

REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI ALBIANO D'IVREA

EFFICIENTAMENTO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE
E MESSA A NORMA TRIBUNE DEL CAMPO DI CALCIO

Relazione Tecnica
Relazione di calcolo delle strutture portanti
Relazione di calcolo illuminotecnico

il tecnico:

Ing. GROSSO Stefano

Via F.lli Savio 22, 10013 Borgofranco d'Ivrea (TO)
tel./fax 0125 750319 E-mail ing_stefano_grosso@libero.it

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE PORTANTI

Sommario

1. PREMESSA
2. DESCRIZIONE DELLE OPERE
 - a. TRIBUNA
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
 - a. AZIONI SULLE STRUTTURE E NORMA DI DETTAGLIO PER LA ZONA SISMICA
 - b. REFERENZE TECNICHE
4. MATERIALI IMPIEGATI
 - a. ACCIAIO PER C.A. B450C
 - b. CONGLOMERATO PER OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE
5. DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO
 - a. CARATTERISTICHE MECCANICHE
 - b. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO
6. FATTORE DI COMPORTAMENTO
 - a. VALORE BASE DEL FATTORE DI STRUTTURA Q E CLASSE DI DUTTILITÀ
 - b. REGOLARITÀ IN PIANTA
 - c. REGOLARITÀ IN ALTEZZA
 - d. CALCOLO FATTORE Q
 - e. SPETTRO DI PROGETTO
 - f. ELEMENTI SECONDARI
7. ANALISI DEI CARICHI
 - a. VALORE DELLE AZIONI VARIABILI
 - b. VALORE DEI COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI
 - c. ANALISI DEI CARICHI PER TIPOLOGIA DI ELEMENTO
 - i. SOLETTA DI COPERTURA (SPALTI) H=16CM
 - ii. TAMPONATURA
8. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRINCIPALI
 - a. DEFINIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE
 - b. CRITERI DI VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRINCIPALI
 - c. VERIFICA DELL'ECCENTRICITÀ TRAVE-PILASTRO
9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
 - a. VERIFICA DELLE TAMPONATURE
 - i. AZIONE RIBALTANTE SUL PANNELLO

1. Premessa

La presente relazione descrive i criteri generali impiegati nell'ambito del progetto esecutivo dei lavori di completamento del campo sportivo del comune di Albiano d'Ivrea (TO).

Nel dettaglio il corpo di fabbrica in esame è quello relativo alle nuove tribune in c.a..

Il sito ove l'opera è ubicata ha le seguenti coordinate geografiche:

LAT 45.430834; LONG. 7.950161

Si riporta di seguito un'immagine della zona interessata dalla realizzazione delle opere.

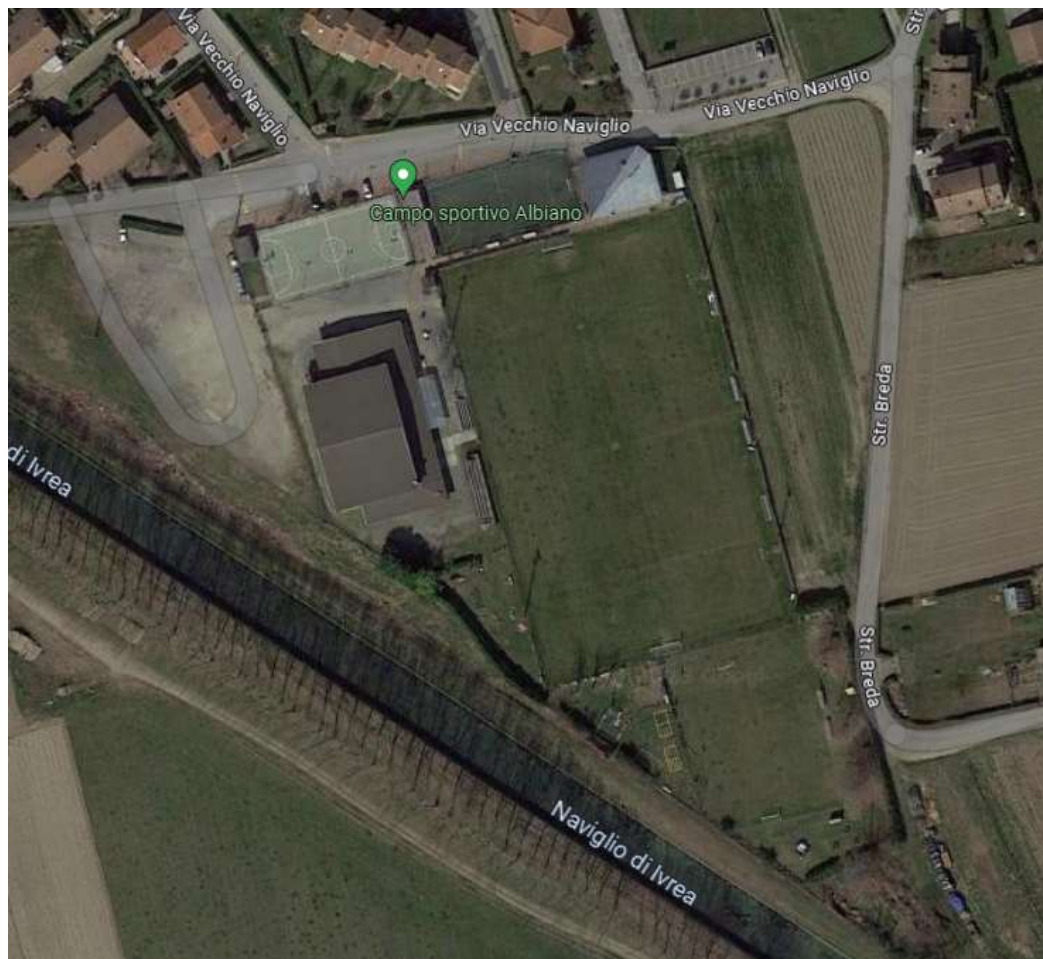


Figura 1. Zona di intervento

2. Descrizione delle opere

2.1. Tribuna

Le opere in progetto consistono nella realizzazione di una tribuna con gradoni strutturali in c.a.

La struttura è costituita da un'intelaiatura di travi e pilastri a maglie chiuse, in particolare le travi emergenti di bordo (lato lungo) sono di sezione 40x60cm mentre le travi ortogonali (lato corto) hanno sezione 40x70cm ad eccezione delle travi di bordo della scala centrale che hanno sezione 30x40cm, i pilastri hanno sezione 40x80cm.

Le fondazioni sono di tipo diretto a travi rovesce di sezione 50x90 ed ali 30x30, ad eccezione della trave giuntata rispetto alle tribune esistenti che ha sezione di forma a L e del tratto di trave che porta la prima rampa di scale che ha sezione 50x90cm.

E' prevista la formazione di un magrone di sottofondazione per una più uniforme distribuzione delle pressioni sul terreno di sedime e per la regolarità della posa delle travi di fondazioni.

Il solaio di copertura è formato da terrazze costituite da piastre e setti dello spessore di 16cm.

Per forma e caratteristiche geometrico-costruttive l'impalcato di copertura può ritenersi infinitamente rigido nel suo piano.

Le murature perimetrali sono previste in laterizio con spessore nominale di 30 cm, costituite da un unico mattone forato di spessore 30 cm, e rete porta intonaco a tutte le elevazioni. Le tramezzature interne sono previste del tipo tradizionale con forati di spessore 8 cm.

Si riportano di seguito una vista assonometrica del corpo di fabbrica in oggetto e la pianta delle fondazioni ed una sezione esplicativa.

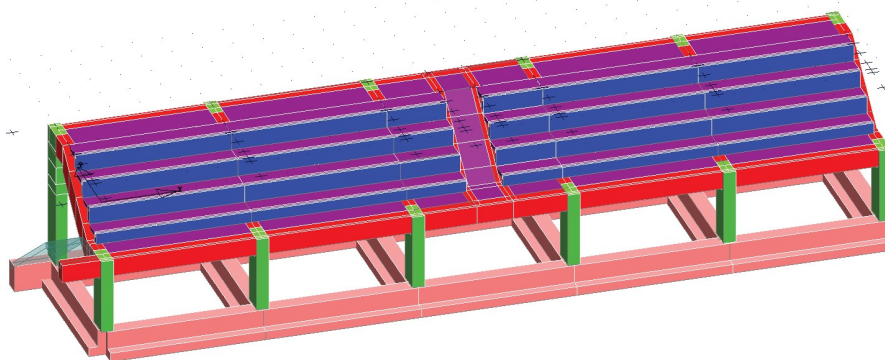
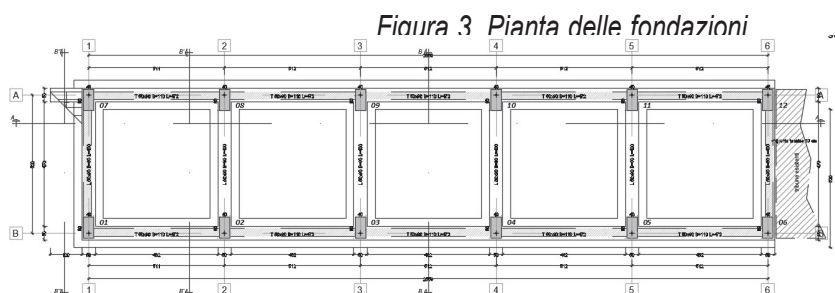


Figura 2. Assonometria strutturale



3. Normativa di riferimento

Nella redazione del progetto di verifica sono state prese in esame le prescrizioni della vigente normativa tecnica ed in particolare quelle di seguito elencate.

3.1. Azioni sulle strutture e norma di dettaglio per la zona sismica

D.M. 17 gennaio 2018 - Norme tecniche per le costruzioni

3.2. Referenze tecniche

D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni

Circolare 2 febbraio 2009 n.617 C.S.LL.PP.- Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

Linee Guida sul calcestruzzo strutturale, Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008)

UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1998 - 1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998 - 5 – Fondazioni ed opere di sostegno

CNR 10011 – Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione

4. Materiali impiegati

4.1. Acciaio per c.a. B450C

Le barre di armatura ad aderenza migliorata sono in acciaio di tipo B450C con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- classe del materiale.....B 450 C
- modulo elastico..... $E = 210000 \text{ MPa}$
- tensione di rottura..... $f_{ts} = 540 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento caratteristica..... $f_{ys} = 450 \text{ MPa}$
- tensione di snervamento di calcolo $f_{yd} = 391.3 \text{ MPa}$
- coefficiente parziale del materiale..... $\gamma_s = 1.15$

4.2. Conglomerato per opere in fondazione e in elevazione

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato nel rispetto delle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (febbraio 2008) e della norma UNI EN 206-1:2006 riportate sinteticamente in tabella 1. Pertanto, dovrà rispondere ai seguenti requisiti minimi:

- classe di esposizione..... C3
- classe di resistenza minima..... C25/30
- rapporto acqua/cemento..... $a/c \leq 0.55$
- dosaggio cemento..... $\geq 320 \text{ kg/mc}$
- dimensione massima dell'aggregato (consigliata)..... $\leq 28 \text{ mm}$
- ricoprimento $\geq 30 \text{ mm}$
- copriferro $\geq 50 \text{ mm}$

I parametri meccanici principali per la classe C25/30 sono i seguenti:

Classe	25 / 30
- resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$
- resistenza cubica caratteristica	$R_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
- resistenza media a compressione (par. 11.2.10.1)	$f_{cm} = 33,0 \text{ MPa}$
- modulo elastico (par. 11.2.10.3)	$E = 31476 \text{ MPa}$
- resistenza di calcolo a compressione (par. 4.1.2.1.1.1)	$f_{cd} = 14,17 \text{ MPa}$
- resistenza media a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctm} = 2,56 \text{ MPa}$
- resistenza caratteristica a trazione (par. 11.2.10.2)	$f_{ctk} = 1,80 \text{ MPa}$
- resistenza di calcolo a trazione (par. 4.1.2.1.1.2)	$f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$
- resistenza caratteristica di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bk} = 4,04 \text{ MPa}$
- resistenza di calcolo di aderenza (par. 4.1.2.1.1.4)	$f_{bd} = 2,69 \text{ MPa}$
- coefficiente parziale del materiale	$g_c = 1,5$

5. Descrizione delle caratteristiche geologiche del sito

5.1. Caratteristiche meccaniche

Sulla scorta di quanto contenuto nella relazione geologica e dalle indagini condotte per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni, i parametri impiegati a base di tutte le calcolazioni geotecniche e strutturali per i terreni di sedime e di spinta sulle opere di sostegno sono descritti di seguito.

Terreni in prossimità della nuova costruzione della tribuna

Strato 1

da p.c. a -5.00 m dal piano del campo

- peso specifico $\square \square 18.63 \text{ kN m}^{-3}$
- angolo d'attrito interno..... $\square \square \square 25^\circ$
- coesione $c \square \square 0.010 \text{ MPa}$

Strato 2

da p.c. da -5.00 m a -20.00 m dal piano del campo

- peso specifico $\square \square 18.63 \text{ kN m}^{-3}$
- angolo d'attrito interno..... $\square \square \square 28^\circ$
- coesione $c \square \square 0.0290 \text{ MPa}$

Strato 3

da p.c. da -20.00 m dal piano del campo

- peso specifico $\square \square 20.00 \text{ kN m}^{-3}$
- angolo d'attrito interno..... $\square \square \square 30^\circ$
- coesione $c \square \square 0.010 \text{ MPa}$

5.2. Classificazione sismica del suolo

In relazione alla classificazione sismica del sottosuolo, sulla scorta delle indagini svolte in sito, la velocità delle onde di taglio misurate nello spessore significativo di terreno pari a 30.0 m sono:

$$360 \text{ ms}^{-1} < V_{s,30} < 800 \text{ ms}^{-1}$$

Secondo quanto stabilito dal D.M. 17 gennaio 2018 alla tabella 3.2. Il suolo di fondazione è di **categoria B**

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)".

La conformazione geomorfologica del sito è classificabile come non pianeggiante; pertanto il coefficiente di topografia per la determinazione dello spettro di risposta elastico è stato assunto pari a:

$$ST = 1.20$$

6. Fattore di comportamento

Si riporta di seguito la procedura per la determinazione del fattore di comportamento, definito in relazione alla classe di duttilità, alla tipologia strutturale e alla regolarità in pianta ed in elevazione delle strutture.

6.1. Valore base del fattore di struttura q e classe di duttilità

Il progetto delle strutture è basato sulla scelta di progettazione in classe di duttilità Media.

La tipologia del sistema sismo-resistente per entrambe le direzioni del sisma è di struttura telaio

Tipologia	q_0	
	CD "B"	CD "A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$q_0 = 3.0 \cdot U / 1$	$q_0 = 4.5 \cdot U / 1$
Strutture a pareti non accoppiate	3.0	$q_0 = 4.0 \cdot U / 1$
Strutture deformabili torsionalmente	2.0	3.0
Strutture a pendolo inverso	1.5	2.0

Pertanto il valore base del fattore di struttura è:

$$q_0 = 3.0 \cdot U / 1$$

6.2. Regolarità in pianta

La regolarità in pianta è soddisfatta se vengono rispettate le seguenti condizioni riportate in tabella:

n°	Requisito richiesto	Esito
a	la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze	si
b	il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4	si
c	nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione	si
d	gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	s
i		

La struttura è regolare in pianta.

6.3. Regolarità in altezza

La regolarità in altezza è soddisfatta se vengono rispettate le seguenti condizioni riportate in tabella:

n°	Requisito richiesto	Esito
e	Tutti i sistemi resistenti verticali (telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione si Massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la	
f	rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai si fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella	
g	richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto sideterminato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30%	
h	della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all' siorizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	

La struttura è regolare in altezza; pertanto vale:

$$R = 1.0$$

6.4. Calcolo fattore q

Per entrambe le direzioni il sistema sismo-resistente è a telaio ad un piano ed in relazione alla tipologia strutturale può assumersi :

$$\frac{U}{1} = 1.10$$

Si ottiene pertanto

$$q_0 = 3.0 \cdot 1.10 = 3.30$$

ne segue un fattore di comportamento per entrambe le direzioni:

$$q = 3.30$$

6.5. Spettro di progetto

Lo spettro di progetto per le verifiche allo SLV delle strutture, ottenuto applicando il fattore di struttura q di cui al punto precedente allo spettro di risposta elastico riportato in relazione generale è quello mostrato in figura 4.

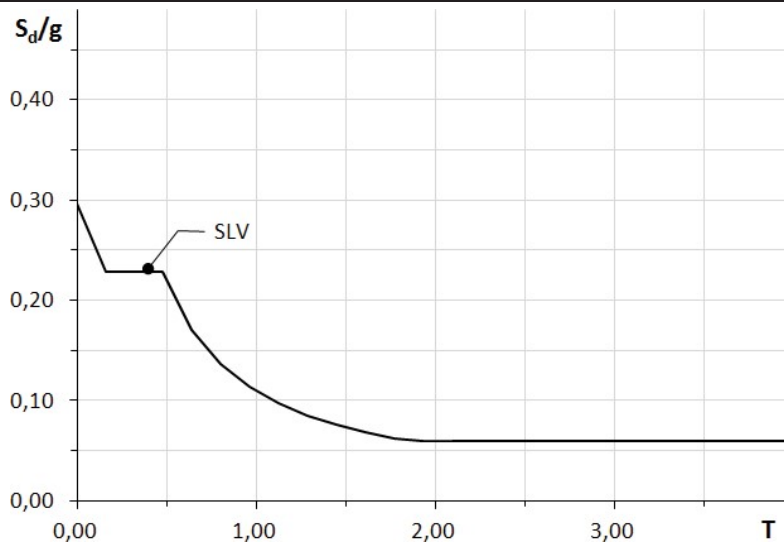


Figura 4. Spettro di progetto per verifiche allo SLV

6.6. Elementi secondari

Non sono presenti elementi secondari; tutti gli elementi strutturali del modello di calcolo sono assunti sismo-resistenti.

7. Analisi dei carichi

7.1. Valore delle azioni variabili

I sovraccarichi variabili per le verifiche globali e locali degli elementi strutturali sono stati desunti per ciascuna destinazione d'uso dalla tabella 2.5.1 del D.M. 17.01.2018 di seguito riportata.

Categoria	Azione variabile	q k kNm ⁻²	Q _k kN	H k kNm ⁻¹
A Ambienti a uso residenziale	Aree per attività domestiche e residenziali	2.00	2.00	1.00
	Scale comuni , balconi, ballatoi	4.00	4.00	2.00
B Uffici	B1 – Uffici non aperti al pubblico	2.00	2.00	1.00
	B2 – Uffici aperti al pubblico	3.00	2.00	1.00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4.00	4.00	2.00
C Ambienti suscettibili di affollamento	C1 – Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3.00	3.00	1.00
	C2 – Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4.00	4.00	2.00
	C3 – Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5.00	5.00	3.00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5.00	5.00	3.00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti perlo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5.00	5.00	3.00
	<u>Secondo categoria d'uso</u>			
	Scale comuni, balconi e ballatoi	≥4.00	≥4.00	≥2.00
D Ambienti a uso commerciale	D1 - Negozi	4.00	4.00	2.00
	D2 - Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie	5.00	5.00	2.00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso		
E Aree per immagazzinament	E1 - Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori	≥ 6.00	7.00	1.00
O	F – G Rimesse e aree per il traffico dei			

E2 – Ambienti ad uso industriale veicoli (no ponti)		da valutare caso per caso		
	F - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	2.50	2x10.0	
		1.00		
		da valutare caso per caso		
	G - Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	≥ 5.00	2 x 50.0	1.00
	H - Coperture accessibili per la sola manutenzione e	0.50	1.20	1.00
	riparazione			
H – I – K Copertur e	I - Coperture praticabili di ambienti di categoria tra A e D	vedi cat. di		
	appartenenza K - Coperture speciali (impianti, eliporti, altri)	da valutare caso per caso		

Le combinazioni di carico impiegate per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio sono state ottenute a partire dai coefficienti di combinazione di cui alla tabella 2.5.1. del D.M. 17.01.2018 di seguito riportata.

7.2. Valore dei coefficienti di combinazione dei carichi

Le combinazioni di carico impiegate per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio sono state ottenute a partire dai coefficienti di combinazione di cui alla tabella 2.5.1. del D.M. 17.01.2018 di seguito riportata.

Categoria	Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
A	Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
B	Uffici	0.7	0.5	0.3
C	Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
D	Ambienti ad uso commerciale	0.7	0.7	0.6
E	Biblioteche, archivi, magazzini ed ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8
F	Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.7	0.7	0.6
G	Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
H	Coperture	0.0	0.0	0.0
I - K	Coperture	Da valutarsi caso per caso		
	Vento	0.6	0.2	0.0
	Neve (quota < 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
	Neve (quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
	Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

7.3. Analisi dei carichi per tipologia di elemento

7.3.1. Soletta di copertura (spalti) $h=16\text{cm}$

Peso proprio - soletta	H (m)	B (m)	L (m)	g (kNm⁻³)	Valore 4,00 kN m ⁻²
				$g_{k,1}$	4,00 kN m⁻²
Sovraccarichi permanenti definiti - massetto livellante	H (m) 0,05	B (m) 1,0 0	L (m) 1,00	g (kNm⁻³) 20,0 0	Valore 1,00 kN m ⁻²
				$g_{k,1}$	1,00 kN m⁻²
				totale $g_{k,1}$	5,00 kN m⁻²
Sovraccarichi permanenti non definiti	H (m)	B (m)	L (m)	g (kN⁻³) m	Valore

- impianto tecnologico a pannelli fotovoltaici	0,00	kN m^{-2}
- incidenza tramezzature	0,00	kN m^{-2}
	$g_{k,2}$	0,00 kN m^{-2}
	totale $g_{k,2}$	0,00 kN m^{-2}

Sovraccarichi variabili	H (m)	B (m)	L (m)	$g \text{ (kN}^{-3}\text{)}_m$	Valore
- suscettibile di affollamento (cat. C5)					5,00 kN m^{-2}
- neve (< 1000 m s.l.m.)					1,32 kN m^{-2}

Descrizione	Simbolo	Valore
Peso proprio	$g_{k,1}$	4,00 kN m^{-2}
Sovraccarico permanente (esclusi tramezzi)	$g_{k,1}$	1,00 kN m^{-2}
Incidenza tramezzi	$g_{k,2}$	0,00 kN m^{-2}
Sovraccarico variabile principale (Categoria H)	$q_{k,1}$	5,00 kN m^{-2}
Sovraccarico variabile secondario (Neve)	$q_{k,2}$	1,32 kN m^{-3}
Valore di progetto del carico	g_d+q_d	14,00 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico – condizione rara	$g_{k1}+g_{k2}+q_{k1}+U_{0,2} q_{k2}$	10,00 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico – condizione frequente	$g_{k1}+g_{k2}+U_{1,1} q_{k1}+U_{1,2} q_{k2}$	8,50 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico – condizione quasi permanente	$g_{k1}+g_{k2}+U_{2,1} q_{k1}+U_{2,2} q_{k2}$	8,00 kN m^{-2}

7.3.2. Tamponatura

Descrizione	Simbolo	Valore
Peso proprio	$g_{k,1}$	1,05 kN m^{-2}
Sovraccarico permanente	$g_{k,1}$	1,00 kN m^{-2}
Incidenza tramezzi	$g_{k,2}$	0,00 kN m^{-2}
Sovraccarico variabile principale (Nessuno)	$q_{k,1}$	0,00 kN m^{-2}
Sovraccarico variabile secondario (Nessuno)	$q_{k,2}$	0,00 kN m^{-3}
Valore di progetto del carico	g_d+q_d	2,67 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico - condizione rara	$g_{k1}+g_{k2}+q_{k1}+W_{0,2} q_{k2}$	2,05 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico - condizione frequente	$g_{k1}+g_{k2}+W_{1,1} q_{k1}+W_{1,2} q_{k2}$	2,05 kN m^{-2}
Valore di esercizio del carico - condizione quasi permanente	$g_{k1}+g_{k2}+W_{2,1} q_{k1}+W_{2,2} q_{k2}$	2,05 kN m^{-2}

8. Verifiche degli elementi strutturali principali

8.1. Definizione del modello strutturale

Per la verifica degli elementi strutturali si è proceduto alla elaborazione di un modello tridimensionale attraverso il supporto di uno specifico programma di calcolo. Il modello strutturale è stato definito assegnando ai vari elementi strutturali caratteristiche di sismo-resistenza in relazione alle caratteristiche specifiche di ciascuna asta, secondo quanto previsto dal D.M. 17.01.2018.

Alcuni elementi strutturali sono stati considerati “secondari”. Sia la rigidezza che la resistenza di tali elementi vengono ignorate nell’analisi della risposta e tali elementi vengono progettati per resistere ai soli carichi verticali. Tali elementi tuttavia devono essere in grado di assorbire le deformazioni della struttura soggetta all’azione sismica di progetto, mantenendo la capacità portante nei confronti dei carichi verticali; pertanto, limitatamente al soddisfacimento di tale requisito, agli elementi “secondari” sono stati applicati i particolari costruttivi definiti per gli elementi strutturali. La scelta degli elementi da considerare secondari non determina il passaggio da struttura “irregolare” a struttura “regolare”, né il contributo alla rigidezza totale sotto azioni orizzontali degli elementi secondari supera il 15% della analoga rigidezza degli elementi principali.

Il modello tridimensionale di progetto prevede che tutti gli elementi strutturali in elevazione siano dissipativi e che la dissipazione si sviluppi ove le strutture intelaiate sono dotate di adeguata duttilità. Per il dettaglio delle verifiche degli elementi strutturali si rimanda al fascicolo di calcolo.

8.2. Criteri di verifica degli elementi strutturali principali

Per il dettaglio delle verifiche sugli elementi strutturali si rimanda al fascicolo di calcolo allegato.

8.3. Verifica dell’eccentricità trave-pilastro

L’eccentricità tra asse della trave ed asse del pilastro non supera $\frac{1}{4}$ della larghezza del pilastro; non è necessario assicurare che la trasmissione degli sforzi sia garantita attraverso armature adeguatamente dimensionate allo scopo.

9. Verifiche degli elementi non strutturali

9.1. Verifica delle tamponature

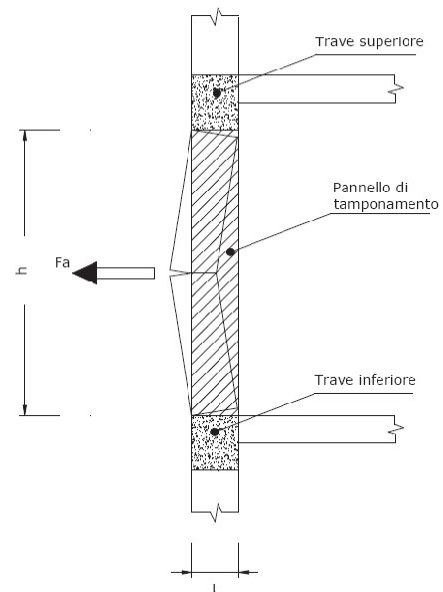
Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati. Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a :

$$F_a = (S_a W_a)/q_a$$

S_a è l'accelerazione sismica agente sull'elemento;




W_a è il peso unitario dell'elemento;

q_a è il fattore di struttura dell'elemento



Tipologia	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti, insegne e pannelli pubblicitari, ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	1.0
Pareti interne ed esterne, tramezzature e facciate, ciminiere, antenne e serbatoi, elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggianti sul pavimento, per controsoffitti e corpi illuminanti	2.0

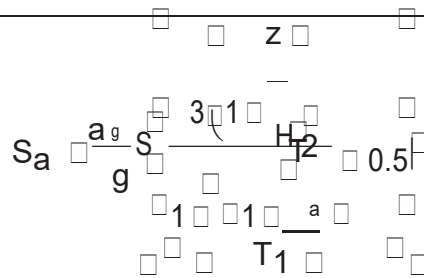
Il peso del pannello e le altre caratteristiche meccaniche sono quelli relativi ad una muratura realizzata con blocchi tipo FV di spessore 30 cm

Caratteristica	Blocchi tipo FO	Blocchi tipo FV	Malta
Dimensioni (ltxh) [mm]	249 x 298 x 241	244 x 291 x 252	/
Peso [kg]	10,6	12,9	/
Resistenza a compressione [N/mm²]	5,94	18,26	9,22
Resistenza a flessione [N/mm²]	/	/	4,28
Modulo di elasticità [N/mm²]	3.547	7.368	9.984
Coefficiente di Poisson (-)	0,21	3,38	0,10
Modalità di rottura nelle prove a compressione			

$$w_a = \square_a g = 1.80 \text{ kN/m} \quad h = 3.80 \text{ m} \quad W_a = 14.31 \text{ kN/mfd} = 1.33 \text{ MPa} \quad E = 3500 \text{ MPa}$$

9.1.1. Azione ribaltante sul pannello

Il valore dell'azione per la verifica allo SLV del pannello è ottenuta assumendo i seguenti valori:



$a_g = 0.208 g$

accelerazione massima del terreno su suolo tipo A;

$S = 1.410$

coefficiente che tiene conto delle categorie di suolo e topografica;

$Z_1 = 1.90 \text{ m}$

quota del baricentro dell'elemento dal piano di fondazione;

$H = 4.60 \text{ m}$

altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione

$T_1 = 0.113 \text{ s}$

periodo di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;

$T_a = 0.013 \text{ s}$

periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento

$$T_a = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{\mu_a h^4}{EI}} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{\frac{1.80 \text{ N mm}^{-1}}{g} \times (3800 \text{ mm})^4}{3500 \text{ N mm}^{-2} \times 4.65 \cdot 10^{11} \text{ mm}^4}}$$

$w_a = 18.00 \text{ kN/m}$

peso lineare del pannello

$h = 3.80 \text{ m}$

altezza netta del pannello

$E = 3500 \text{ MPa}$

modulo elastico del pannello

$I = 4.65 \times 10^{11} \text{ mm}^4$

momento di inerzia del pannello

da cui si ricava:

$$S_a = 0.773$$

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando agli elementi detti una forza orizzontale F_a :

$$F_{a,1} = (S_a w_a)/q_a = 10.514 \text{ kN} \quad M_{a,1} = F_{a,1} h / 4 = 4.99 \text{ kNm}$$

9.1.2. Momento resistente del pannello

La resistenza in mezzzeria del pannello può essere valutata considerando la resistenza a flessione del tamponamento armato dalla rete porta intonaco; assumendo una rete a maglia 4x5 mm con grammatura di 73 g/m² si ha una resistenza a rottura della rete di 29.0 kN (1450 N/5 cm) ed una resistenza allo SLU pari a circa 24.167 kN (vedi scheda tecnica allegata).

ARTICOLO	PESO	LARGHEZZA MAGLIA interasse di ogni filo	CARICO DI ROTTURA LONGITUDINAL E (valore medio)	CARICO DI ROTTURA TRASVERSAL E (valore medio)
	g/m ² (±5%)	mm	N/5 cm	N/5 cm
Gavazzi V3-73- A	73	4 x 5	1450	1450

La resistenza del pannello si ricava considerando la compressione assorbita dal laterizio e la trazione dalla rete. Assumendo il pannello scarico si ottiene:

L = 1000 mm lunghezza unitaria del pannello

t = 300 mm spessore del pannello

f_d = 1.33 MPa resistenza di progetto della muratura del pannello

il momento resistente è così determinato: $\frac{N_{y, rete}}{x}$

24167 N

21.4 mm

0.85 f_dL

0.85 · 1.33 N/mm² · 1000 mm

9.1.3. Verifica del pannello Risultato:

$$M_{Rd} = N_{y, rete} (t_x) = 6.73 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 6.73 \text{ kNm} > M_{a,1}$$

La verifica del pannello è soddisfatta allo SL.

RELAZIONE DI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Sommario

1. PREMESSA
 - 1.1. LEGGI E DECRETI
 - 1.2. RIFERIMENTI PER IL CALCOLO
 - 1.3. NORME CEI E UNI
2. IMPIANTI ELETTRICI
 - 2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO
 - 2.2 DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA
 - 2.2.1 QUADRO ELETTRICO PRINCIPALE
 - 2.2.2 LINEE PRINCIPALI DI DISTRIBUZIONE
 - 2.2.3 IMPIANTI DI PROTEZIONE
 - 2.2.4 TORRI FARO

1. PREMESSA

È prevista la sostituzione dei corpi illuminanti delle torri fari per l'illuminazione artificiale del campo. La disposizione dei nuovi corpi illuminati sulle torri porta fari sarà tale da garantire un illuminamento medio del campo pari a 200 lux campo interno con un coefficiente di uniformità (Illuminamento minimo/illuminamento medio) maggiore-uguale a 0,6.

L'illuminamento verrà garantito dalla installazione di n. 6 corpi illuminanti del tipo a Led da 1072 W cadauno posti su ciascuna torre fari su 2 file.

L'uniformità dei parametri di luminosità sulla superficie del campo verrà garantita dall'orientamento dei corpi illuminanti.

L'impianto dovrà essere realizzato a "regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, sia per qual che concerne l'installazione.

A tal fine dovranno essere rispettate le norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali verranno richiamate, laddove opportuno, nella presente relazione.

1.1. LEGGI E DECRETI

- Legge 01/03/1968 n. 186 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici);
- D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 e s.m.i (Attuazione dell'art. 1 della legge 03/08/2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- D.M. 37/08 (Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici);
- Legislazione vigente per la prevenzione incendi;

1.2. RIFERIMENTI PER IL CALCOLO:

- D.M. 9 gennaio 1996
- D.M. 16 gennaio 1996
- Circolare Min. LLPP 15 ott. 96 n° 252
- Circolare Min. LLPP 4 luglio 1996 n° 156
- CNR 10011/97

1.3. NORME CEI E UNI

- CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- CEI 64-52: "Guida all'esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici";
- CEI 17-13/1 e /3: "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)";
- CEI 23-3: "Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari".

2. IMPIANTI ELETTRICI

2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è un impianto alimentato dall'ente distributore in bassa tensione (400/230 V a 50 Hz).

Tutte le masse dell'impianto e le masse estranee presenti devono essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori di protezione PE e conduttori di equipotenzializzazione.

Il presente progetto tiene conto dei requisiti di sicurezza richiesti per l'opera in questione.

Tra gli obiettivi delle scelte progettuali sono prioritari quelli di razionalizzare la distribuzione dell'energia elettrica alle varie zone, di garantire la protezione delle linee dagli effetti termici derivanti da sovracorrenti di sovraccarico e/o corto circuito e di realizzare un'efficace protezione contro i contatti diretti e indiretti (mediante equipotenzializzazione delle masse metalliche presenti).

2.2 DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

2.2.1 Quadro elettrico principale

Il quadro è dimensionato per contenere almeno il 30% in più degli interruttori installati, senza dover effettuare alcun lavoro sulla carpenteria.

Sulla parte superiore del quadro saranno presenti idonee aperture per il passaggio dei cavi. L'interno del quadro deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi.

Gli interruttori ed altre apparecchiature sono in esecuzione modulare e sono fissati a innesto su un profilato sagomato.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette, mentre le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

Il quadro, con grado di protezione pari a IP 55, è dotato di collettore di terra a cui sono collegati tutti i conduttori di protezione.

Il quadro deve essere realizzato come da specifiche ed elaborati di progetto, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI 64-8. L'esecuzione del quadro deve essere conforme a quanto previsto nella norma CEI 17-13/1.

2.2.2 Linee principali di distribuzione

Le linee principali di distribuzione sono le linee in partenza dal quadro generale fino ai punti di utilizzo (prese di corrente punti luce e punti di comando).

Per tali collegamenti sono utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo multipolare del tipo N07V-K con conduttore in rame, isolamento in PVC, conforme a norma CEI 20-22 (non propagante l'incendio), CEI 20-35 (non propagante la fiamma), CEI 20-37 (a bassa emissione di fumi e gas nocivi).

Le canalizzazioni protettive destinate a ospitare i circuiti di derivazione saranno costituite da tubo isolante rigido in PVC, serie pesante (colore grigio), marchiato, autoestinguente, rispondenti alle norme CEI 23-14, dotato delle apposite giunzioni stagne al fine di ottenere una protezione IP55.

La sezione e la tipologia sono riportate negli elaborati di progetto, e sono state scelte in

funzione del numero e della sezione dei cavi che devono contenere, tenendo conto dei suggerimenti della norma CEI 64-8 (diametro interno del tubo pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi che è destinato a contenere) e in modo tale da garantire la sfilabilità dei cavi.

Per tutti i conduttori devono essere rispettati i codici di colore previsti dalle norme: grigio, marrone o nero per i conduttori di fase, blu chiaro per il neutro e giallo-verde per il PE.

Il conduttore di protezione PE è unico all'interno di ciascuna canalizzazione e ha sezione pari alla massima presente nella canalizzazione. La sezione dei conduttori rimane invariata per tutta la lunghezza della linea.

2.2.3 Impianti di protezione

Si considerano impianti di protezione:

- l'impianto di terra;
- l'impianto di equalizzazione del potenziale.

Impianto di terra

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico ed in particolare nel dimensionamento degli interruttori differenziali si farà in maniera tale da coordinarli con il resto dell'impianto elettrico e con la resistenza di terra tuttora esistente.

I conduttori di protezione seguiranno lo stesso percorso dei cavi di energia per l'alimentazione delle utenze.

Impianto di equalizzazione del potenziale

Tutte le masse estranee, così come definite dalle Norme CEI 64-8, saranno collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità con le masse accessibili, collegate all'impianto di terra tramite i conduttori di protezione.

I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame isolati, di colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

2.2.4 Torri faro

Si utilizzerà la tipologia torrefaro a corona mobile motorizzata è costituita da:

FUSTO: Di forma troncoconica a sezione poligonale realizzato in lamiera d'acciaio S355 J2G3 UNI EN 10025 presso piegata e saldata longitudinalmente. La torre è composta da più tronchi da accoppiare in sito mediante sovrapposizione ad incastro secondo il metodo slip-on-joint.

Nel tronco di base della torre è ricavato l'alloggiamento dell'organo di sollevamento.

L'apertura è dotata di portello con chiusura antivandalo e griglia di aereazione.

SISTEMA MOBILE MOTORIZZATO A CORONA GUIDATA composto da:

TESTA PALO, posizionato alla sommità del palo ospita la puleggia di rinvio della fune. Sono inoltre montate le seguenti attrezzature:

- dispositivo di aggancio meccanico della corona portaproiettori in posizione statica di lavoro che consente di scaricare la fune dal peso della corona e dei proiettori.
- perni di centraggio antirotazione, atti a contrastare l'azione del vento generata sulla corona portaproiettori.

CORONA PORTAPROIETTORI, formata da profilati d'acciaio, destinata al supporto dei proiettori.

FUNE, realizzata con fili in acciaio zincati ad alta resistenza molto flessibile e resistente alla corrosione superficiale. Un'estremità è fissata al carrello, mentre l'altra sul tamburo dell'argano.

CARRELLO, scorre in una guida in lega leggera fissata lungo lo stelo in modo da permettere movimentazioni anche in presenza di vento. E' equipaggiato con l'esclusivo freno paracadute NCM, che interviene in caso di allentamento della fune. Lo scorrimento nella guida avviene su pattini in poliammide antifrizione.

ARGANO, la movimentazione della corona avviene tramite un riduttore irreversibile ampiamente dimensionato montato su piastra basculante al fine di controllare la tensione della fune . Al riduttore è accoppiato il tamburo per l'avvolgimento della fune.

PARTI ELETTRICHE, la linea di alimentazione della torre è sezionabile a mezzo di un interruttore di blocco con fusibili, posizionato nella portella. L'alimentazione dei proiettori viene realizzata con un cavo multipolare fisso all'interno della torre, il quale si attesta in sommità corpo presa/spina (9 poli - standard), ampliabile secondo le richieste del cliente, ed alla base viene connesso tramite una presa all'interruttore di blocco.

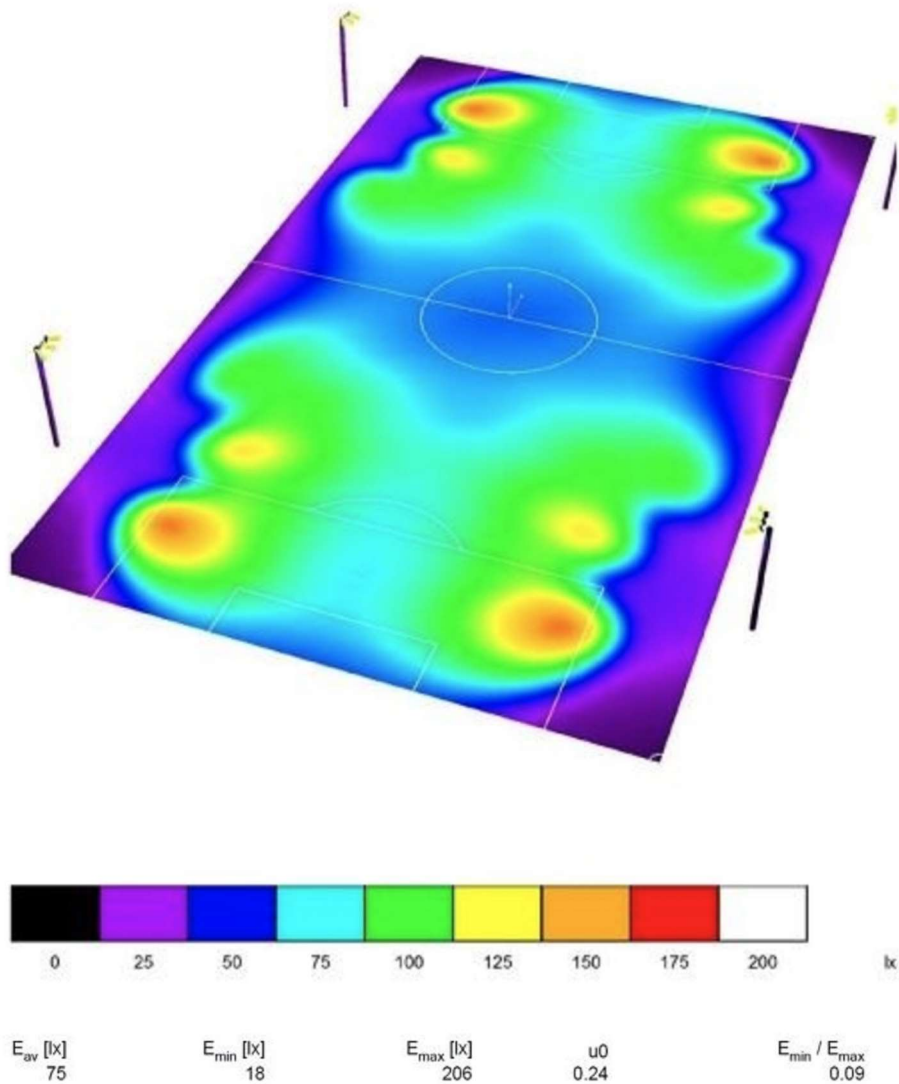
COPERTURA DELLA TORREFARO: Alla sommità della torrefaro è montata una cupola in vetroresina a protezione dei corpi illuminanti.

FINITURA: l'intera struttura, in tutti i suoi componenti di acciaio, è zincata a caldo per immersione in bagno di zinco fuso, in conformità alle norme UNI EN ISO 1461.

Motore asportabile, la movimentazione della corona portaproiettori avviene tramite un motore elettrico trifase asportabile utilizzabile su più torrefaro alimentato con la medesima linea di alimentazione dei proiettori. I comandi sono in bassa tensione a 24 V.

SCHEMI ILLUMINOTECNICI

Nei campi la visibilità deve essere buona e diffusa su tutta la superficie.
Si prevede dunque l'utilizzo di corpi in grado di assicurare 75 Lux sul campo:



12 Pieces LEDiamoluce TFL480W-A-5050-CW-40

Article No.: TFL480W-A-5050-CW-40

Luminous flux (Luminaire): 75611 lm

Luminous flux (Lamps): 75622 lm

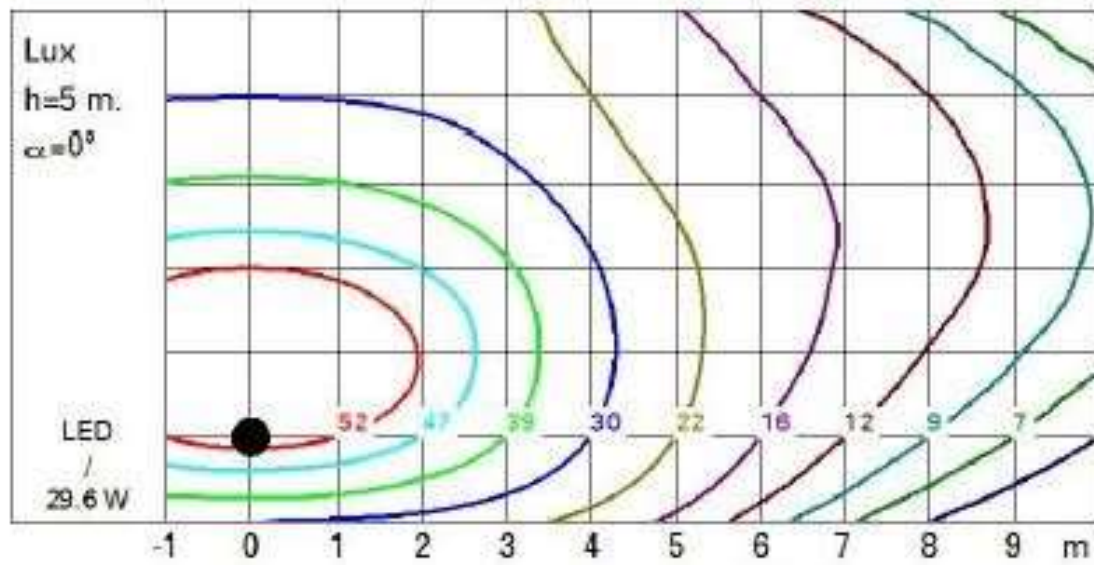
Luminaire Wattage: 479.2 W

Luminaire classification according to CIE: 100

CIE flux code: 90 95 99 100 100

Fitting: 1 x 5050 (Correction Factor 1.000).

Isolux



Coefficienti di utilizzazione

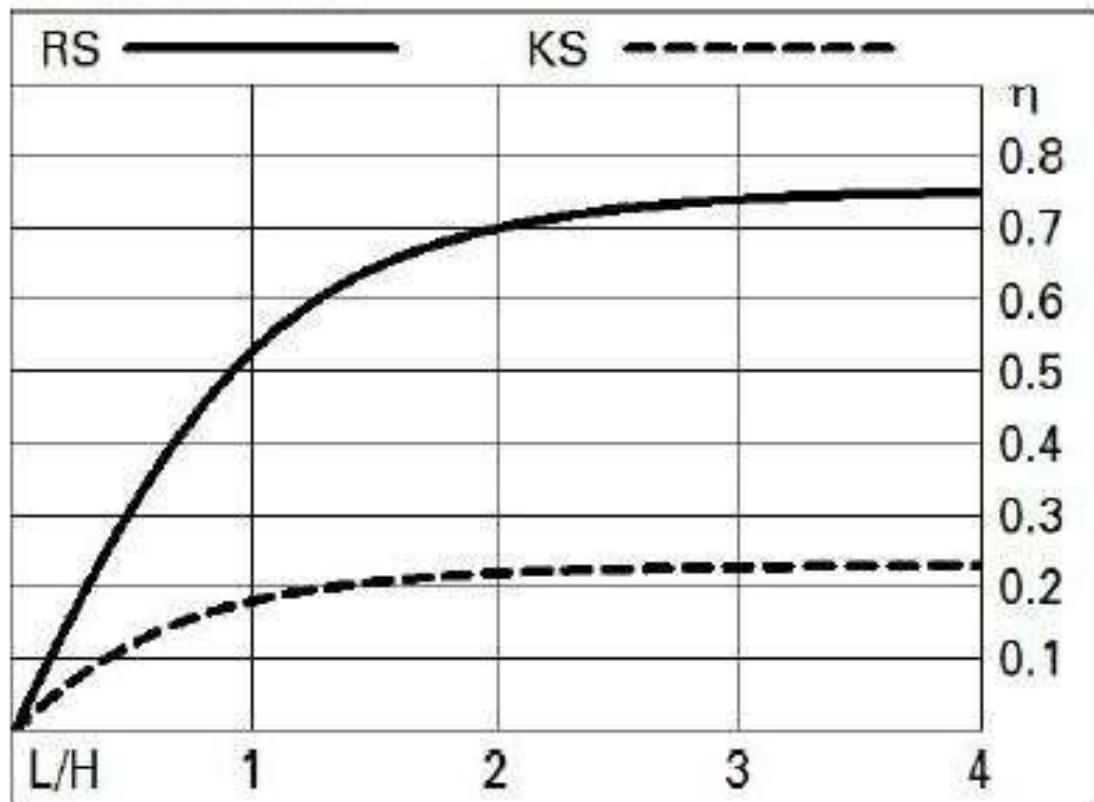


TABELLA CON VALORI DI LUX MEDIO