ancoranti

2

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

1.5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,605	0,054	2,000	37	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,995	0,043	1,000	87	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

1.6 Attenzione

- I metodi di progettazione in PROFIS Engineering richiedono l'impiego di piastre di ancoraggio rigide in base alle attuali disposizioni (ETAG 001/Appendice C, EOTA TR029, ecc.). Questo significa che la ridistribuzione sugli ancoranti dovuta alle deformazioni elastiche della piastra di ancoraggio non è considerata - si presuppone che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida da non essere deformata quando sottoposta al carico di progetto. PROFIS Engineering calcola lo spessore minimo richiesto per la piastra di ancoraggio con CBFEM per limitare la sollecitazione della piastra di ancoraggio basata sui precedenti presupposti. La verifica se la piastra base rigida sia valida non viene eseguita da PROFIS Engineering. I dati inseriti e i risultati vanno confrontati con le attuali condizioni per verificarne la plausibilità!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,V}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- I metodi di progettazione dell'ancoraggio in PROFIS Engineering richiedono delle piastre base rigide, come previsto dalla normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/allegato C, TR029 EOTA, ecc.). Ciò significa che la piastra di base deve essere sufficientemente rigida da evitare la ridistribuzione del carico tra gli ancoranti dovuta a spostamenti elastici / plastici. L'utente accetta che la piastra base sia considerata quasi rigida secondo i canoni di progettazione."
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 100

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 7
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

1.7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; $E = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profilo: Profilo piatto, 30 x 5,0; (L x W x T) = 30,0 mm x 5,0 mm

Diametro del foro nella piastra (pre-impostazione) : $d_f = 22,0 \text{ mm}$

Diametro del foro nella piastra (fissaggio passante) : $d_f = 24,0 \text{ mm}$

Spessore della piastra (input): 4,0 mm

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: Non è necessaria la pulizia del foro

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z 100 Years M20

Codice articolo: 2018420 HIT-Z M20x215 (inserire) / 2377669 HIT-HY 200-A V3 (resina)

Coppia di serraggio massima: 150 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 22,0 mm

Profondità del foro nel materiale base: 186,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 230,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z ancorante chimico ad espansione senza pulizia with HIT-HY 200-A V3 Resina ad iniezione with 130 mm embedment h_{ef} , M20, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 19/0632

1.7.1 Accessori richiesti

Perforazione

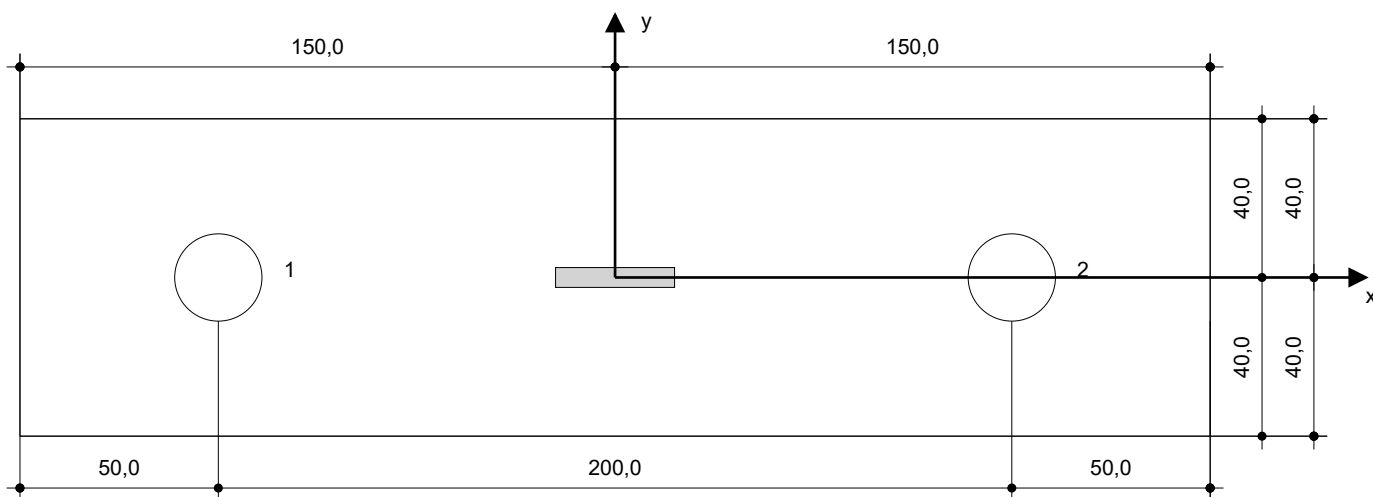
- Idoneo per rotopercussione
- Dimensione appropriata della punta del trapano

Pulizia

- Non sono richiesti accessori

Posa

- Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore
- Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-100,0	0,0	-	-	-	-
2	100,0	0,0	-	-	-	-

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	8
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

2 Controllo di rigidità della piastra

2.1 Dati da inserire

Piastra d'ancoraggio: Forma: Rettangolare
 $I_x \times I_y \times t = 300,0 \text{ mm} \times 80,0 \text{ mm} \times 4,0 \text{ mm}$
 Calcolo: Controllo di rigidità piastra
 Materiale: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z 100 Years M20, $h_{ef} = 130,0 \text{ mm}$

Rigidezza di ancoraggio: L'ancorante è modellato considerando i valori di rigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.

Metodo di progettazione: Progettazione basata su EN utilizzando il FEM basato sul componente

Fissaggio distanziato: $e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Fissaggio a filo materiale base); $t = 4,0 \text{ mm}$

Profilo: $30 \times 5,0$; $(L \times W \times T \times FT) = 30,0 \text{ mm} \times 5,0 \text{ mm} \times - \times -$
 Materiale: S 235; $F_y = 235,00 \text{ N/mm}^2$; $\epsilon_{lim} = 5,00\%$
 Eccentricità x: $0,0 \text{ mm}$
 Eccentricità y: $0,0 \text{ mm}$

Materiale base: Calcestruzzo fessurato; C25/30; $f_{c,cyl} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 15.000,0 \text{ mm}$; $E = 31.000,00 \text{ N/mm}^2$; $G = 12.916,67 \text{ N/mm}^2$; $\nu = 0,20$

Saldature (profilo rispetto alla piastra base): Tipo di ridistribuzione: Plastica
 Materiale: S 235

Dimensioni delle maglie: Numero di elementi sul bordo: 8
 Dimensione minima dell'elemento: $10,0 \text{ mm}$
 Dimensione massima dell'elemento: $50,0 \text{ mm}$

2.2 Classificazione piastra di ancoraggio

I risultati in basso sono riportati per le combinazioni decisive del carico: Combinazione 1

Forze di tensione di ancoraggio	Piastra di ancoraggio rigida equivalente (FEM)	Piastra di ancoraggio flessibile (FEM)
Ancoraggio 1	3,500 kN	41,977 kN
Ancoraggio 2	3,500 kN	58,919 kN

L'utente ha accettato di considerare la piastra di ancoraggio selezionata come rigida in base al proprio giudizio di progettazione. Ciò significa che le linee guida di progettazione di ancoraggio si possono applicare.



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	9
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

2.3 Attenzione

- Utilizzando la funzionalità di calcolo flessibile di PROFIS Engineering si può agire di fuori i codici al di fuori dei codici di calcolo applicabili e la piastra di ancoraggio specificata potrebbe non rivelarsi propriamente rigida. Si prega di convalidare i risultati con un progettista professionista e/o ingegnere strutturale per garantire l'idoneità e l'adeguatezza per esigenze specifiche di progetto e normative.
- L'ancorante è modellato considerando i valori di rigidità valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidità dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.



www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	10
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono / Fax:		E-mail:	
Design:	calcestruzzo - 20 dic 2023	Data:	27/12/2023
Contratto N°:			

3 Sintesi dei risultati

	Combinazione carichi	Utilizzo max.	Stato
Ancoranti	Combinazione 1	100%	OK

L'ancoraggio risulta verificato!

www.hilti.it

Impresa:
Indirizzo:
Telefono / Fax: |
Design: calcestruzzo - 20 dic 2023
Contratto N°:

Pagina: 11
Progettista:
E-mail:
Data: 27/12/2023

4 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO

1. Generalità.

La presente relazione tecnica contiene tutte le informazioni progettuali, risultanti dal calcolo analitico, necessarie alla realizzazione dell'intervento di manutenzione straordinaria di installazione di nuovo impianto di illuminazione in Corso Italia, per il tratto compreso tra lo svincolo rotatorio con Via Per Possaccio e l'incrocio con Via Archimede – Comune di Verbania.

Le opere e la progettazione sono identificate al CUP F53F23000090004 e CIG Z713CF497D.

L'iter espositivo della relazione ripercorre fedelmente i passaggi logici di determinazione delle grandezze fisiche caratteristiche di funzionamento di impianti tecnologici. Nella relazione sono compresi l'elenco degli allegati Tecnici Progettuali e l'elenco della normativa di riferimento su cui è operata tutta la progettazione degli impianti in oggetto.

2. Descrizione dei luoghi.

L'impianto di illuminazione a progetto costituisce il completamento del sistema di illuminazione stradale già parzialmente esistente sulla strada collocata entro il territorio del comune di Verbania denominata Corso Italia. Attualmente risulta sprovvisto di illuminazione il tratto di partenza verso valle, compreso tra il bivio con Via Per Possaccio e il bivio con Via Archimede.

Si prevede la realizzazione di un sistema di illuminazione su pali con cavidotti interrati che si sviluppa a lato della corsia nella direzione di salita verso la località Zoverallo. La strada è priva di marciapiede e a lato della corsia sono presenti margini di diversa natura costituiti in prevalenza da terreno vegetale quasi pianeggiante, tratti con terreno digradante a scarpata, tratti in attraversamento di strada, un tratto in attraversamento di ponticello, tratti su muro di contenimento.

3. Designazione delle opere da eseguire.

In particolare, l'impresa installatrice dovrà provvedere alle seguenti opere:

- Inserimento del tracciato e della posizione di tutti i componenti dell'impianto entro la proprietà comunale a mezzo di rilievo topografico dei confini;
- Realizzazione del quadro elettrico generale di bassa tensione a valle del contatore;
- Realizzazione degli scavi su terra, su strada, scarpate, etc. per la realizzazione dei cavidotti, delle fondazioni, dei pozzetti ed eventuali altri componenti di impianto da confinarsi entro terra, compresi i successivi ripristini;
- Realizzazione dei plinti in calcestruzzo armato di supporto dei pali o delle strutture di supporto alternative;
- Realizzazione dei pozzetti interrati;
- Realizzazione dei cavidotti interrati;
- Posa dei pali di supporto dei corpi illuminanti;
- Installazione dei proiettori stradali su palo;
- Realizzazione e posa dei cavidotti e successivi cablaggi;
- Realizzazione dell'impianto di terra;
- Ripristini delle pavimentazioni;
- Collaudi;

4. Dati progettuali.

Caratteristiche del sistema di alimentazione		
Ente erogatore		
Frequenza nominale e massima variazione		$(50 \pm 2\%) \text{ Hz}$
Icc presunta nel punto di consegna		10.0 KA
Caratteristiche del sistema utilizzatore		
Potenza impegnata presunta		1,59 kW
Tensione nominale		230 V
Frequenza nominale		50 Hz
Sistema		TT
Massima caduta di tensione ammissibile:		
	Circuiti illuminazione	4%
	Circuiti Forza motrice	4%
	All'avviamento motori	10%

5. Classificazione di ambienti ed applicazioni particolari

In riferimento alla parte 7 della norma CEI 64-8, le prescrizioni delle altre parti della norma andranno integrate ed eventualmente sostituite ove espressamente specificato, da quelle previste alla sezione 714 "Impianti di illuminazione situati in esterno".

6. Classificazione degli impianti.

Gli impianti elettrici oggetto della presente relazione vengono classificati in categorie in relazione alla tensione nominale di alimentazione, secondo le norme CEI 64-8.

7. Sistema di alimentazione.

E' prevista l'alimentazione con corrente alternata monofase dalla rete, con tensione 230 V.

Il sistema elettrico progettato appartiene ai sistemi di I categoria. Per sistemi di I categoria, secondo la definizione CEI 64-8, si intendono quei sistemi elettrici a tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V se a corrente alternata, o da oltre 120 fino a 1500 V se a corrente continua.

8. Dimensionamento della rete e verifiche.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato in due fasi:

- determinazione delle potenze assorbite da ogni ramo della rete e di conseguenza delle correnti di impiego;
- dimensionamento di ogni ramo della rete.

Le potenze assorbite sono state calcolate livello per livello della rete elettrica partendo dai dati nominali degli utilizzatori ed applicando fattori di contemporaneità diversi in relazione al tipo di utilizzatore e alla modalità di impiego.

Per il dimensionamento di ogni ramo della rete, i dati di ingresso sono costituiti, a livello di circuito terminale, dalla somma delle potenze nominali degli utilizzatori alimentati, a livello di quadro secondario e generale, dai valori di potenza assorbita determinati secondo quanto indicato.

Le portate nominali dei cavi sono quelle ricavate dalle tabelle UNEL, che tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto e delle effettive condizioni di posa (tipo di condotti portacavi e vicinanza tra cavi diversi).

Il dimensionamento delle condutture tiene conto anche :

- valore della caduta di tensione ;
- coordinamento tra le caratteristiche della conduttura e quelle del relativo dispositivo di protezione, in termini di correnti di cortocircuito massime e minime e di energia specifica passante in tutte le configurazioni di esercizio previste per la rete.

Il parametro, quindi, utilizzato come indice per il dimensionamento dei cavi è stato il valore massimo di Intensità di corrente (A) trasportabile da una data sezione, in assegnate condizioni di posa e di isolamento. Le formule utilizzate sono le seguenti:

a)Linea Luce:

$$I_b = P \times K_{st} / (V_n \times \cos \Phi)$$

dove:

P = potenza assorbita dai corpi illuminanti (W);

K_{st} = coefficiente pari a 1.25 per lampade fluorescenti; coefficiente pari a 1 per lampade ad incandescenza;

V_n = Tensione di alimentazione nominale;

$\cos \Phi = 0.9$ per lampada fluorescente; 1 per lampada ad incandescenza;

b)Linea Utilizzatore:

$$I_b = P / (V_n \times \cos \Phi \times \eta)$$

Dove:

P = potenza assorbita (W);

V_n = Tensione di alimentazione nominale;

$\cos \Phi = 1$;

η = rendimento;

Le verifiche della caduta di tensione saranno operate con la formula seguente:

$$\Delta V = K \times I \times L / V_n (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

Dove:

V_n = tensione nominale;

I = corrente del conduttore;

K=2;

L = lunghezza linea;

Per il calcolo analitico dei singoli tratti della rete e dei componenti dell'impianto in oggetto si rimanda alla relazione di calcolo degli elementi elettrici dell'impianto.

9. Dimensionamento dei dispositivi di protezione e comando.

Nella tipologia di impianto civile in oggetto la normativa di riferimento è la CEI 64- 8 con tutte le sue otto sotto parti. Nelle sezioni 4 e 5 vengono determinate le misure di protezione sia contro le sovracorrenti sia contro i contatti diretti (conduttori in tensione) ed i contatti indiretti (carcasce metalliche generalmente non in tensione, se non per effetto di guasti), che sono le prescrizioni cogenti da rispettare

per evitare gli incidenti sia agli impianti con rischio di incendio, sia a persone per effetto dell'interazione delle stesse con gli impianti elettrici ed i relativi componenti.

10. Misure di protezione contro le sovracorrenti.

A protezione da rischi di incendio connesse alla condizioni di sovracorrenti nelle condutture per difetti negli utilizzatori è necessario installare degli interruttori termici, che unitamente a quelli magnetici per le correnti di corto circuito, proteggono le linee dell'impianto elettrico.

Condizione necessaria e sufficiente affinché la conduttura di portata I_Z (corrente massima che può attraversare la conduttura senza che la temperatura superi il valore massimo ammessa) percorsa da corrente di impiego I_B , sia protetta da un dispositivo avente corrente nominale I_N , in modo che il carico possa essere alimentato permanentemente (protezione contro le correnti di sovraccarico), è che (CEI 64-8):

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_F \leq 1.45 \times I_N$$

avendo indicato con I_F la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione, la corrente minima che determina l'intervento dello sganciatore termico automatico entro un periodo di tempo massimo fissato dalle Norme CEI 23-3.

Per scegliere il dispositivo di protezione delle linee nei confronti del cortocircuito occorre assicurarsi prima di tutto che sia verificata la relazione $PI > I_{ccmax}$, cioè che il potere di interruzione del dispositivo di protezione sia maggiore della corrente di corto circuito massima calcolata in quel punto dell'impianto. Per la corretta scelta del dispositivo di protezione occorre anche assicurarsi che sia verificata la seguente relazione: $I^2 t \leq K^2 A^2$ dove in termine a primo membro rappresenta l'energia specifica passante nel cavo (a cui il dispositivo è posto a protezione) per un dato tempo t .

Dato la sezione del cavo e la relativa natura dell'isolante impiegato, il secondo membro della disuguaglianza rappresenta l'energia specifica passante massima sopportata dal cavo, senza subire danni irreversibili. L'andamento della grandezza $I^2 t$ è definita da curve caratteristiche specifiche di ciascun interruttore automatico (Curva A); confrontando la curva A con la retta B ($K^2 A^2$), relativa al cavo che si vuole proteggere, si determinano una porzione di curva delimitata da due punti di intersezione. Occorre verificare che i valori di corrente di corto circuito ad inizio linea ed a fine linea siano compresi tra i valori di intersezione definiti tra le curve A e B.

Poiché tutti gli interruttori in commercio garantiscono una corrente di intervento nel tempo convenzionale, che rispetta la seconda condizione limite, non si prescrive l'adozione di una particolare marca, essendo sufficiente rispettare i valori di portata indicati sullo schema unifilare, con un potere di interruzione pari a 4,5 kA o superiore in conformità ai calcoli elettrici. Anche il quadro non presenta particolari problemi di surriscaldamento termico, per cui può essere scelto qualsiasi armadio di tipo AS (norme C.E.I. 17- 1311) purché con numero equivalente di moduli per il contegno delle apparecchiature indicate sullo schema quadro unifilare.

11. Misure di protezione contro i contatti diretti

PROTEZIONE TOTALE.

Isolamento.

Le misure di protezione totali consistono nell'isolamento delle parti attive e nell'uso di involucri o barriere. Le parti attive devono essere ricoperte completamente da uno strato di isolante avente spessore adeguato alla tensione nominale verso terra del sistema elettrico ed essere resistenti agli sforzi meccanici, elettrici, termici e alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante il funzionamento. Se si considera per esempio un cavo elettrico, per renderlo resistente alle normali sollecitazioni meccaniche occorre adottare un'appropriata modalità di posa (Cavo armato o concentrico, tubi protettivi, passerelle,

cunicoli, interrati ad almeno 0.5 m, segnalati e protetti con mattoni, tegole ecc..). Vernici, lacche, smalti e prodotti simili non sono considerati idonei a garantire una adeguata protezione contro i contatti diretti.

Involucri e barriere

L'involucro garantisce la protezione dai contatti diretti quando esistono parti attive (ad es. morsetti elettrici, blindo sbarre) che devono essere accessibili e quindi non possono essere completamente isolate. La barriera è un elemento che impedisce il contatto diretto nella direzione normale di accesso. Questi sistemi di protezione assicurano un certo grado di protezione contro la penetrazione di solidi e di liquidi.

Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati, rimovibili solo con attrezzi, apribili da personale addestrato oppure solo se l'accesso alle parti attive è possibile dopo avere aperto il dispositivo di sezionamento con interblocco meccanico o elettrico. In ogni caso il personale addestrato deve di regola sezionare il circuito prima di operare su parti attive o nelle loro vicinanze. In alcuni casi di comprovata necessità e solo con l'approvazione del diretto superiore e dopo aver preso le necessarie misure di sicurezza, è ammesso lavorare su parti in tensione non superiore a 1000 V. L'interruttore differenziale con corrente nominale d'intervento non superiore a 30mA è riconosciuto come protezione addizionale (non è riconosciuto come unico mezzo di protezione) contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utenti.

PROTEZIONE PARZIALE

Le misure di protezione parziale si ottengono mediante ostacoli e mediante allontanamento. Hanno il compito di proteggere dai contatti accidentali e di realizzare l'allontanamento di parti a tensione diversa simultaneamente accessibili (Le norme CEI 64/8 considerano parti simultaneamente accessibili quelle che si trovano a distanza inferiore a 2,5 m sia in verticale che in orizzontale e che quindi non possono convenzionalmente essere toccate contemporaneamente da una persona) ma non hanno efficacia verso i contatti intenzionali. Sono destinate solo alla protezione di personale addestrato e vengono applicate nelle officine elettriche. Non devono poter essere rimosse accidentalmente, ma la rimozione intenzionale deve poter avvenire senza chiave o attrezzo.

CLASSIFICAZIONE DEI COMPONENTI E DEGLI APPARECCHI ELETTRICI

In relazione al sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti i componenti elettrici si suddividono nelle seguenti Classi :

Componenti di Classe 0 - sono dotati soltanto di isolamento principale e l'involucro metallico è sprovvisto di morsetto per il collegamento di messa a terra. Devono essere allacciati solo a sistemi di Categoria 0 o a sistemi di categoria I isolati da terra (separazione elettrica) o installati in locali isolanti e non possono essere installati negli impianti per edifici civili o similari;

Componenti di classe I - sono provvisti di isolamento principale e gli involucri sono muniti di morsetto per la messa a terra. Sono utilizzabili in tutti i sistemi (TN,TT,IT) di categoria 0 e I ;

Componenti di Classe II - sono provvisti di isolamento supplementare e sono privi di morsetto di messa a terra. La messa a terra non è necessaria (potrebbe addirittura essere controproducente per la sicurezza) in quanto gli eventuali involucri metallici esterni sono separati dalle parti attive interne da un isolamento doppio o rinforzato. Vengono impiegati, solo nei sistemi elettrici di I categoria, in alternativa a quelli di classe I quando non sia possibile attuare il collegamento a terra delle masse o quando si ritenga poco sicuro tale collegamento;

Componenti di classe III - le parti in tensione possono essere scoperte poiché la protezione contro i contatti indiretti è assicurata dal tipo di alimentazione a bassissima tensione di sicurezza. Non sono dotati di morsetto per la messa a terra. In relazione al loro grado di mobilità gli apparecchi si classificano in :

Apparecchio fisso - apparecchio ancorato o fissato ad un supporto o comunque fissato, anche in altro modo, in un posto preciso, oppure apparecchio che non può essere facilmente spostato;

Apparecchio trasportabile - apparecchio che, pur potendo essere spostato con facilità, non viene normalmente spostato durante il suo funzionamento ordinario ;

Apparecchio mobile - apparecchio trasportabile che deve essere spostato manualmente da chi lo utilizza mentre è collegato al circuito di alimentazione ;

Apparecchio portatile - apparecchio mobile destinato ad essere sorretto dalla mano di chi lo utilizza durante il suo impiego normale, nel quale il motore, se esiste, è parte integrante.

PROTEZIONI PASSIVE

Metodi per rendere impossibile il manifestarsi di tensioni di contatto pericolose:

- a) Impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato - Apparecchi di classe II (Non hanno masse, sono provvisti di isolamento speciale, sono privi del morsetto di terra e sono adatti per proteggere piccoli apparecchi portatili o per apparecchi fissi da installare in impianti senza impianto di terra) ;
- b) Protezione per isolamento elettrico - Apparecchi di classe III. Si realizza mediante l'impiego di opportuni trasformatori di isolamento o alimentando i circuiti con sorgenti autonome di energia aventi caratteristiche d'isolamento uguali a quelle indicate dalle norme per i trasformatori d'isolamento (CEI 96-2) (Le parti in tensione possono essere scoperte. Non è presente il morsetto di terra) ;
- c) Locali isolanti con l'impiego di apparecchi di classe 0 (Provvisti solo di isolamento principale necessario per assicurare il normale funzionamento. L'involucro metallico non possiede il morsetto di terra. E' vietata l'installazione negli impianti in edifici civili e similari). Tale protezione consiste nel realizzare locali in cui il pavimento e le pareti presentino una resistenza verso terra di 50000W per tensioni fino a 500V e 100000W per tensioni superiori a 500V. Non possono essere utilizzati negli edifici civili, non possono essere installate prese a spina e il conduttore di protezione PE. I locali devono essere mantenuti costantemente sotto controllo da personale specializzato onde evitare che vengano introdotte masse estranee o che vengano collegate a terra le apparecchiature. Gli ingressi devono essere costruiti in modo tale che l'accesso ai locali delle persone avvenga senza che le stesse siano sottoposte a potenziali pericolosi; per questo scopo si possono usare pedane o scarpe isolanti. Tutte le masse estranee entranti nel locale devono essere interrotte con una o più giunzioni isolanti tali da impedire l'introduzione di potenziali pericolosi nel locale isolato. Gli apparecchi e gli elementi fissi devono avere tra di loro una distanza minima di due metri se a portata di mano e di 1,25 metri se non a portata di mano ;
- d) Locali resi equipotenziali e non connessi a terra.

PROTEZIONI ATTIVE

Le misure di protezione indicate nel paragrafo precedente sono finalizzate ad evitare il contatto diretto. Può tuttavia avvenire un contatto diretto a causa del cedimento della protezione passiva o più semplicemente per imprudenza da parte dell'utente.

Per proteggere le persona da tale eventualità può essere impiegato, come metodo addizionale, il sistema di interruzione automatica che non esime, però, dall'applicazione delle misure di protezione fin qui descritte. Non essendo la corrente che attraversa il corpo umano in grado di far intervenire i dispositivi di massima corrente, l'unico dispositivo in grado di aprire il circuito in casi del genere è l'interruttore ad alta sensibilità (Idn non superiore a 30 mA).

L'impiego di dispositivi differenziali aventi correnti nominali non superiore a 30mA è considerato una misura di protezione addizionale contro i contatti diretti. Per questa ragione l'impiego di questi dispositivi è particolarmente giustificato per la protezione di apparecchi utilizzatori trasportabili, mobili o portatili, alimentati tramite cavi flessibili, la cui usura o invecchiamento può comportare l'asportazione dell'isolamento o la rottura del conduttore di protezione, o per la protezione di impianti le cui condizioni di impiego siano severe e tali da nuocere all'isolamento dei componenti elettrici o da rendere la messa a terra delle masse aleatoria.”

12. Misure di protezione contro i contatti indiretti

PROTEZIONE CON DISPOSITIVI DIFFERENZIALI.

Il relè differenziale è un dispositivo che rileva una differenza tra le correnti entranti e uscenti da un circuito (in condizioni normali sia in monofase, sia in trifase, sia in trifase con neutro, la somma delle correnti è sempre uguale a zero).

Nel caso che si verifichi un guasto a terra una parte della corrente fluisce verso il terreno e la risultante della somma delle correnti non è più uguale a zero. La corrente risultante produce un flusso che induce su di un terzo avvolgimento una corrente che è in grado di fare intervenire l'interruttore differenziale quando la corrente differenziale I_{dn} supera il valore di soglia per la quale è tarato. Impiegando un interruttore differenziale la relazione che deve essere verificata diventa:

$$R_t \times I_{dn} \leq 50$$

Risulta in questo modo più agevole il coordinamento con l'impianto di terra (di quanto non lo fosse con i dispositivi di massima corrente. La caratteristica d'intervento dell'interruttore differenziale è stata studiata proprio per soddisfare completamente la curva di sicurezza.

13. Impianto di Terra

L'impianto di terra coordinato con opportuni dispositivi di protezione attiva costituisce un elemento fondamentale per la protezione contro i contatti indiretti.

La funzione di un impianto di terra è di convogliare la corrente di guasto in un circuito parallelo a quello offerto dal corpo della persona sottoposta alla tensione di contatto.

Questa sorta di bypass non è però sufficiente a ridurre la tensione di contatto (e la corrente di elettrocuzione che ne deriva) entro valori di non pericolosità per le persone.

E' perciò necessaria la contemporanea presenza di dispositivi di protezione attiva che aprano il circuito, interrompendo il fluire della corrente nel minor tempo possibile.

La protezione passiva posta in atto dall'impianto di terra equipotenzializza l'ambiente conduttivo in cui si viene a trovare l'ipotetico soggetto elettrocutato, costringendo il terreno al medesimo potenziale (o quasi) delle masse e le masse stesse ad una unificazione potenziale tra loro.

Nell'impianto in esame i dispositivi di protezione saranno costituiti da interruttori differenziali e quindi la corrente I_a sarà rappresentata dalla corrente differenziale nominale d'intervento $I_{\Delta n}$. Nel caso di più interruttori differenziali si considera quello con $I_{\Delta n}$ maggiore.

Entro il pozzetto collocato in prossimità del plinto o della struttura alternativa di supporto del palo sarà collocata una morsettiera di terra a cui faranno capo il conduttore equipotenziale principale del palo, il conduttore equipotenziale compreso tra i pozzetti successivi tali da collegare allo stesso impianto di terra tutti i pali di nuova posa ed eventualmente esistenti, il conduttore di protezione di collegamento al dispersore a picchetto infisso nel terreno al piede del pozzetto. Le giunzioni fra i vari elementi saranno eseguite con idonei morsetti. I morsetti dovranno poter ospitare cavi di sezione fino a 16 mm². I vari componenti dell'impianto di terra dovranno essere dello stesso materiale dei dispersori o con essi compatibili. Il dispersore a picchetto sarà di tipo a croce di sezione 50 mm x 50 mm, spessore 3 mm e altezza pari a 1500 mm. Sarà realizzato in FE/tZn e avrà n.3 fori di giunzione di cui n.2 avente diametro 11 mm e n.1 avente diametro 13 mm. Il suo peso non sarà inferiore a 3,75 Kg.

Il colore dei conduttori di terra con rivestimento in guaina dovrà essere giallo-verde.

14. Quadri Elettrici.

L'alimentazione dell'impianto, avverrà mediante allaccio alla fornitura esistente in bassa tensione dal contatore collocato in prossimità dell'incrocio tra via Muller e via San Giovanni Bosco. Il quadro verrà cablato, secondo gli schemi realizzativi e la carpenteria indicata nel progetto, con grado di protezione IP65. Dal quadro verrà derivata la linea di illuminazione viabilità protetta da interruttore magnetotermico $I_n=2 \times 10A$ curva C e interruttore differenziale con $I_{dn}=0,03A$, $I_{cc}=6 kA$;

Il controllo e accensione delle linee avverrà dai contattori in serie alle protezioni comandati da orologio digitale astronomico, secondo le indicazioni che fornirà l'amministrazione comunale.

Il montaggio dovrà predisporre in modo da rendere facile il controllo, la manutenzione, la riparazione e la sostituzione di tutti gli elementi. Sul fronte dei pannelli e sul retro quadro dovranno essere disposti cartelli o targhette per l'identificazione dei circuiti.

Il quadro elettrico dovrà essere dotato di certificato di collaudo secondo le norme CEI EN 61439-1 (CEI 17-113), EN 61439-2 (CEI 17-114) ed in particolar modo dovranno essere effettuate le prove di funzionalità, tenuta dell'isolamento ad alta tensione, resistenza di isolamento, etc.

15. Interruttori automatici modulari

Gli interruttori automatici modulari dovranno essere del tipo adatto per montaggio a scatto su profilato DIN46.277/3 e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- dimensioni normalizzate (modulo 17,5 mm);
- potere di interruzione sufficiente a garantire il perfetto funzionamento delle protezioni e comunque non inferiore a 6 kA a 230 V;
- nel caso che gli interruttori siano corredati di relè differenziale, esso dovrà essere pure modulare per montaggio su profilato DIN e solidale al corpo dell'interruttore.

Riferimenti normativi:

- norme CEI 23-3 - norme IEC 947-2 - norme IEC 157-1.

Specifiche di montaggio:

Come indicate nelle specifiche dei quadri.

16. Cavidotti

I cavidotti interrati saranno posati con la generatrice inferiore posta ad una distanza dal piano campagna non inferiore a 0,50 m. Al disopra del cavidotto sarà posata una protezione aggiuntiva costituita da un tegolo in calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera. Il cavidotto dovrà essere ricoperto da sabbia.

Il Cavidotto sarà in doppia parete con superficie interna perfettamente liscia, con geometria adatta per realizzare raggi minimi di curvatura, autorinveniente, autoestinguente, resistente alla fiamma, bassissima emissione di fumi e gas tossici, resistenza schiacciamento superiore 450N; alta resistenza meccanica e chimica; colorato rosso. La parte interrata compresa tra i pozzetti in successione avrà un diametro pari a 110 mm. Entro il plinto di fondazione saranno collocati n.2 cavidotti di diametro pari a 70 mm e 50 mm per consentire il passaggio dei cavi dal pozzetto al palo.

Il raggio di curvatura dei tubi dovrà essere tale da non danneggiare i cavi (circa tre volte il diametro esterno dei cavi).

17. Cavi

I cavi utilizzati per gli impianti risponderanno ai requisiti di reazione al fuoco del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

I cavi multipolari avranno le seguenti caratteristiche:

- Designazione: FG16OR16 - 0,6/1 kV Cca – s3, d1,a3 per i luoghi con livello di rischio “basso” (cavi multipolari con guaina)
- Conduttore: Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Isolante: Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16
- Riempitivo: Mescola di materiale non igroscopico
- Guaina esterna: Mescola di PVC di qualità R16
- Colore anse: Normativa HD 308
- Colore guaina: Grigio
- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C

- Temperatura minima di esercizio: -15°C
- (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito:
- 250°C fino alla sezione 240 mm^2 , oltre 220°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm^2
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

I cavi unipolari avranno le seguenti caratteristiche:

- Designazione: FS17- 450/750 Cca – s3, d1,a3 per i luoghi con livello di rischio “basso” (cavi unipolari senza guaina);
- Conduttore: Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5
- Isolante: Mescola di PVC di qualità S17
- Colori: Standard: giallo/verde, blu, marrone, nero, grigio
- Altri colori: a richiesta
- Tensione nominale U_0/U : 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 5°C
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm^2
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

I conduttori di neutro dovranno essere identificati dal colore blu per tutta la loro lunghezza.

I conduttori di protezione dovranno essere identificati dalla combinazione bicolore giallo/verde e questa combinazione non dovrà essere utilizzata per altri scopi, per tutta la loro lunghezza.

L'identificazione delle anime dei conduttori dei cavi isolati dovrà essere conforme alla tabella CEI UNEL 00722. Si raccomanda che i conduttori di fase siano identificati, per tutta la loro lunghezza, dai colori marrone o nero o grigio.

La sezione dei cavi è stata calcolata per avere una caduta di tensione ed un coordinamento secondo le vigenti Norme CEI. Le sezioni delle singole linee saranno come da schema elettrico allegato e comunque non saranno mai inferiori a $1,5\text{ mm}^2$.

18. Distribuzione

Tutti i cavi che parteciperanno alla distribuzione principale degli impianti elettrici saranno posati in accordo alla tabella 52B della norma 64-8 parte 5 ovvero:

- I cavi unipolari senza guaina saranno installati in tubi protettivi incassati nella muratura (rif. 5 tabella 52C);
- I cavi unipolari senza guaina saranno installati in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti (rif. 3 tabella 52C);
- I cavi multipolari saranno installati in tubi protettivi circolari posati con la generatrice inferiore posta ad una distanza dal piano campagna non inferiore a $0,50\text{ m}$. Al disopra del cavidotto sarà posata una protezione aggiuntiva costituita da un tegolo in calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera. Il cavidotto dovrà essere ricoperto da sabbia.

Le derivazioni tra dorsale principale e alimentazione del singolo palo saranno realizzate con sistema entra-esci in morsettiera dentro al palo mentre nel pozzetto di passaggio dei cavi saranno realizzate le derivazioni del sistema di messa a terra.

I collegamenti nei pali saranno effettuati esclusivamente entro morsettiere.

Le condutture elettriche dovranno essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche di impianto.

19. Pozzetti

I punti d'illuminazione stradale dovranno essere dotati di pozzetti posti al lato dei plinti o delle strutture di supporto alternative, realizzati in cemento prefabbricato avente sezione utile interna orizzontale pari a 50x50 cm e altezza utile interna pari a 70 cm. Nelle posizioni di installazione dei singoli pali ove per motivi morfologici legati alla natura del terreno (es. tratti in pendenza, terreno con scarse caratteristiche di capacità portante) la fondazione del palo e relativo pozzetto dovranno essere collocate a quote più depresse rispetto la quota media prevista, al disopra del pozzetto saranno implementati opportuni anelli aggiuntivi in calcestruzzo prefabbricato o muratura tali che il coperchio superiore sarà al livello del piano di calpestio senza ulteriori sporgenze. Il chiusino o coperchio, sarà in ghisa a grafite sferoidale munito di guarnizioni elastiche in polietilene a profilo speciale antibasculamento e antirumore, costruito secondo Norme ISO 1083 e EN 1563 e classificato "D400" secondo Norme UNI EN 124.

Il pozzetto sarà dotato di:

- n.2 forometrie a parete per consentire l'attraversamento dei cavidotti di collegamento tra palo e palo di diametro pari a 110 mm;
- n.2 forometrie a parete per consentire il collegamento delle condutture elettriche tra pozzetto e palo di diametro tale da consentire il passaggio di un cavidotto di diametro pari a 70 mm ed un cavidotto di diametro pari a 40 mm;
- n.2 forometrie alla base di cui una per consentire l'infissione a terra del dispersore a croce del sistema di terra avente sezione 50 mm x 50 mm ed una quale foro di drenaggio di sezione pari a 10 x 10 cm.

20. Corpi illuminanti

I corpi illuminanti previsti a progetto avranno le seguenti caratteristiche tecniche qualitative tenuto conto che il riferimento al produttore e al modello costituiscono nella descrizione esclusivamente riferimenti tecnico-qualitativi minimi.

Produttore: iGuzzini illuminazione S.p.A

Modello: Street

Configurazione: EQ38

Descrizione tecnica: Apparecchio di illuminazione per esterni con ottica stradale a luce diretta con led di potenza. Vano ottico e sistema di attacco al palo realizzati in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step in cui le fasi principali sono : sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nano-strutturato ai silani). La fase di verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica liquida texturizzata, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi UV. Possibilità di regolazione dell'inclinazione rispetto al manto stradale di +20°/-5° (step di 5°) nel montaggio a testapalo e +5°/20° (step di 5°) nel montaggio laterale. Vetro di chiusura sodico-calcico spessore 5 mm fissato al prodotto tramite 4 viti. L'alto grado IP (67 - 66) è garantito dalla guarnizione siliconica interposta tra i due elementi. Completo di circuito con led monocromatici di potenza e lenti ai polimeri ottici. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Apertura vano cablaggio e ottico con attrezzi di uso comune o tramite dispositivi toolfree. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del sistema in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

Dati tecnici:

Im di sistema: 13290

W di sistema: 88,4

Im di sorgente: -

W di sorgente: -

Efficienza luminosa (Im/W, dati di sistema): 150,3

Im in modalità emergenza: -

Flusso totale emesso a 90° o superiore [Lm]: 0

Light Output Ratio (L.O.R.) [%]: 100

CRI (minimo): 70

Temperatura colore [K]: 4000

MacAdam Step: 3

Life Time LED 1: 100,000h - L90 - B10 (Ta 25°C)

Perdite dell'alimentatore [W]: 6,4

21. Pali di sostegno

I pali di sostegno saranno di tipo a sezione tronco conica con sezione rastremata continua e braccio superiore curvato. I pali saranno tali da assicurare un'altezza da piano stradale del corpo illuminante pari a 10 m. Lo sbraccio superiore sarà tale da garantire una distanza tra l'asse verticale del palo ed il punto di connessione del corpo illuminante pari a 1,00 m.

Avranno le seguenti caratteristiche tecniche qualitative tenuto conto che il riferimento al produttore e al modello costituiscono nella descrizione esclusivamente riferimenti tecnico-qualitativi minimi.

Produttore: Tecnopali S.r.l.

Modello: CDI 9800/3

Descrizione tecnica della costruzione del palo:

- spianatura e taglio della lamiera. Il rotolo di lamiera viene spianato mediante un impianto combinato "raddrizzatrice-spianatrice", con rifilatura ai bordi per ottenere le adeguate tolleranze dimensionali. Il foglio di lamiera viene successivamente tagliato da una cesoia longitudinale ottenendo due trapezi uguali.
- formatura tronco-conica. Il trapezio viene sottoposto a formatura a tronco di cono utilizzando presse piegatrici asservite da manipolatori automatici a controllo numerico.
- saldatura. I lembi del tronco di cono vengono uniti longitudinalmente mediante procedimenti di saldatura automatici e manuali. Le saldature vengono effettuate nel rispetto di specifiche tecniche di lavorazione (WPS) conformi alle norme UNI EN ISO 15609-2 ed adottando procedimenti qualificati (WPAR) conformi alle norme UNI EN ISO 15614-1. Tutti gli addetti alla saldatura sono qualificati con patentino secondo le norme UNI EN ISO 14732 e UNI EN ISO 9606.
- finitura. Conclusa la fase di saldatura il palo viene sottoposto a specifiche lavorazioni alla base (es. asole) ed in punta (es. calibratura).
- collaudi. Ogni fase di lavorazione è sottoposta a controllo costante da parte degli addetti che operano sotto la supervisione del Responsabile dell'Ufficio Controllo Qualità.

Dati tecnici:

- altezza fuori terra: 9000 (mm)
- interrimento: 800 (mm)
- lunghezza totale: 9800 (mm)
- spessore: 3 (mm)
- diametro di sommità e base: 60x158 (mm)
- peso totale: 81 (kg)
- superficie verniciatura: 3,35 (m2)

- asola entrata cavi e morsettiera: 46x186 (mm x mm)
- posizionamento asola morsettiera da base palo: 1800 (mm)
- posizionamento asola entrata cavi da base palo: 600 (mm)

Braccio

Produttore: Tecnopali S.r.l.

Modello: MSI 1000/1000/05

Dati tecnici:

- avanzamento braccio: 1000 (mm)
- alzata braccio: 1000 (mm)
- raggio di curvatura: 500 (mm)
- angolo di inclinazione: 5°
- spessore: 3 (mm)
- peso: 9 (Kg)
- diametro: 60 (mm)

Il palo sarà dato in opera completo alla base fascia formata da bitume, resine e tessuto di vetro, con spessore di 4 mm ed una lunghezza di 500 mm. La fascia sarà applicata a caldo.

22. Fondazioni

I pali saranno fissati mediante plinti di fondazione realizzati in opera di sezione orizzontale pari a 1,10 m x 1,10 m e altezza 1,10 m. Il calcolo strutturale è documentato nella specifica relazione di progetto. Il plinto sarà dotato di un'asola centrale di diametro pari a 300 mm e altezza pari a 800 mm, idonea ad ospitare il palo. Entro la matrice di calcestruzzo saranno collocati due cavidotti di cui uno di diametro pari a 70 mm e uno di diametro pari a 40 mm per consentire il passaggio delle condutture di fase di neutro e del conduttore di protezione.

23. Scavi, reinterri, ripristini

Lo scavo per l'alloggiamento dei cavidotti compresi tra quadro elettrico e palo e tra pali successivi sarà di tipo a sezione obbligata con dimensioni medie 40x80 cm, eseguito fino alla profondità di 80 cm dal piano di calpestio. Sul fondo sarà posato uno strato di sabbia di 20 cm, su cui verranno stesi i tubi al disopra dei quali verrà fatto un getto di calcestruzzo, classe C16/20, a formare una protezione meccanica per i cavidotti interrati con spessore 10 cm e parte superiore leggermente curvata per evitare ristagni d'acqua. Al disopra della calotta verrà eseguito un riempimento con ghiaia naturale costipata e sabbia. L'ultimo strato sarà costituito da parte del terreno vegetale precedentemente rimosso, pronto per favorire la ricrescita della vegetazione superficiale. Il terreno rimosso eventualmente in esubero verrà trasportato alla pubblica discarica previo reperimento di tutte le autorizzazioni necessarie a cura della ditta aggiudicatrice dell'appalto.

Nelle zone di scavo eseguito in sede pavimentata a bitume, la superficie dovrà essere tagliata con apposita macchina operatrice o con martello pneumatico, onde evitare slabbrature.

Il ripristino della pavimentazione stradale, ove necessario, avverrà con la formazione di uno strato di "bynder" di 12 cm sopra il tombamento bene assestato e successiva stesa di tappeto di usura in conglomerato bituminoso fine, a perfetta ripresa della superficie della carreggiata, per una larghezza superiore di 30 cm per ogni lato dello scavo.

Gli scavi nelle strade, dovranno essere eseguiti in modo da evitare l'interruzione della viabilità.

L'eventuale diverso dimensionamento degli scavi, dovuto a provvedimenti conseguenti a imprevisti, come rotture di condotti, franamenti, allagamenti, presenza lungo il tracciato degli scavi di altri servizi pubblici

e privati, nonché il risarcimento di eventuali danni arrecati a terzi durante i lavori di scavo, sono da ritenersi compresi nei prezzi unitari relativi e nessun compenso straordinario sarà dovuto alla Ditta Appaltatrice.

Inoltre la Ditta Appaltatrice dei lavori dovrà provvedere, a sua cura e spese, alle segnalazioni e protezioni, sia diurne che notturne, con i regolamentari lumi, da apporre in corrispondenza degli scavi, depositi di materiali, di rilevati od altri impedimenti stradali, conseguenti ai lavori in corso.

24. Verifiche iniziali e periodiche dell'impianto

Verifiche iniziali.

Prima della messa in servizio dell'impianto, occorre provvedere alle verifiche iniziali previste al capitolo 6.4 della Norma CEI 64-8/6 e provvedere alla compilazione di documentazione attestante il risultato delle verifiche suddette, in conformità della norma appena citata. Deve essere disponibile, per le persone che effettuano le verifiche iniziali, gli schemi e le altre informazioni che indichino la natura e la formazione dei circuiti e le ulteriori informazioni secondo quanto previsto al punto 514.5 del capitolo 51 della norma CEI 68-8/5.

Verifiche periodiche.

Servono per determinare, nel modo ragionevolmente più praticabile, se l'impianto ed i suoi componenti si trovano in condizione soddisfacente per il loro uso. L'impianto elettrico in bassa tensione, a servizio di un edificio residenziale, può essere eseguito ad intervalli di alcuni anni, comunque non superiore a 5 anni.

Registro dei controlli.

Deve essere predisposto un registro dei controlli periodici, dove siano annotati tutti gli interventi ed i controlli relativi alla efficienza degli impianti elettrici, di illuminazione, di sicurezza, dei dispositivi di sicurezza e di controllo, ecc...

Tale registro deve essere mantenuto costantemente aggiornato e disponibile per i controlli da parte degli enti di vigilanza e controllo.

25. Normativa di riferimento

- D.Lgs. 81/08 Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori (C.E.E.);
- L.186/68 Obbligo dell'esecuzione a regola d'arte degli impianti (C.E.I.);
- L.791/77 Attuazione della Direttiva 73/23/CEE, sulle garanzie di sicurezza del materiale elettrico;
- DM 37/08 Norme per la sicurezza degli impianti;
- CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.
- CEI 0-3; V1 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati.
- CEI 11-17 : Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica .Linee in cavo
- EN 60439-1 (CEI 17-13/1) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)" - Parte 1 in vigore fino al 31 Ottobre 2014
- EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1 Regole generali
- EN 61439-2 (CEI 17-114) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione(quadri BT) Parte 2 Quadri di potenza
- CEI 20-19 : Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore 450/750 V
- CEI 20-20 : Cavi isolati in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore 450/750 V
- CEI 20-40 : Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-48 Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV. Parte 1: Prescrizioni generali. Parte 7: Cavi isolati in gomma EPR ad alto modulo.

- CEI 20-63 Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV.
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV.
- CEI 23-3 : Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI 23-9 : Apparecchi di comando non automatici (interruttori) per installazione fissa per uso domestico e similare. Prescrizioni generali
- CEI 23-18 : Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari.
- CEI 23-26 Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori.
- CEI 23-32 : Sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete
- CEI 23-42 : Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte I: Prescrizioni generali.
- CEI 23-44 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazione domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI 23-43 : Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete
- CEI 23-46 Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati.
- CEI 23-49 : Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
- CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
- CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale.
- CEI 34-33; V1 Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale.
- CEI 34-33; V2 Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale.
- CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica.
- CEI 64-8 / 1-7 :Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua
- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 70-1 V1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 81-3 Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico.
- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Principi generali"
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Analisi del rischio"
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Danni materiali alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- UNI 10439 "Requisiti illuminotecnica delle strade con traffico motorizzato"
- UNI EN 13201-2 "illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 13201-4 "Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"
- UNI 11248. "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche."
- Tutte le norme inerenti e non espressamente citate;

Quadro: impianto di monte																						
Num.	INAZIONE	P [kW]	Ib [A]	cosFi	FFFN	tipo cond.	Conduttore	Isolante	Designazio	lunghezza	Im	Posa [64-8]	Sezione Fase	Sezione Neutro	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	re max (rele min (rele	Sovracc	CortoCirc	Per Person
1			3,84		LN PE													0,09				
2		0,8	3,84	0,9	LN PE	Multipolar	Rame	EPR	FGI6OR1	376		63	1x16	1x16	99,45	1,66	1,75	0,27	0,12	SI	SI	SI
Quadro: impianto di valle																						
Num.	DENOMINAZIONE	P [kW]	Ib [A]	cosFi	FFFN	tipo cond.	Conduttore	Isolante	Designazio	lunghezza	Im	Posa [64-8]	Sezione Fase	Sezione N	Sezione PE	Iz	DVcavo	DVtot	re max (rele min (rele	Sovracc	CortoCirc	Per Person
1			3,84		LN PE													0,09				
2		0,8	3,84	0,9	LN PE	Multipolar	Rame	EPR	FGI6OR1	525		63	1x16	1x16	99,45	2,32	2,41	0,2	0,08	SI	SI	SI