

**PROGETTO STRUTTURALE DI UNA TORRE FARO IN ACCIAIO  
A CORONA MOBILE – MODELLO STMM 18 DA COLLOCARSI PRESSO LA ROTATORIA  
NELL'INTERSEZIONE TRA LA S.P.2 SIROLO SENIGALLIA AL KM 8+300  
E LA S.C. VIA DELLA SBROZZOLA – COMUNE DI CAMERANO**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

PROGETTISTA STRUTTURALE:

**ING. MAURIZIO PERGALANI**



**RIFERIMENTO COMMESSA: 395-24**

## SOMMARIO

- RELAZIONE ILLUSTRATIVA.....	3
- RELAZIONE SUI MATERIALI.....	5
- FASCICOLO DI MANUTENZIONE.....	10
- RELAZIONE DI CALCOLO.....	14
- RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI.....	54

## RELAZIONE ILLUSTRATIVA

### Premessa

Costituisce oggetto della presente relazione tecnica il progetto strutturale per la realizzazione di un palo poligonale autoportanti in acciaio, destinati alla pubblica illuminazione da installarsi in corrispondenza della rotatoria posta nell'intersezione tra la S.P.2 Sirolo Senigallia AL KM 8+300 E LA s.c. Via della Sbrozzola nel Comune Camerano.

Si rimanda agli Elaborati Grafici per lo schema rappresentativo del singolo palo con indicazione degli elementi costitutivi e delle caratteristiche geometriche principali.

### Descrizione generale delle opere

La struttura portante costituita da un palo poligonale avente altezza totale fuori terra pari a 18,00 m, è formata da due tronchi aventi forma tronco-piramidale a sezione poligonale retta con  $n=16$  lati, realizzati in lamiera di acciaio pressopiegata e saldata longitudinalmente, accoppiati in opera mediante giunto a sovrapposizione (metodo slip on joint). In particolare, i tronchi presentano le seguenti caratteristiche:

il tronco inferiore, altrimenti indicato come tronco di base, avente lunghezza  $L=9300$  mm presenta diametro massimo  $d_{bb} = 387$  mm, diametro minimo  $d_{bt} = 273$  mm e spessore costante lungo l'asse longitudinale pari a  $s = 4.0$  mm;

Il tronco superiore, altrimenti indicato come tronco di testa, avente lunghezza  $L=9300$  mm presenta diametro massimo  $d_{bb} = 281$  mm, diametro minimo  $d_{bt} = 180$  mm e spessore costante lungo l'asse longitudinale pari a  $s = 4.0$  mm; la lunghezza del giunto di sovrapposizione con la parte inferiore è pari a  $L = 600$  mm.

Si tratta di una torre a corona mobile con posizionati secondo una disposizione radiale 6 proiettori modello Galileo 22.0.

La torre faro sarà vincolata ad una struttura di fondazione in cemento armato mediante una piastra di base dello spessore di 25 mm e diametro 560 mm ancorata con 16 tirafondi M24.

Per le caratteristiche dettagliate della torre faro si rimanda agli elaborati grafici esecutivi, facenti parte integrante della presente documentazione.

### Analisi strutturale

L'analisi globale del fusto del palo viene condotta con il Metodo Elastico (E) valutando gli effetti delle azioni nell'ipotesi che il legame tensione-deformazione del materiale sia indefinitamente lineare (rif. § 4.2.3.3 D.M. 17/01/18).

Ai fini della determinazione delle azioni di calcolo agenti sul singolo palo si assume che il sito di costruzione sia ubicato nella zona di Comerano in una zona posta ad una quota altimetrica sul livello del mare pari ad  $a_s = 50$  m s.l.m., caratterizzata dalle seguenti coordinate geografiche (sistema WGS84):

- latitudine, 43,52047°;
- longitudine, 13,53765°.

La progettazione nei riguardi dell'azione sismica viene eseguita impiegando un'analisi dinamica lineare, in conformità alle indicazioni del § 7.3.3.1 D.M. 17/01/2018, assumendo l'ipotesi di struttura a comportamento strutturale non dissipativo, considerando un fattore di struttura  $q = 1,5$ ; inoltre, si assume che i terreni di fondazione della struttura in esame ricadano nella Categoria C (Categoria del sottosuolo cautelativa, Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018) e nella Categoria T1 (Condizioni topografiche, Tab. 3.2.IV del D.M. 17/01/2018).

In accordo alle indicazioni del D.M. 17/01/18, per la definizione dei carichi dovuti all'azione del vento si fa riferimento ad un sito di installazione ricadente in Zona 3 Classe di rugosità D, Categoria di esposizione II, mentre per la definizione dei carichi dovuti all'azione della neve si fa riferimento ad un sito di installazione ricadente in Zona I Mediterranea.

Le verifiche e le analisi di seguito riportate sono suddivise nelle seguenti sezioni:

- Relazione sui materiali e sulle dosature;
- Relazione di calcolo e fascicolo dei calcoli;
- Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera;
- Relazione geotecnica e sulle fondazioni.

I calcoli successivi sono eseguiti secondo la vigente Normativa, considerando la combinazione dei carichi più svantaggiosa per i vari elementi strutturali; in particolare i calcoli sono eseguiti secondo i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite.

L'analisi del palo, ovvero l'esecuzione delle verifiche nei confronti degli stati limite successivamente definiti vengono eseguiti mediante l'ausilio del software di calcolo **Winstrand (Enexsys)**.

### **Prescrizioni ai sensi delle UNI EN 1090-1 e UNI EN 1090-2**

In accordo alle normative UNI EN 1090-1 e UNI EN 1090-2 si prescrive quanto segue:

#### *PRESCRIZIONI GENERALI:*

- La Classe di Esecuzione per il palo autoportante in acciaio in oggetto è EXC2;
- Su ognuno dei tre tronchi costituenti il fusto del singolo palo è prevista l'apposizione di una targhetta di identificazione;

#### *PRESCRIZIONI SULLE TOLLERANZE GEOMETRICHE:*

- Per le tolleranze geometriche si fa riferimento alla UNI EN 1090-2 Appendice D;

#### *PRESCRIZIONI SUI PROCESSI DI SALDATURA:*

- Le saldature saranno eseguite nei procedimenti 121 e 135 in accordo alla UNI EN ISO 4063;
- La preparazione dei lembi sarà eseguita in accordo alla UNI EN ISO 9692-1;

#### *PRESCRIZIONI SUI CONTROLLI SULLE SALDATURE:*

- Tutte le saldature dovranno essere controllate VT al 100% (Accettabilità secondo UNI EN ISO 5817 Livello B);
- Tutte le saldature dovranno essere controllate MT al 20% (Accettabilità secondo UNI EN ISO 23278 Livello 2x).

#### *PRESCRIZIONI SULLA BULLONERIA:*

- Bulloneria in acciaio zincato a caldo, conforme alle UNI EN ISO 4016, UNI EN ISO 4018, UNI 5592 e UNI EN 898, con vite di classe 8.8 e dado di classe 8, e con sistemi antisvitamento (rondelle piane Palnut o controdado).

## RELAZIONE SUI MATERIALI

I materiali adoperati nella realizzazione dei vari elementi strutturali componenti le opere oggetto di intervento dovranno avere le caratteristiche di seguito indicate, in accordo con quanto prescritto dalla normativa di riferimento (NTC2018):

### STRUTTURE IN CARPENTERIA METALLICA

L'acciaio utilizzato per la realizzazione del fusto del palo (tronco superiore, intermedio e inferiore) e della piastra di sommità è del tipo **S355J0** secondo la UNI EN 10025-1.

Ai fini del calcolo sono stati utilizzati i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  in accordo con la normativa di riferimento:

$$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2.$$

Per tutti gli altri profili si utilizza acciaio di tipo **S235JR** secondo la UNI EN 10025-1, per il quale si assumono i seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  in accordo con la normativa di riferimento:

$$f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2.$$

Per quanto concerne i valori nominali delle seguenti proprietà dell'acciaio i valori caratteristici sono:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2;$$

$$\alpha = 12 * 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1};$$

$$\nu = 0.3;$$

$$\rho_k = 7850 \text{ kg/m}^3;$$

### GIUNZIONI BULLONATE

Per le giunzioni bullonate si prescrive l'impiego di bulloni in acciaio zincato a caldo con vite di classe 8.8 e dado di classe 8 (UNI EN ISO 4016/2002, UNI EN ISO 4018/2002, UNI 5592/1968, UNI 898/2001), i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  in accordo con la normativa di riferimento:

$$f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{tr} = 800 \text{ N/mm}^2.$$

Si prescrive inoltre l'impiego di sistemi antisvitamento (rondelle piane Palnut o controdado).

### SALDATURE

Per le saldature si prescrive quanto segue:

- Le saldature sono eseguite nei procedimenti 121 e 135 in accordo alla UNI EN ISO 4063;
- Per tutte le saldature ad angolo (FW) non quotate si consideri  $a = 0.70t_{\min}$  in cui "a" indica l'altezza di gola e "t<sub>min</sub>" indica lo spessore minimo da collegare.
- La preparazione dei lembi è eseguita in accordo alla UNI EN ISO 9692-1;
- Per l'accettabilità delle saldature si fa riferimento alla UNI EN ISO 5817 Livello B (Controlli VT) e UNI EN ISO 23278 Livello 2x (Controlli MT).

### ZINCATURA

Tutti i materiali saranno zincati a caldo in accordo alle indicazioni della norma UNI EN ISO 1461; si dovranno prevedere per ogni profilo tubolare fori di sfiato per il processo di zincatura.

**STRUTTURE IN CALCESTRUZZO (FONDAZIONI)****ACCIAIO DA CALCESTRUZZO ARMATO**

Per la realizzazione di barre in acciaio d'armatura ad aderenza migliorata si prescrivono acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN ISO 15630-1/2019.

**ACCIAIO B450C (BARRE)**

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450C saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alla norma UNI EN ISO 15630-1:2004.

Acciaio	B450C
Tensione di rottura nominale	$f_{tk}$ 540 [N/mm <sup>2</sup> ]
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk}$ 450 [N/mm <sup>2</sup> ]
	$(f_t/f_y)_k \geq 1.15$
	$(f_t/f_y)_k < 1.35$
	$(f_y/f_{ynom})_k \leq 1.25$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 7.5$ %
Coefficiente parziale di sicurezza:	$Y_M$ 1.15

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 17.01.18.

**ACCIAIO B450A (RETI ELETTROSALDATE)**

Si prevede l'impiego di acciaio del tipo B450A saldabile controllato in stabilimento.

L'accertamento delle proprietà meccaniche dovrà essere conforme alla norma UNI EN ISO 15630-1:2004.

Acciaio	B450A
Tensione di rottura nominale	$f_{tk}$ 540 [N/mm <sup>2</sup> ]
Tensione di snervamento nominale	$f_{yk}$ 450 [N/mm <sup>2</sup> ]
	$f_{yk} \geq f_{ynom}$
	$f_{tk} \geq f_{tnom}$
	$(f_t/f_y)_k \geq 1.05$
	$(f_y/f_{ynom})_k \leq 1.25$
Allungamento a rottura caratteristico	$(A_{gt})_k \geq 2.5$ %
Coefficiente parziale di sicurezza:	$Y_M$ 1.15

Le caratteristiche degli acciai impiegati saranno comprovate mediante prove su campioni da prelevare in cantiere in fase di esecuzione dell'opera con le modalità prescritte nel D.M. 17.01.18.

## CALCESTRUZZO

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si farà riferimento alla norma UNI EN 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal STC del C.S.LL.PP. Le indicazioni riguardanti la composizione della miscela, compresi eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale e del requisito di durabilità delle opere sono fornite in base alla norma UNI EN 206-1:2016.

I componenti dovranno soddisfare le prescrizioni contenute nei seguenti riferimenti normativi:

- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008: 2003;
- Additivo super fluidificante, laddove necessario, conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o super fluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2 armonizzata;
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2 armonizzata;
- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-2, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2;
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197 armonizzata;
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450-1 e UNI-EN 13263-1, filler calcarei secondo la UNI EN 12620 armonizzata.

## INERTI, LEGANTI E DISPOSIZIONI PER LE MALTE

Le caratteristiche e la granulometria degli inerti devono essere preventivamente studiate e sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori.

L'inerte deve essere privo di sostanze dannose ai fini della presa e dell'indurimento, avere una curva granulometrica tale da dare i seguenti valori dei moduli di finezza e di superficie, in funzione della dimensione massima dell'inerte e deve essere suddiviso almeno in tre classi, che verranno separatamente dosate nella confezione degli stessi:

- sabbia lavata e ben granata, di granulometria mm. 0-3;
- ghiaietto vagliato di granulometria mm. 3-10;
- ghiaia vagliata di granulometria mm. 10-30.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità del conglomerato stesso, della presenza dell'armatura metallica e di eventuali inerti, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità del getto e dei mezzi d'opera.

La dosatura di acqua dovrà garantire un rapporto acqua/cemento secondo le indicazioni di seguito fornite.

Devono impiegarsi esclusivamente cementi rispondenti ai requisiti di accettazione contenuti nelle disposizioni vigenti in materia. Il tipo, la classe ed il dosaggio del cemento devono essere idonei a soddisfare le esigenze tecniche delle opere le prescrizioni di seguito elencate. L'acqua degli impasti delle malte deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva né contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose. Le calci aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme.

## PRESCRIZIONI SULL'UTILIZZO DI ADDITIVI

### GETTO DURANTE LA STAGIONE INVERNALE

Al di sotto dei 5 °C il calcestruzzo subisce un allungamento dei tempi di presa dovuto al rallentamento dell'idratazione del cemento.

Conseguenza di questo fenomeno è in primo luogo il protrarsi dei tempi di maturazione in cassero delle strutture, "tempi morti" che vanno ad incidere sulla redditività produttiva del cantiere nella fase della realizzazione delle strutture portanti. La programmazione dei lavori deve quindi essere messa in correlazione con il profilo climatico dell'ambiente sede del cantiere.

Ignorare l'effetto che le temperature invernali hanno sulla stagionatura può portare alla messa in carico della struttura in calcestruzzo armato senza che sia raggiunto il corretto grado di maturazione e il conseguente danneggiamento del materiale con ripercussioni sulla durata della vita in servizio del calcestruzzo.

Di seguito riportiamo gli accorgimenti da seguire per contrastare in modo efficace l'effetto negativo prodotto dalla temperatura invernale:

- sostituire il cemento **32,5 R** con cemento **42,5 R**, più idoneo ai getti effettuati a basse temperature, e con proprietà di riduzione dei tempi di maturazione in cassero;
- gettare il calcestruzzo in un orario compreso **tra le ore 7 e le ore 13**; è sconsigliato gettare nel resto della giornata in quanto le prime ore di inizio presa coinciderebbero con le ore notturne incorrendo nel pericolo di gelate e abbassamenti di temperatura al di sotto dei 0 °C;
- proteggere i getti con teli o impiegare agenti stagionanti (curing) che impedendo la dispersione del calore di idratazione del cemento mantengono il calcestruzzo in temperatura;
- evitare getti con temperatura prossima a 0 °C. L'aumento o la diminuzione del volume dell'acqua per il passaggio dallo stato solido a liquido e viceversa produce cavillature dannose.

### GETTO DURANTE LA STAGIONE ESTIVA

Le temperature troppo alte, l'umidità relativa e il vento, sono i principali fattori negativi sulla corretta posa in opera e maturazione del getto in calcestruzzo. Attenzione, a temperature sopra i 25 °C il calcestruzzo fa presa rapidamente. Infatti nel periodo estivo il maggior problema è rappresentato dalla perdita di lavorabilità del calcestruzzo fresco a causa dell'accelerazione del processo di idratazione alle brevissime stagionature con l'aumento di temperature.

*È assolutamente vietato aggiungere acqua al calcestruzzo: l'aggiunta comporta la diminuzione delle resistenze e l'aumento degli inconvenienti.*

Di seguito si elencano alcune importanti precauzioni da seguire per la corretta posa e maturazione del calcestruzzo nel periodo estivo:

-

- programmare esattamente i tempi di getto e di finitura evitando di far aspettare in cantiere le autobetoniere sotto il sole considerando che alle alte temperature il calcestruzzo indurisce rapidamente lasciando poco tempo a disposizione per il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo stesso;
- modificare le condizioni ambientali bagnando e proteggendo il luogo del getto;
- iniziare subito la stagionatura del getto in calcestruzzo proteggendolo con teli o impiegando agenti stagionanti (curing);
- il getto in calcestruzzo deve rimanere bagnato per una settimana.

#### OPERAZIONE DI GETTO

Il getto di calcestruzzo preconfezionato in centrale trasportato da autobetoniera deve essere eseguito previa esecuzione di n.3 minuti di rotazione pre scarico della botte al massimo dei giri, per consentire la corretta mescolazione delle parti segregate durante il trasporto con rotazione a bassa velocità.

Inoltre, durante la fase di getto, occorre assolutamente evitare di aggiungere acqua all'impasto.

*E' assolutamente necessario vibrare le parti gettate onde consentire l'eliminazione di eventuale bolle d'aria interne al getto, facendo attenzione a non vibrare toccando la casseratura o i ferri di armatura.*

#### PRESECRIZIONI SUL CALCESTRUZZO PER LE SINGOLE OPERE

##### CALCESTRUZZO PER FONDAZIONE

###### Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206:2016)

Classe di esposizione (UNI 11104 - 2004)	XC2
Massimo rapporto acqua - cemento (a/c) (UNI 11104 - 2004)	0.60
Contenuto minimo di cemento (UNI 11104 - 2004)	300 kg/m <sup>3</sup>
Diametro massimo aggregato (UNI EN 206:2016)	20 mm
Classe di consistenza (UNI EN 206:2016)	S4
Classe di contenuto cloruri (UNI EN 206:2016)	Cl 0.2
Classe di resistenza (DM 17/01/18)	<b>C25/30</b>

## FASCICOLO DI MANUTENZIONE

Il presente Piano di Manutenzione dell'Opera si riferisce alla realizzazione di n. 1 palo autoportante in acciaio destinato al supporto di proiettori per l'illuminazione nel Comune di Camerano; il presente Piano di Manutenzione dell'Opera e delle sue parti è redatto in accordo alle indicazioni del § 10.1 del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e dell'art. 40 del D.P.R. n. 554/99 e successive modifiche e integrazioni apportate dal D.lgs. 163/2006.

Il piano di manutenzione dell'opera costituisce il principale strumento di gestione delle attività manutentive pianificabili, attraverso il quale si programmano nel tempo gli interventi, si individuano ed allocano le risorse occorrenti, si perseguono obiettivi trasversali, rivolti ad ottimizzare le economie gestionali e organizzative, ad innalzare il livello di prestazionalità dei beni edilizi. Il manuale di manutenzione viene quindi inteso, come un documento che fornisce agli operatori tecnici le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione, per poter poi procedere con interventi adeguati.

In definitiva, il piano di manutenzione dell'opera ha il compito di pianificare e programmare, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Il riferimento del presente documento sarà quindi tutta la documentazione redatta in fase di progettazione e quella da redigere in fase esecutiva dei lavori ed in fase finale, ovvero quella identificabile quale as-built della struttura, che pertanto risulterà parte integrante del presente documento.

Nel caso in esame il piano di manutenzione dell'opera viene redatto in considerazione delle seguenti parti strutturali:

- 1) Struttura di elevazione in acciaio;
- 2) Struttura di fondazione diretta.

## MANUALE D'USO

### Struttura di elevazione in acciaio (palo)

#### Descrizione

Nella realizzazione di torri autoportanti destinate al supporto di proiettori per pubblica illuminazione, l'impiego di profilati in acciaio comporta un limitato peso proprio della struttura e la presenza di aspetti vantaggiosi sia nel dimensionamento che nel processo di realizzazione dell'intera costruzione.

#### Collocazione

Per la collocazione precisa del singolo palo si rimanda agli elaborati del Progetto Architettonico.

#### Rappresentazione grafica

Per le caratteristiche dettagliate del singolo palo si rimanda alla Relazione di calcolo ed agli Elaborati grafici costruttivi.

#### Modalità d'uso corrette

Avvenuta la solidarizzazione tra i componenti dei vari collegamenti, la struttura è in grado di affrontare sia le azioni verticali (carichi permanenti e carichi variabili) che le azioni orizzontali (azione del vento o azione sismica).

---

## Struttura di fondazione diretta

### Descrizione

La struttura di fondazione in oggetto consiste in un plinto a base rettangolare ( $B \times L = 2.50 \text{ m} \times 2.50 \text{ m}$ ) con altezza pari a  $H = 1.20 \text{ m}$ ; al di sotto del plinto è prevista l'esecuzione un getto di calcestruzzo magro di spessore minimo pari a 25 cm (magrone). La forma adottata è conseguenza della necessità di disporre sia di un'area di impronta di dimensioni compatibili con le caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno di fondazione sia di un volume di calcestruzzo sufficiente per garantire la stabilità dell'intera struttura al ribaltamento.

### Collocazione

La struttura di fondazione in oggetto è ubicata direttamente alla base del palo poligonale ad una profondità del piano di imposta pari a 1.20 m; per la collocazione precisa della struttura di fondazione della torre faro si rimanda agli elaborati grafici del Progetto Architettonico ed alla Relazione Geologica.

### Rappresentazione grafica

Per le caratteristiche dettagliate della struttura di fondazione della singola torre faro si rimanda alla Relazione di calcolo ed agli Elaborati grafici costruttivi.

### Modalità d'uso corrette

La struttura di fondazione è concepita per resistere a:

- fenomeni di rottura a taglio lungo le superfici di scorrimento poste al di sotto del p.c.;
- cedimenti eccessivi del terreno di fondazione;

**MANUALE DI MANUTENZIONE****Struttura di elevazione in acciaio**Livello minimo delle prestazioni

La struttura in elevazione deve essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi permanenti, carichi variabili, azione del vento, azione sismica). La struttura in elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili deve assicurare stabilità e resistenza.

Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia:

- acciaio tipo S355, tensione di snervamento  $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$ . Anomalie riscontrabili

- 1) Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.);
- 2) Cedimento delle giunzioni bullonate.

Controlli

C	Controlli	Periodicità	Risorse	Esecutore
01	Visivo nei profili	Annuale	Non necessarie	Personale Specializzato
02	Visivo nei giunti bullonati	Annuale	Non necessarie	Personale Specializzato

Interventi

C	Controlli	Periodicità	Risorse	Esecutore
01	Verifica presenza zincatura	Annuale	Trattamenti Specifici	Personale Specializzato
02	Verifica del serraggio fra gli Elementi giuntati	Annuale	Chiavi Dinamometriche	Personale Specializzato

**Struttura di fondazione diretta**Livello minimo delle prestazioni

La struttura di fondazione deve essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi permanenti, carichi variabili, azione del vento, azione sismica). La struttura di fondazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili deve assicurare stabilità e resistenza.

Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative (si veda relazione sui materiali).

Per la messa in opera sono fondamentali il rapporto acqua-cemento, la consistenza e la granulometria degli inerti oltre alla fase di stagionatura, che deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura ideale di 15-20°.

Anomalie riscontrabili

Le anomalie sono riscontrabili nel caso di errato:

- rapporto tra acqua e cemento;
- consistenza e granulometria degli inerti;
- stagionatura (che deve avvenire normalmente in ambiente umido con temperatura di 15-20 °C);

I principali sintomi di degrado sono:

- 1) efflorescenze e macchie;
- 2) fessurazioni e/o lesioni causate da ritiro plastico per essiccamento rapido, corrosione delle armature per carbonatazione (verticale) o per cloruri (orizzontale, ritiro igrometrico, scrostatura per azione espansiva dell'armatura ossidata, macchie per flusso di sali, polveri, inquinanti vari;
- 3) la disgregazione (deterioramento con perdita di cemento e liberazione di aggregati).
- 4) dissesti dovuti a dissesti di natura e cause diverse, talvolta con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta della fondazione, anche differenziali.
- 5) alternanza di penetrazione e di ritiro dell'acqua nella rete capillare che dipende in larga misura dalla differenza tra la temperatura esterna e quella del cls e dall'umidità relativa.

Controlli

C	Controlli	Periodicità	Risorse	Esecutore
01	Controllo visivo dell'opera di eventuali locali corrosioni dell'acciaio o di locali distacchi di copriferro.	Annuale	Non necessarie	Personale specializzato

Interventi

C	Controlli	Periodicità	Risorse	Esecutore
01	Ripristino dell'armatura metallica corrosa.	Quando necessario	Vernici, malte e trattamenti specifici.	Personale specializzato
02	Miglioramento della resistenza del sistema fondale tramite l'impiego di georesine.	Quando necessario	Georesine, macchine di pompaggio e controllo.	Personale specializzato
03	Consolidamento calcestruzzo. Pulizia e bocciardatura	Quando necessario	Malta antiritiro e trattamenti specifici.	Personale specializzato

## RELAZIONE DI CALCOLO

### 1 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NTC 2018 – Norme tecniche per le costruzioni del 17 gennaio 2018 pubblicate sul S.O. n. 8 della G.U. 20 febbraio 2018, n. 42.

CIRCOLARE – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni": Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

UNI EN 1993-1-1:2005: *"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"*.

UNI EN 1993-1-3:2007: *"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo"*.

UNI EN 1993-1-8:2005: *"Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti"*.

UNI EN 1997-1:2005: *"Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali"*.

UNI EN 1998-1:2005: *"Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici"*.

Istruzioni CNR-UNI 10024/86: *"Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo"*.

Il progetto strutturale viene inoltre eseguito nel rispetto delle indicazioni contenute nelle "Recommandations sur le calcul des structures de mats d'éclairage de grands espaces" a cura del C.T.I.C.M. ("Centre Technique Industriel de la Construction Métallique"), Dicembre 2000.

## **2 - ANALISI DEI CARICHI**

I carichi agenti sulla torre faro sono di seguito indicati:

### Carichi permanenti strutturali (G1)

peso proprio dei tronchi costituenti il palo;

peso proprio della corona mobile circolare;

### Carichi permanenti non strutturali (G2)

peso proprio corpi illuminanti;

### Carichi Variabili (Q)

#### Azione del vento (Q1)

azione del vento sui tronchi del palo;

azione del vento sulla corona circolare;

azione del vento sui corpi illuminanti.

#### Azione della neve (Q2)

#### Azione sismica (E)

Si riportano successivamente i parametri necessari alla definizione delle azioni indicate.

**CARICO DELLA NEVE**

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (3.3.7)$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, fornito al successivo § 3.4.5;

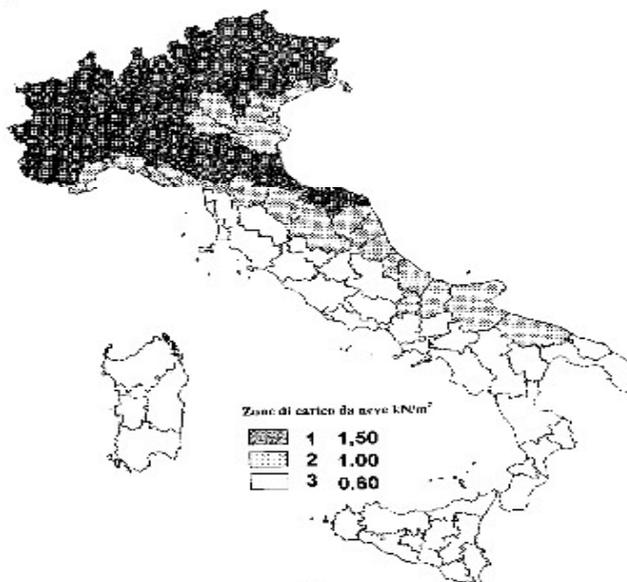
$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [ $\text{kN/m}^2$ ], fornito al successivo § 3.4.2 per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.3;

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4.

**(§ 3.4.2 NTC 2018) VALORE CARATTERISTICO DEL CARICO NEVE AL SUOLO**

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. L'altitudine di riferimento  $a_s$  è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio.



<b>ZONA DI RIFERIMENTO</b>	<b>1</b>
<b>ALTITUDINE S.L.M.</b>	<b><math>a_s = 50 \text{ m}</math></b>

**(§ 3.4.4 NTC 2018) COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE**

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in Tab. 3.4.I. Se non diversamente indicato, si assumerà  $C_E=1$ .

<b>COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE</b>	<b><math>C_E = 1,0</math></b>
------------------------------------	-------------------------------

**(§ 3.4.5 NTC 2018) COEFFICIENTE TERMICO**

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

<b>COEFFICIENTE TERMICO</b>	<b><math>C_t = 1,0</math></b>
-----------------------------	-------------------------------

**(§ 3.4.3 NTC 2018) COEFFICIENTE DI FORMA PER LE COPERTURE**

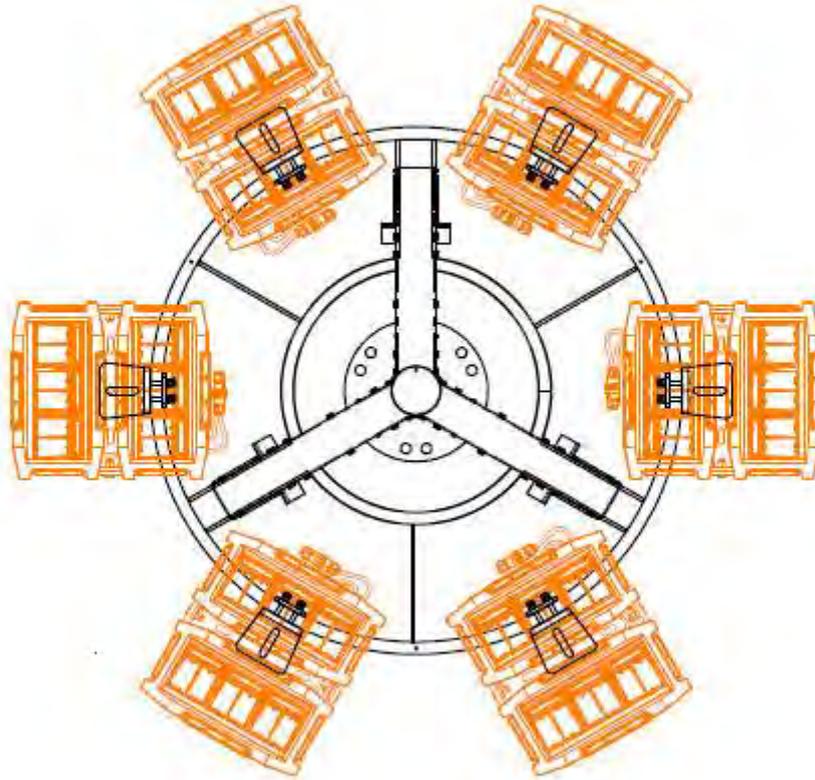
In generale verranno usati i coefficienti di forma per il carico neve contenuti nel presente paragrafo, dove vengono indicati i relativi valori nominali essendo  $\alpha$ , espresso in gradi sessagesimali, l'angolo formato dalla falda con l'orizzontale.

<b>COEFFICIENTE DI FORMA</b>	<b><math>\mu_i = 0,8</math></b>
------------------------------	---------------------------------

<b>AZIONE DELLA NEVE AL SUOLO</b>	<b><math>q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2</math></b>
-----------------------------------	--

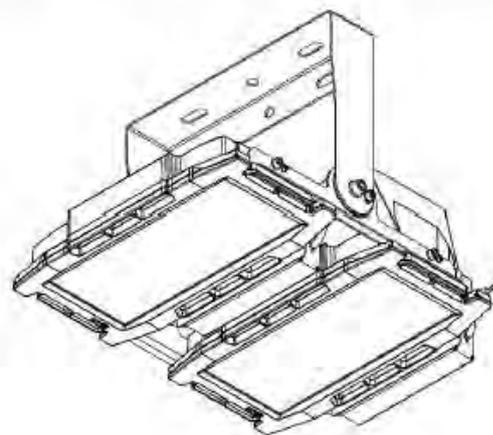
<b>AZIONE DELLA NEVE</b>	<b><math>q_s = 1,20 \text{ kN/m}^2</math></b>
--------------------------	---

**ISTALLAZIONE 6 FARI TIPO GALILEO 22.0 (A 360°) – SUP. 0,10 mq**



VISIONI TECNICHE

GALILEO 22.0



**Calcolo dell'azione del vento secondo D.M. 17.01.2018**Oggetto: Azione del vento applicata alla base del fusto**Caratteristiche del sito di costruzione**

Zona 3  
 $a_s = 50$  m Altitudine sul livello del mare  
 $z = 0$  m Altezza sul suolo della struttura

**Valori dei parametri caratteristici della zona di costruzione**

$v_{b,0} = 27$  m/s Valore caratteristico della velocità del vento al livello del mare  
 $a_0 = 500$  m Altitudine di riferimento  
 $k_s = 0,37$  Parametro di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine

**Calcolo della velocità base di riferimento**

$c_a = 1,00$  Coefficiente di altitudine  
 $v_b = 27,0$  m/s Velocità base di riferimento

**Calcolo della velocità di riferimento**

$T_R = 75$  anni Periodo di ritorno di progetto  
 $c_T = 1,02$  Coefficiente di ritorno  
 $v_T = 27,6$  m/s Velocità di riferimento

**Calcolo della pressione cinetica di riferimento**

$q_T = 477$  N/mq  $\approx 48$  kg/mq Pressione cinetica di riferimento

**Calcolo del coefficiente di esposizione  $c_e$** 

Classe D Classe di rugosità del terreno  
 Posizione n. 3 - entro 10 km dalla costa

Categoria = II Categoria di esposizione  
 $c_t = 1$  Coefficiente di topografia

$k_T = 0,19$  Fattore di terreno  
 $z_0 = 0,1$  m Lunghezza di rugosità  
 $z_{min} = 4$  m Altezza minima di calcolo

$c_e(z) = 1,80$  Coefficiente di esposizione

**Calcolo della pressione del vento  $p$** 

$c_d = 1$  Coefficiente dinamico  
 $c_p = 0,7$  Coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico

$p = 602$  N/mq  $\approx 60$  kg/mq Pressione del vento di progetto

**Calcolo dell'azione tangenziale del vento  $p_t$** 

Superficie<sup>(1)</sup> Acciaio, calcestruzzo liscio

$c_f = 0,01$  Coefficiente di attrito

$p_t = 9$  N/mq  $\approx 1$  kg/mq Azione tangenziale del vento di progetto

**Calcolo dell'azione del vento secondo D.M. 17.01.2018**Oggetto: Azione del vento a metà altezza del fusto**Caratteristiche del sito di costruzione**

Zona 3  
 $a_s$  50 m Altitudine sul livello del mare  
 $z$  9 m Altezza sul suolo della struttura

**Valori dei parametri caratteristici della zona di costruzione**

$v_{b,0}$  = 27 m/s Valore caratteristico della velocità del vento al livello del mare  
 $a_0$  = 500 m Altitudine di riferimento  
 $k_s$  = 0,37 Parametro di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine

**Calcolo della velocità base di riferimento**

$c_a$  = 1,00 Coefficiente di altitudine  
 $v_b$  = 27,0 m/s Velocità base di riferimento

**Calcolo della velocità di riferimento**

$T_R$  75 anni Periodo di ritorno di progetto  
 $c_r$  = 1,02 Coefficiente di ritorno  
 $v_r$  = 27,6 m/s Velocità di riferimento

**Calcolo della pressione cinetica di riferimento**

$q_r$  = 477 N/mq  $\approx$  48 kg/mq Pressione cinetica di riferimento

**Calcolo del coefficiente di esposizione  $c_e$** 

Classe D Classe di rugosità del terreno  
 Posizione n. 3 - entro 10 km dalla costa

Categoria = II Categoria di esposizione  
 $c_t$  1 Coefficiente di topografia

$k_r$  = 0,19 Fattore di terreno  
 $z_0$  = 0,1 m Lunghezza di rugosità  
 $z_{min}$  = 4 m Altezza minima di calcolo

$c_e(z)$  = 2,29 Coefficiente di esposizione

**Calcolo della pressione del vento  $p$** 

$c_d$  1 Coefficiente dinamico  
 $c_b$  0,7 Coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico

$p$  = **764 N/mq**  $\approx$  76 kg/mq Pressione del vento di progetto

**Calcolo dell'azione tangenziale del vento  $p_t$** 

Superficie<sup>(1)</sup> Acciaio, calcestruzzo liscio  
 $c_f$  = 0,01 Coefficiente di attrito

$p_t$  = **11 N/mq**  $\approx$  1 kg/mq Azione tangenziale del vento di progetto

**Calcolo dell'azione del vento secondo D.M. 17.01.2018**Oggetto: Azione del vento sulla sommità del fusto**Caratteristiche del sito di costruzione**

Zona	3	
$a_s$	50 m	Altitudine sul livello del mare
$z$	18 m	Altezza sul suolo della struttura

**Valori dei parametri caratteristici della zona di costruzione**

$v_{b,0}$	27 m/s	Valore caratteristico della velocità del vento al livello del mare
$a_0$	500 m	Altitudine di riferimento
$k_s$	0,37	Parametro di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine

**Calcolo della velocità base di riferimento**

$c_a$	1,00	Coefficiente di altitudine
$v_b$	27,0 m/s	Velocità base di riferimento

**Calcolo della velocità di riferimento**

$T_R$	75 anni	Periodo di ritorno di progetto
$c_T$	1,02	Coefficiente di ritorno
$v_T$	27,6 m/s	Velocità di riferimento

**Calcolo della pressione cinetica di riferimento**

$q_T$	477 N/mq	$\approx 48$ kg/mq	Pressione cinetica di riferimento
-------	----------	--------------------	-----------------------------------

**Calcolo del coefficiente di esposizione  $c_e$** 

Classe	D	Classe di rugosità del terreno
Posizione n. 3 -	entro 10 km dalla costa	

Categoria =	II	Categoria di esposizione
$c_t$	1	Coefficiente di topografia

$k_T$	0,19	Fattore di terreno
$z_0$	0,1 m	Lunghezza di rugosità
$z_{min}$	4 m	Altezza minima di calcolo

$c_e(z)$	2,74	Coefficiente di esposizione
----------	------	-----------------------------

**Calcolo della pressione del vento  $p$** 

$c_d$	1	Coefficiente dinamico
$c_p$	0,7	Coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico

$p$	915 N/mq	$\approx 92$ kg/mq	Pressione del vento di progetto
-----	----------	--------------------	---------------------------------

**Calcolo dell'azione tangenziale del vento  $p_T$** Superficie<sup>(1)</sup> Acciaio, calcestruzzo liscio

$c_f$	0,01	Coefficiente di attrito
-------	------	-------------------------

$p_T$	14 N/mq	$\approx 1$ kg/mq	Azione tangenziale del vento di progetto
-------	---------	-------------------	--

**Calcolo dell'azione del vento secondo D.M. 17.01.2018**Oggetto: Azione del vento sui corpi illuminanti e sulla corona**Caratteristiche del sito di costruzione**

Zona	3	
$a_s$	50 m	Altitudine sul livello del mare
$z$	18 m	Altezza sul suolo della struttura

**Valori dei parametri caratteristici della zona di costruzione**

$v_{b,0}$	27 m/s	Valore caratteristico della velocità del vento al livello del mare
$a_0$	500 m	Altitudine di riferimento
$k_s$	0,37	Parametro di riferimento per il calcolo del coefficiente di altitudine

**Calcolo della velocità base di riferimento**

$c_d$	1,00	Coefficiente di altitudine
$v_b$	27,0 m/s	Velocità base di riferimento

**Calcolo della velocità di riferimento**

$T_R$	75 anni	Periodo di ritorno di progetto
$c_r$	1,02	Coefficiente di ritorno
$v_r$	27,6 m/s	Velocità di riferimento

**Calcolo della pressione cinetica di riferimento**

$q_r$	477 N/mq	$\approx 48$ kg/mq	Pressione cinetica di riferimento
-------	----------	--------------------	-----------------------------------

**Calcolo del coefficiente di esposizione  $c_e$** 

Classe D Classe di rugosità del terreno  
 Posizione n. 3 - entro 10 km dalla costa

Categoria =	II	Categoria di esposizione
$c_t$	1	Coefficiente di topografia

$k_r$	0,19	Fattore di terreno
$z_0$	0,1 m	Lunghezza di rugosità
$z_{min}$	4 m	Altezza minima di calcolo

$c_e(z)$	2,74	Coefficiente di esposizione
----------	------	-----------------------------

**Calcolo della pressione del vento  $p$** 

$c_d$	1	Coefficiente dinamico
$c_p$	1,2	Coefficiente di forma o coefficiente aerodinamico

$p$	1569 N/mq	$\approx 157$ kg/mq	Pressione del vento di progetto
-----	-----------	---------------------	---------------------------------

**Calcolo dell'azione tangenziale del vento  $p_t$** 

Superficie<sup>(1)</sup> Acciaio, calcestruzzo liscio  
 $c_f$  = 0,01 Coefficiente di attrito

$p_t$	14 N/mq	$\approx 1$ kg/mq	Azione tangenziale del vento di progetto
-------	---------	-------------------	--

### 3 - METODOLOGIA D'ANALISI ADOTTATA

#### L'analisi lineare statica

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici riportati nei paragrafi successivi, a condizione che il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame ( $T_1$ ) non superi 2,5 TC o TD e che la costruzione sia regolare in altezza.

#### L'analisi dinamica lineare

L'analisi dinamica lineare consiste nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale), nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati, nella combinazione di questi effetti. Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

#### L'analisi non lineare statica

L'analisi non lineare statica consiste nell'applicare alla struttura i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, un sistema di forze orizzontali distribuite, ad ogni livello della costruzione, proporzionalmente alle forze d'inerzia ed aventi risultante (taglio alla base)  $F_b$ . Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale  $d_c$  di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione.

#### L'analisi non lineare dinamica

L'analisi non lineare dinamica consiste nel calcolo della risposta sismica della struttura mediante integrazione delle equazioni del moto, utilizzando un modello non lineare della struttura e gli accelerogrammi definiti al § 3.2.3.6. Essa ha lo scopo di valutare il comportamento dinamico della struttura in campo non lineare, consentendo il confronto tra duttilità richiesta e duttilità disponibile, nonché di verificare l'integrità degli elementi strutturali nei confronti di possibili comportamenti fragili.

<b>ANALISI DELLA STRUTTURA</b>	<b>DINAMICA MODALE</b>
--------------------------------	------------------------

#### 4 - DEFINIZIONE SCHEMATICA DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è definita in base ad un reticolo di dati accelerometrici, pertanto i dati necessari per la definizione dell'azione sismica sono le coordinate del sito ed il periodo di ritorno (TR).

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, 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 sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti 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, 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 rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità 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.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

**1-STATO LIMITE CONSIDERATO**

**SLV - 10%**

**2-STATO LIMITE CONSIDERATO**

**SLD - 63%**

**(§ 2.4.1 NTC 2018) VITA NOMINALE**

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

**VITA NOMINALE****> 50 ANNI****(§ 2.4.2 NTC 2018) CLASSI D'USO**

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altre sì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$ 

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Se  $V_R \leq 35$  anni si pone comunque  $V_R = 35$  anni.

<b>CLASSE D'USO</b>	<b>III</b>
<b>COEFFICIENTE <math>C_u</math></b>	<b>1,5</b>

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  per il coefficiente d'uso  $C_u$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$ :

<b>PERIODO DI RIFERIMENTO</b>	<b>50 x 1,5 = 75 anni</b>
<b>LOCALITA'</b>	<b>CAMERANO</b>
<b>LATITUDINE</b>	<b>43,52047°</b>
<b>LONGITUDINE</b>	<b>13,53765°</b>

### (§ 3.2.2 NTC 2018) CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

#### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
<b>A</b>	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
<b>B</b>	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa medianamente addensati o terreni a grana fina medianamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
<b>D</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
<b>E</b>	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

<b>CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO</b>	<b>C</b>
---------------------------------	----------

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

<b>CATEGORIA TOPOGRAFICA</b>	<b>T1</b>
------------------------------	-----------

### Amplificazione stratigrafica

SS = Coefficiente di amplificazione stratigrafica

$C_c$  = Coefficiente funzione della categoria del sottosuolo

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S e C possono essere calcolati, in funzione di F e T relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.IV, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – *Espressioni di  $S_b$  e di  $C_c$* 

Categoria sottosuolo	$S_b$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,15}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,30}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

### Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.V, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tab. 3.2.V – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$* 

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario.

<b>AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA</b>	<b>1,0</b>
-----------------------------------	------------

**(§ 7.3.1 NTC 2018) FATTORE DI COMPORTAMENTO:**

Il valore del fattore di comportamento  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \times K_R$$

- **$q_0$** : è il valore massimo del fattore di comportamento che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $au/a1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;
- **$K_R$** : è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto  $au/a1$ , per esso possono essere adottati i valori indicati nei paragrafi successivi per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di  $au/a1$  pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive. La scelta del fattore di struttura deve essere adeguatamente giustificata. Il valore adottato deve dar luogo ad azioni di progetto agli stati limite ultimi coerenti con le azioni di progetto assunte per gli stati limite di esercizio.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di  $q$  utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è  $q = 1,5$  per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è  $q = 1$ .

Il fattore di struttura da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica orizzontale è calcolato come riportato nel § 7.3.1. I massimi valori di  $q_0$  relativi alle diverse tipologie ed alle due classi di duttilità considerate (CD "A" e CD "B") sono contenuti nella tabella seguente.

Le strutture a pareti estese debolmente armate devono essere progettate in CD "B". Strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica composti, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD "B" a meno che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base  $q_0$  del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	$q_0$	
	CD "A"	CD "B"
<b>Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)</b>		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	4,5 $\alpha_u/\alpha_1$	3,0 $\alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	4,0 $\alpha_u/\alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5

Ai fini della determinazione del fattore di comportamento  $q$ , una struttura si considera a pareti accoppiate se è verificata la condizione che il momento totale alla base, prodotto dalle azioni orizzontali, è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dall'azione sismica.

Le strutture a pareti possono essere progettate sia in CD "A" sia in CD "B", mentre le strutture a pareti estese debolmente armate solo in CD "B".

Le strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica realizzati, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD "B" salvo che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di  $\alpha_u/\alpha_1$ :

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai      |                           |
| - strutture a telaio di un piano                       | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$ |
| - strutture a telaio con più piani ed una sola campata | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$ |
| - strutture a telaio con più piani e più campate       | $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$ |

<b>VALORE <math>q_0</math></b>	<b>1,5</b>
--------------------------------	------------

Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è regolare in altezza se tutte le seguenti condizioni sono rispettate (§ 7.2.2):

- 3) e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione;
- 4) f) 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 rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai 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;
- 5) g) 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 richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;
- 6) h) 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% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

<b>FATTORE DI REGOLARITA'</b>	<b>1</b>
<b>VALORE q</b>	<b>1,5</b>

**SPETTRI ELASTICI:****sisma orizzontale:**

$$\begin{aligned}
0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
T_D \leq T & S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)
\end{aligned} \tag{3.2.4}$$

**sisma verticale:**

$$\begin{aligned}
0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
T_D \leq T & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
\end{aligned} \tag{3.2.10}$$

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $S$ ,  $\eta$  sono definiti nel § 3.2.3.2.1 per le componenti orizzontali; i valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

**Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale**

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati in Tab. 3.2.VI.

(§ 7.2.1): La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20m, elementi precompressi (con esclusione dei solai di luce inferiore a 8m), elementi a mensola di luce superiore a 4m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4. Nei casi precisati in § 3.2.5.1 si deve inoltre tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico.

**Spettri di progetto:**

Le capacità dissipative di una struttura si possono mettere in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche ossia una riduzione delle ordinate dello spettro elastico. Tale riduzione si effettua con l'utilizzo del **fattore di struttura  $q$** , ovvero sostituendo nelle equazioni (3.2.4), il termine dello smorzamento viscoso con  $1/q$ : in questo modo si ottengono le equazioni degli spettri di progetto per gli stati limite ultimi. Deve essere comunque  $S_d(T) = 0,2 a_g$ .

**COMBINAZIONI DELLE AZIONI:**

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

**Tabella 2.5.I** – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 2.6.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

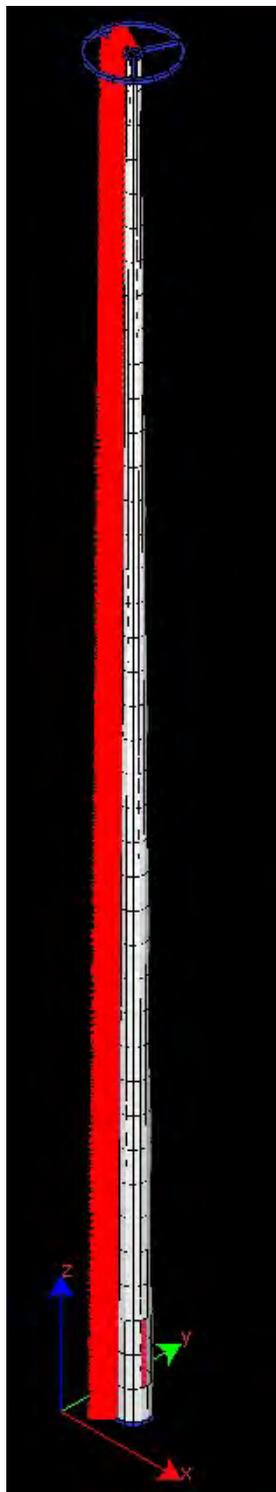
		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

---

## 5 - SCHEMA STRUTTURALE

**CARICO DEL VENTO (direzione principale) – vedi analisi dei carichi**



## 6 - RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

Nella presente versione del programma **WinStrand** l'analisi in campo dinamico della struttura può essere condotta per via *statica equivalente* ovvero per via *modale* facendo uso, per il calcolo della risposta, dello spettro di pseudo accelerazioni fornito dal regolamento italiano.

Nel caso di analisi dinamica condotta per via *statica equivalente* le azioni di piano vengono calcolate facendo riferimento al punto **C.6.1.1.** delle **norme tecniche per le costruzioni in zona sismica** e cioè, definiti:

**W<sub>i</sub>**

peso dell'*i*-esimo impalcato valutato tenendo conto dei carichi permanenti e dei coefficienti riduttivi relativi alle condizioni di carico accidentali

**K<sub>hi</sub>**

coefficiente ottenuto tenendo conto del coefficiente di intensità sismica e dei coefficienti di risposta, fondazione, struttura. Ovvero:

$$K_{hi} = C \times R \times \varepsilon \times \beta \times \eta_i$$

dove (indicando con  $h_j$  l'altezza del *j*-esimo piano)

$$\eta_i = h_i \frac{\sum_{j=1}^n W_j}{\sum_j W_j h_j}$$

L'azione tagliante sull'*i*-esimo piano vale:

$$F_i = K_{hi} \times W_i$$

A tale azione tagliante viene poi associato (qualora il rapporto fra i lati  $D$  e  $B$  dell'edificio sia superiore a 2.5 in accordo al punto **C.6.1.2** delle norme citate) il momento torcente di piano:

$$M_i = \lambda \sum_{j=i}^n D_j F_j$$

Nel caso di analisi dinamica condotta per via *modale* il programma provvede al calcolo dei modi di vibrare della struttura facendo uso dell'algoritmo noto in letteratura tecnica come *Subspace Iteration*. Una volta *M-Ortonormalizzati* gli autovettori la risposta massima relativa all'*i*-esimo modo di vibrare viene valutata con la formula:

$$S_{idbx} = \frac{L_{ni} \times Sa(T_i)}{M_{ni} \times a_i^2}$$

nella quale:

$$Sa(T) = C \times R(T) \times \varepsilon \times \beta \times g$$

con:

$$C = (S-2)/100$$

$$L_{ni} = \{f_i^T\}[M]\{I\} e$$

$$M_{ni} = \{f_i^T\}[M]\{f_i^T\}$$

I simboli che compaiono nelle espressioni precedenti hanno il seguente significato:

**e**

coefficiente di fondazione;

**b**

coefficiente di struttura;

**g**

accelerazione di gravità

**w<sub>i</sub>**

*i*-esima frequenza associata all'*i*-esimo autovettore;

**R(T<sub>i</sub>)**

coefficiente di risposta ricavato dallo spettro di *pseudoaccelerazioni* del regolamento;

**S**

Grado di sismicità;

**f<sub>i</sub>**

*i*-esimo autovettore;

**M**

matrice delle masse;

**I**

vettore di trascinamento;

Per cui il campo di spostamenti indotto dall'*i*-esimo modo di vibrare sulla struttura vale:

$$V_i = \phi_i \times S_{iMax}$$

Il programma per ogni direzione di ingresso del sisma quindi valuta il campo di spostamenti nodali e il campo di sollecitazioni nel generico elemento secondo la formula di quadratura:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}$$

dove:

**n**  
numero di modi ( $\geq 3$ ) considerati in soluzione

**S<sub>i</sub>**  
generica componente di spostamento o di sollecitazione indotta dallo *i-esimo* modo di vibrare nell'elemento.

In output vengono inoltre riportate, per ogni direzione di ingresso del sisma e per ogni modo di vibrare, le cosiddette *masse modali efficaci*. In particolare considerando la *j-esima* direzione di ingresso del sisma e denotando con il pedice *i* le grandezze relative all'*i-esimo* modo di vibrare, vengono forniti in output la grandezze:

- Il modo di vibrare (si noti che per ogni direzione di ingresso il *sub-set* di modi di vibrare utilizzato può cambiare essendo i modi di vibrare scelti in modo tale da fornire il massimo fattore di partecipazione  $L_{ij}$ ).
- Il fattore di partecipazione  $L_{ij}$  (altrimenti noto in letteratura tecnica come  $g_{ij}$ ).
- Il rapporto percentuale fra il fattore di partecipazione del primo modo considerato ed il generico modo (pari a  $100 L_{ij}/L_{1j}$ ).
- La massa modale  $Em_{ij}$  efficace relativa all'*i-esimo* modo ( $Em_{ij}=L_{ij}^2/M_{ij}$ ).
- Il rapporto fra la massa modale efficace dell'*i-esimo* modo e la massa modale efficace totale, calcolato come  $100 Em_{ij} / Em_{Tot j}$ .
- La percentuale, cumulativa, della massa modale considerata sommando via via i contributi dovuti ai singoli modi di vibrare e pari a  $100 S_i (Em_{ij} / Em_{Totj})$ . Tale valore è pari al 100% per un'analisi dinamica completa.

#### 1.1.1.1 Dati generali relativi all'analisi dinamica

Spettro in accordo con TU 2018

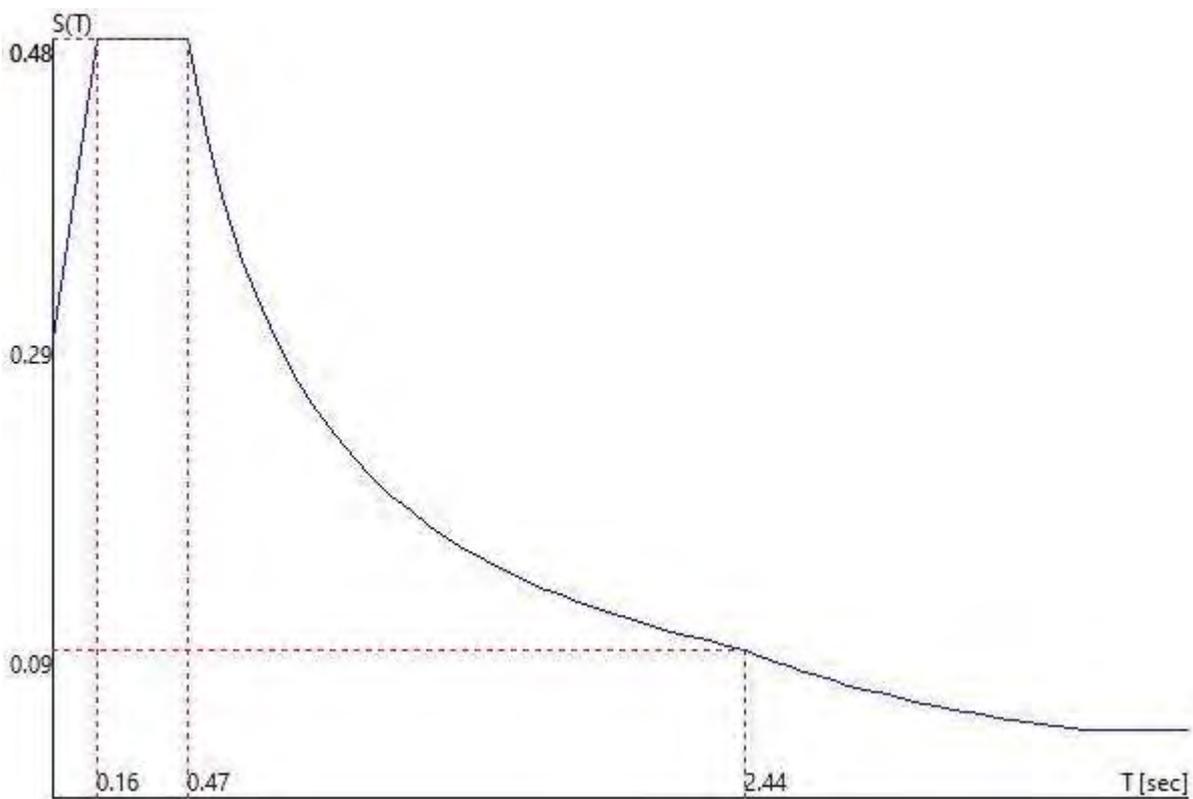
- CAMERANO - ANCONA Longitudine 13.5377 Latitudine 43.5205
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso III coefficiente  $C_U$  1.5
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00

Stato Limite	C $q_0 = C \alpha_u/\alpha_1$	$q_H$	$q_V$
SLV	1.50	1.50	1.50
SLD	2.00	2.00	1.50
SLC	1.50	1.50	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

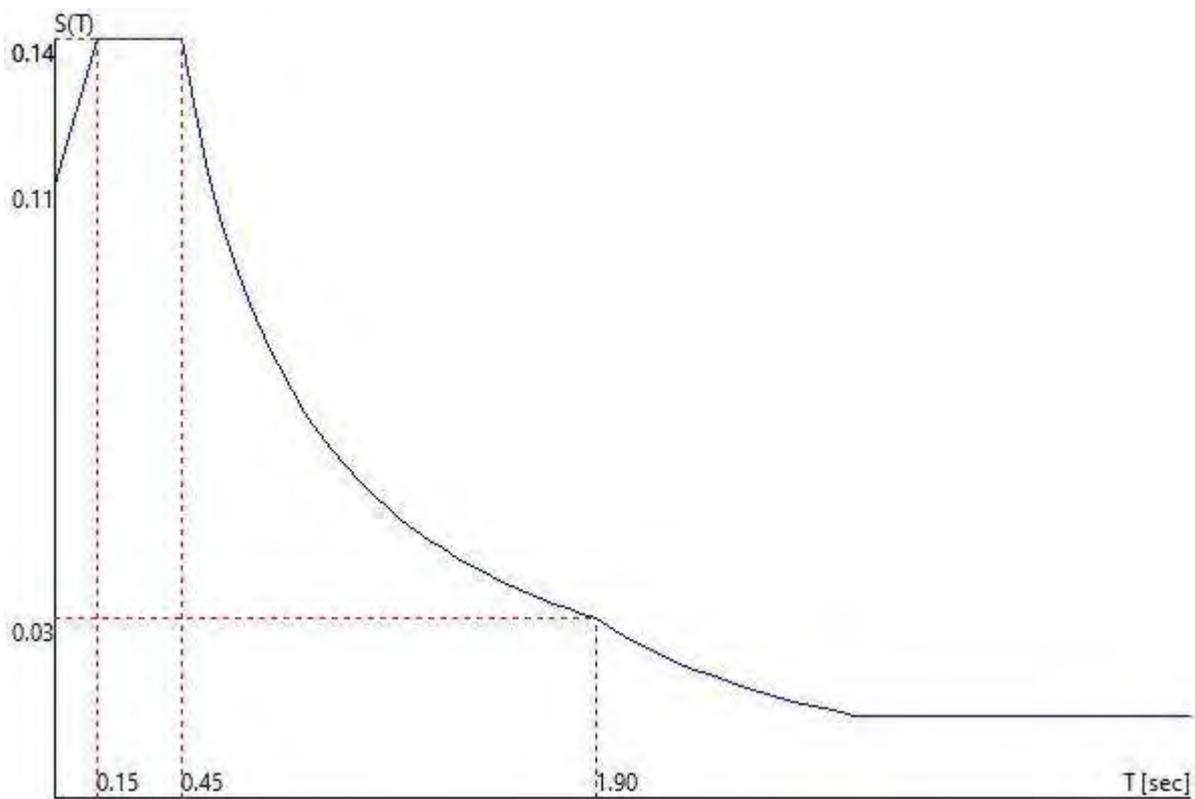
**TU 2018 SLV H**

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 712 (anni)
- $S_S$  1.387
- $T_B$  0.16 [sec]
- $T_C$  0.47 [sec]
- $T_D$  2.44 [sec]
- $a_g/g$  0.2098
- $F_o$  2.4902
- $T_C^*$  0.3056

**TU 2018 SLV H**

**TU 2018 SLD H**

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 75 (anni)
- $S_S$  1.500
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.45 [sec]
- $T_D$  1.90 [sec]
- $a_g/g$  0.0761
- $F_o$  2.4768
- $T_C^*$  0.2802

**TU 2018 SLD H**

**Direzione d'ingresso 1 angolo 0.00 [°] SLV**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.3449
2	4.66576e+02	21.600	0.29	0.4830
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.4669
4	1.21106e+04	110.048	0.06	0.3602
5	6.06712e+04	246.315	0.03	0.3219

**Direzione d'ingresso 2 angolo 90.00 [°] SLV**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.3449
2	4.66564e+02	21.600	0.29	0.4830
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.4669
4	1.21107e+04	110.048	0.06	0.3602
5	6.06713e+04	246.315	0.03	0.3219

**Direzione d'ingresso 3 angolo 180.00 [°] SLV**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.3449
2	4.66562e+02	21.600	0.29	0.4830
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.4669
4	1.21106e+04	110.048	0.06	0.3602
5	6.06712e+04	246.315	0.03	0.3219

**Direzione d'ingresso 4 angolo 270.00 [°] SLV**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.3449
2	4.66552e+02	21.600	0.29	0.4830
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.4669
4	1.21107e+04	110.048	0.06	0.3602
5	6.06713e+04	246.315	0.03	0.3219

**Direzione d'ingresso 5 angolo 0.00 [°] SLD**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.0953
2	4.66576e+02	21.600	0.29	0.1414
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.1406
4	1.21106e+04	110.048	0.06	0.1246
5	6.06712e+04	246.315	0.03	0.1188

**Direzione d'ingresso 6 angolo 90.00 [°] SLD**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.0953
2	4.66564e+02	21.600	0.29	0.1414
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.1406
4	1.21107e+04	110.048	0.06	0.1246
5	6.06713e+04	246.315	0.03	0.1188

**Direzione d'ingresso 7 angolo 180.00 [°] SLD**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.0953
2	4.66562e+02	21.600	0.29	0.1414
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.1406
4	1.21106e+04	110.048	0.06	0.1246
5	6.06712e+04	246.315	0.03	0.1188

**Direzione d'ingresso 8 angolo 270.00 [°] SLD**  
**Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.**

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/sec]	Periodo [sec]	Coefficiente Risposta
1	8.94049e+01	9.455	0.66	0.0953
2	4.66552e+02	21.600	0.29	0.1414
3	1.87963e+03	43.355	0.14	0.1406
4	1.21107e+04	110.048	0.06	0.1246
5	6.06713e+04	246.315	0.03	0.1188

**Direzione di Ingresso del Sisma 1 Angolo 0.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
1	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
3	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
4	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
5	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
2	-1.14380e-05	0.0	1.30828e-10	0.0	90.0

**1.1.1.2 Direzione di Ingresso del Sisma 2 Angolo 90.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
6	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
8	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
9	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
10	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
7	-1.14369e-05	0.0	1.30802e-10	0.0	90.0

**1.1.1.3 Direzione di Ingresso del Sisma 3 Angolo 180.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
11	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
13	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
14	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
15	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
12	-1.14368e-05	0.0	1.30800e-10	0.0	90.0

**1.1.1.4 Direzione di Ingresso del Sisma 4 Angolo 270.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
16	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
18	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
19	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
20	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
17	-1.14358e-05	0.0	1.30779e-10	0.0	90.0

**Direzione di Ingresso del Sisma 5 Angolo 0.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
21	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
23	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
24	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
25	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
22	-1.14380e-05	0.0	1.30828e-10	0.0	90.0

**1.1.1.5 Direzione di Ingresso del Sisma 6 Angolo 90.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
26	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
28	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
29	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
30	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
27	-1.14369e-05	0.0	1.30802e-10	0.0	90.0

**1.1.1.6 Direzione di Ingresso del Sisma 7 Angolo 180.00**

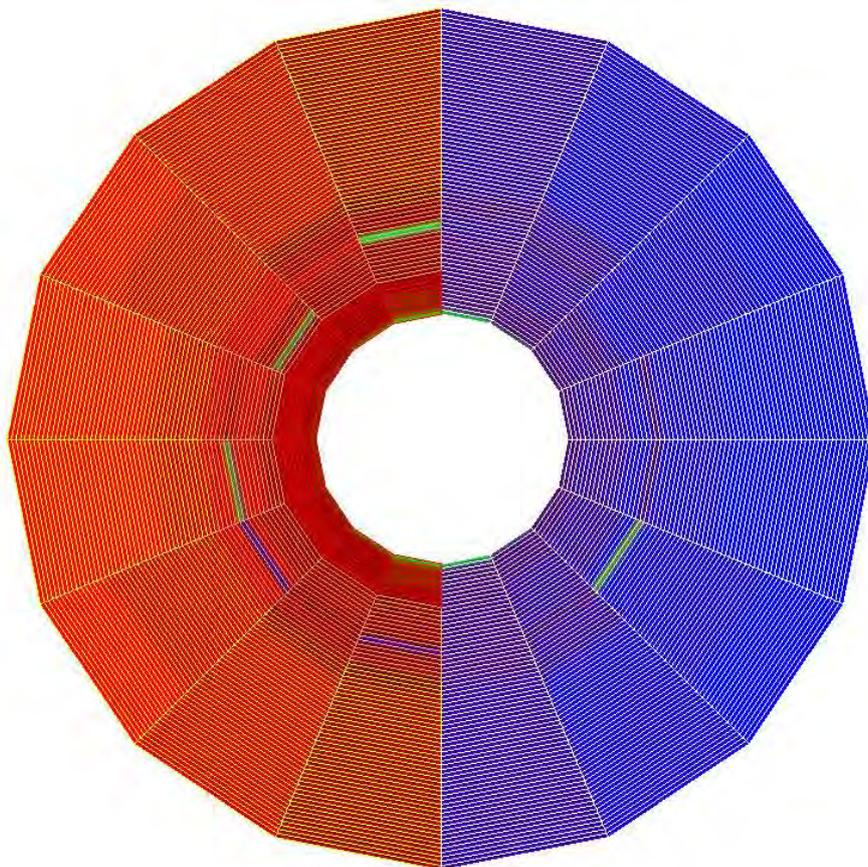
Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
31	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
33	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
34	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
35	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
32	-1.14368e-05	0.0	1.30800e-10	0.0	90.0

**1.1.1.7 Direzione di Ingresso del Sisma 8 Angolo 270.00**

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li <sup>2</sup> /Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
36	5.60155e+00	100.0	3.13774e+01	51.4	51.4
38	-3.53742e+00	63.2	1.25134e+01	20.5	71.9
39	2.34838e+00	41.9	5.51488e+00	9.0	80.9
40	-2.34793e+00	41.9	5.51276e+00	9.0	90.0
37	-1.14358e-05	0.0	1.30779e-10	0.0	90.0

**7 - VERIFICHE (MESH PIU' SOLLECITATE)****SLU (VENTO)**

STMM18\_zona3\_II.dt

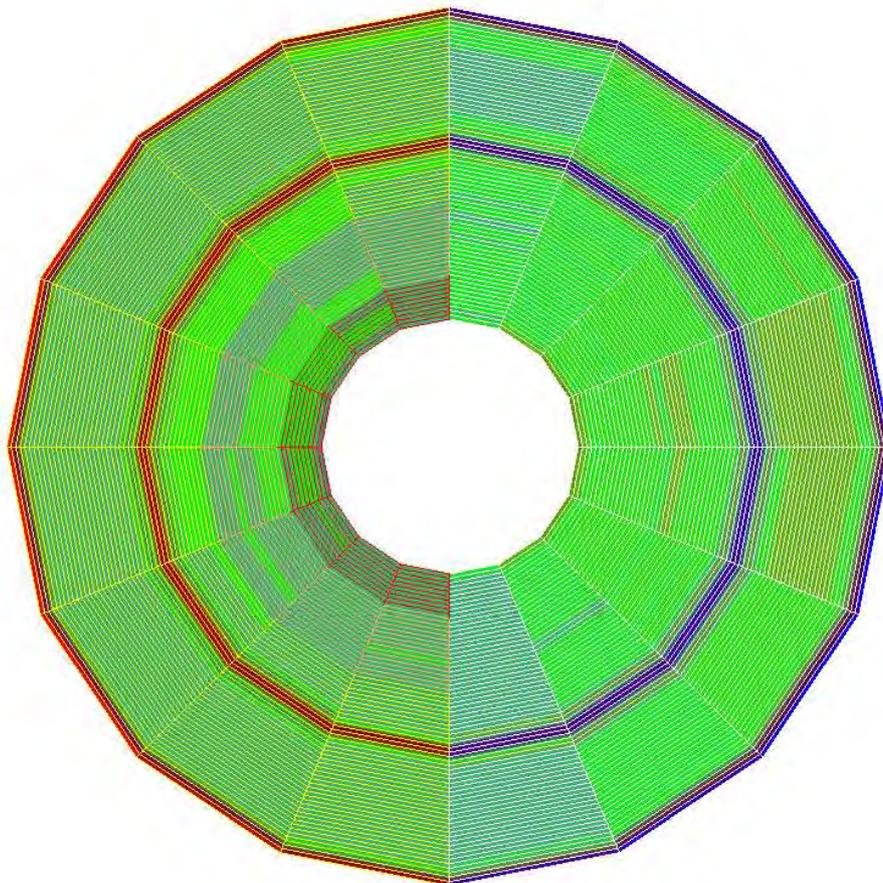
**Tensioni normali sx  
Combinazione di carico : 1**

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	686,716,714,684	4	1	44.2	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	10,26,24,8	2	1	2008.4	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					787.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	7,23,25,9	1	1	-2021.9	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	720,750,748,718	4	1	-1.1	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					-770.1	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**SLU (VENTO)**

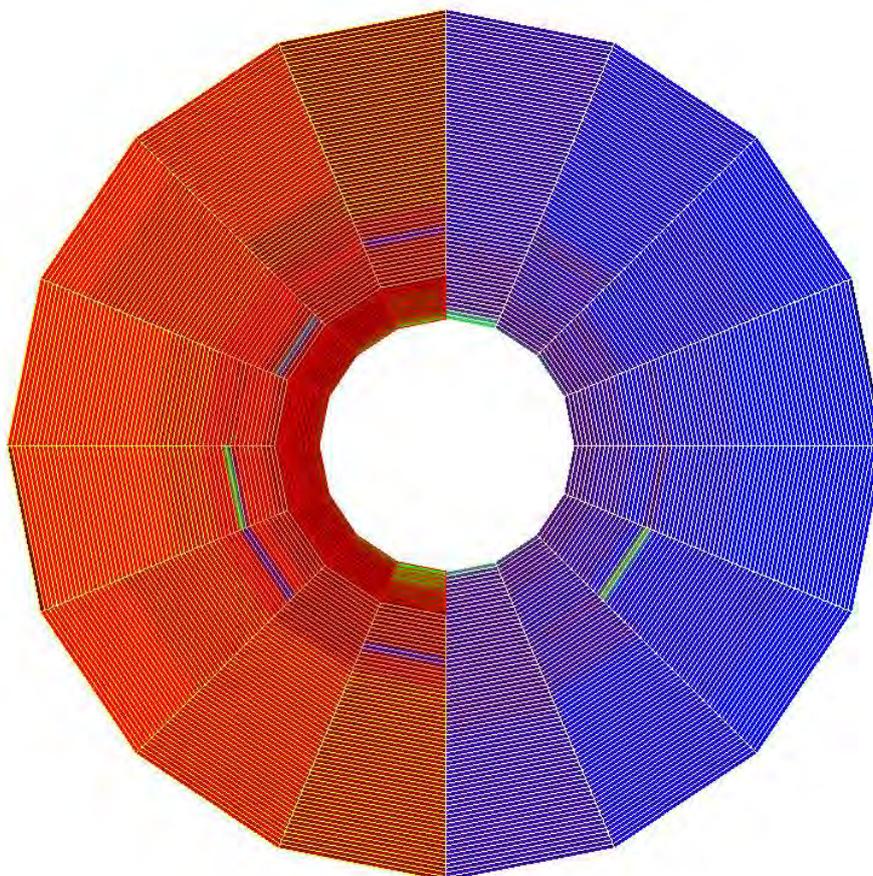


STMM18\_zona3\_II.dt

**Tensioni normali sy  
 Combinazione di carico : 1**

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	627,657,659,629	1	1	0.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	8,24,22,6	2	1	233.2	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					7.8	[kg/cm <sup>2</sup> ]

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	9,25,27,11	1	1	-234.5	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	62,78,76,60	2	1	-0.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					-3.6	[kg/cm <sup>2</sup> ]

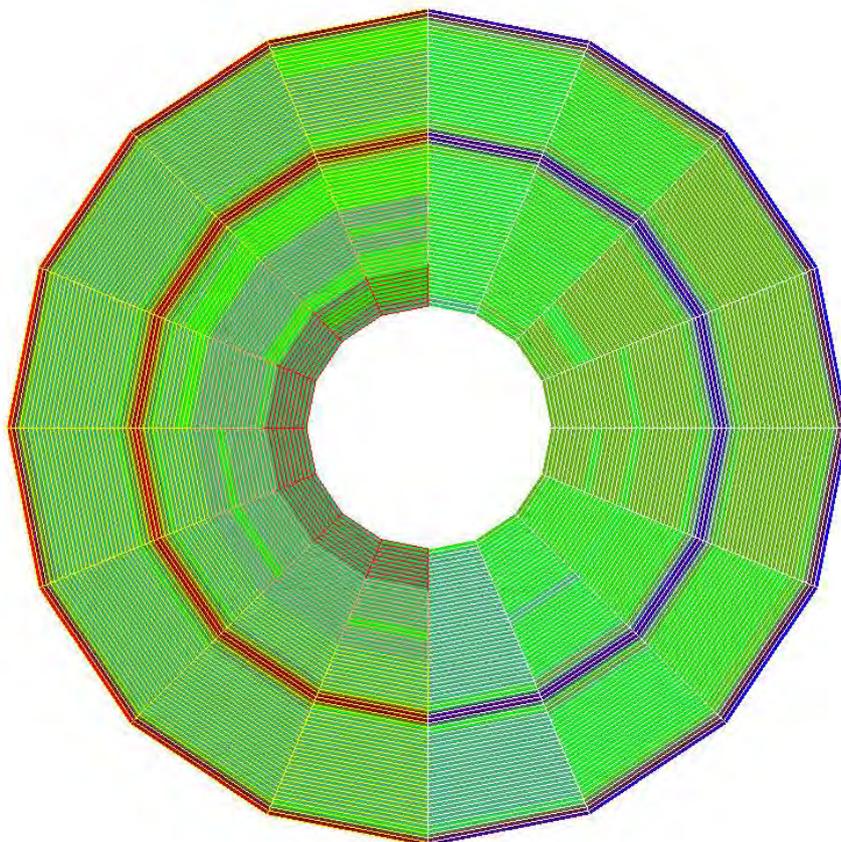
**SLV (SISMA)**

STMM18\_zona3\_II.dt

**Tensioni normali sx  
Combinazione di carico : 2**

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	686,716,714,684	4	2	29.8	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	32,48,46,30	2	2	748.4	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					370.8	[kg/cm <sup>2</sup> ]

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	30,46,44,28	2	2	-768.7	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	720,750,748,718	4	2	-1.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					-367.1	[kg/cm <sup>2</sup> ]

**SLV (SISMA)**

STMM18\_zona3\_II.dt

**Tensioni normali sy  
Combinazione di carico : 2**

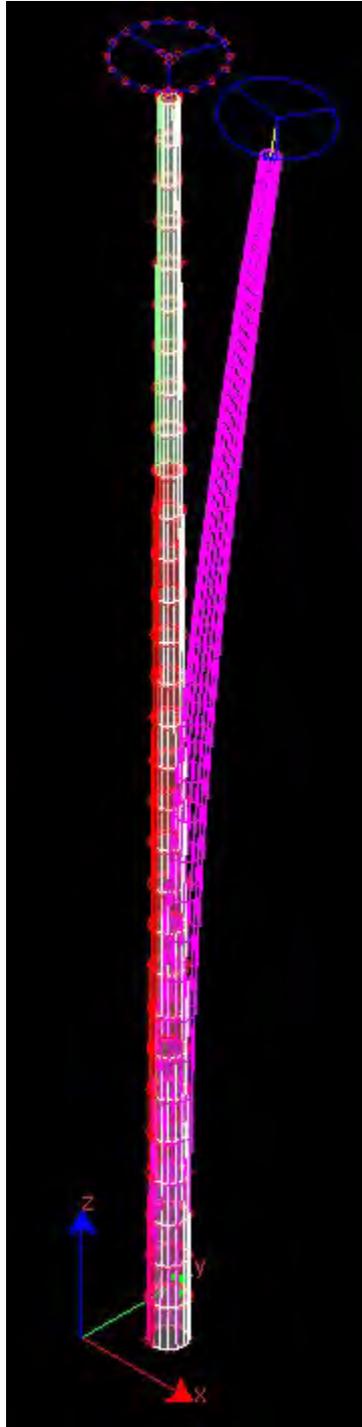
	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	197,213,215,199	1	2	0.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	8,24,22,6	2	2	84.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					1.8	[kg/cm <sup>2</sup> ]

	Elemento	Nodi	Sezione	Combinazione di carico	Valore	
Min	Elemento a 4 nodi	9,25,27,11	1	2	-86.9	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Max	Elemento a 4 nodi	213,229,231,215	1	2	-0.0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Medio					-1.8	[kg/cm <sup>2</sup> ]

---

## 2. VERIFICA DI DEFORMABILITA'

### DEFORMATA IN TESTA AL PALO - VENTO X



$$f = 47 \text{ cm} = 2,6\%$$

**PROPRIETA' DINAMICHE DELLE COSTRUZIONI (APPENDICE I DEL CNR – DT 207/2018)****I.1 Premessa**

Le indicazioni riportate nella presente Appendice, ove non specificato diversamente, assumono che la struttura abbia un comportamento elastico lineare e modi di vibrazione classici. Le proprietà dinamiche della struttura sono quindi:

- le frequenze naturali di oscillazione,
- le forme modali di oscillazione,
- le masse generalizzate ed equivalenti,
- i momenti di inerzia generalizzati,
- i rapporti di smorzamento relativo al critico.

I paragrafi seguenti riportano stime indicative di queste grandezze, precisandone i campi di impiego.

**I.2 Frequenze di oscillazione****I.2.1 Frequenze di oscillazione per mensole con massa concentrata all'estremo libero**

Si consideri una struttura a mensola avente massa ed inerzia uniformi. La struttura è dotata di una massa concentrata all'estremo libero (Figura I.1), preponderante rispetto alla massa della mensola. Un'espressione approssimata per il calcolo della frequenza del primo modo flessionale è fornita da:

$$n_1 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot J_f}{M_s \cdot h^3}} \quad (\text{I.1})$$

dove:

- $h$  è l'altezza della struttura;
- $E$  è il modulo di elasticità del materiale;
- $J_f$  è il momento di inerzia flessionale della sezione trasversale della mensola, calcolato rispetto all'asse  $x$  uscente dal piano; la trave è supposta di inerzia costante lungo l'altezza;
- $M_s$  è la massa equivalente di sommità, indicativamente pari a  $M_s = M + 0.25 \cdot m \cdot h$ , essendo  $M$  la massa concentrata e  $m$  la massa della mensola per unità di lunghezza, considerata costante lungo l'altezza.

Esprimendo le dimensioni strutturali in m, il modulo di elasticità in N/m<sup>2</sup> e la massa in kg, la frequenza  $n_1$  è ottenuta in Hz.



**Figura I.1** – Vibrazioni di una mensola uniforme dotata di massa concentrata all'estremo libero.

### 1.2.2 Frequenze di oscillazione flessionale per strutture snelle

La frequenza naturale dell' $i$ -esimo modo di oscillazione flessionale per strutture snelle (schematizzabili secondo travi con luce libera prevalente rispetto alle dimensioni della sezione trasversale) dotate di massa e inerzia uniforme, è data dalla espressione:

$$n_i = \frac{\lambda_i^2}{2\pi \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J_f}{m}} \quad (I.2)$$

dove:

- $l$  è la lunghezza della struttura;
- $E$  è il modulo di elasticità del materiale;
- $J_f$  è il momento di inerzia flessionale della sezione trasversale della struttura, calcolato rispetto all'asse perpendicolare al piano di inflessione;
- $m$  è la massa per unità di lunghezza;
- $\lambda_i$  è un coefficiente che dipende dalle condizioni di vincolo (Tabella I.I).

**Tabella I.I.** Coefficienti  $\lambda_i$ .

Vincolo	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_i (i > 4)$
Cerniera - cerniera	$\pi$	$2\pi$	$3\pi$	$4\pi$	$i\pi$
Incastro – incastro	4,730	7,853	10,996	14,137	$(2i+1)\pi/2$
Incastro – cerniera	3,927	7,069	10,210	13,352	$(4i+1)\pi/4$
Incastro – sezione libera	1,875	4,694	7,855	10,996	$(2i-1)\pi/2$

Esprimendo le dimensioni strutturali in m, il modulo elastico in  $\text{N/m}^2$ , la massa per unità di lunghezza in  $\text{kg/m}$ , la frequenza  $n_i$  è ottenuta in Hz.

### 1.2.3 Frequenze di oscillazione torsionale per strutture snelle

La frequenza naturale dell' $i$ -esimo modo di oscillazione torsionale per strutture snelle (schematizzabili secondo travi con luce libera prevalente rispetto alle dimensioni della sezione trasversale) dotate di massa e inerzia uniforme, è data dalla espressione:

$$n_{M,i} = \frac{\lambda_{M,i}}{2\pi \cdot l} \sqrt{\frac{G \cdot J_t}{I_p}} \quad (I.3)$$

dove:

- $G$  è il modulo di elasticità tangenziale (o modulo di taglio) del materiale;
- $J_t$  è il momento di inerzia torsionale della sezione trasversale della struttura; esso è uguale al momento di inerzia polare  $J_p$  per le sezioni circolari;  $J_t < J_p$  per le altre sezioni;
- $I_p$  è il momento di inerzia polare di massa per unità di lunghezza, relativo all'asse di torsione, valutabile come  $I_p = I'_p + m \cdot d^2$ , essendo  $I'_p$  il momento di inerzia polare di massa per unità di lunghezza relativo al centro di massa,  $m$  la massa per unità di lunghezza e  $d$  la distanza del centro di massa dal centro di torsione;
- $l$  è la lunghezza della struttura;
- $\lambda_{M,i}$  è un coefficiente che dipende dalle condizioni di vincolo; in particolare, per strutture a mensola,  $\lambda_{M,i} = (2 \cdot i - 1) \cdot (\pi / 2)$ .

La torre faro è una struttura snella, incastrata alla base e libera di oscillare in sommità, pertanto è possibile stimare la prima frequenza fondamentale della struttura nel modo sotto riportato, considerando i seguenti dati:

- $E = 210.000.000.000$  [N/mq] modulo elastico del materiale
- $J = 0,000118$  m<sup>4</sup> momento d'inerzia flessionale della sezione cava
- $M = 50$  [Kg/ml] massa per unità di lunghezza
- $l = 18,00$  [ml] altezza della torre

Sostituendo i valori nella relazione I.2 si ottiene:  **$f_1 = 0,649$  [Hz]**

Dall'inverso della frequenza si ottiene il primo periodo naturale della struttura:  **$T = 1/f_1 = 1,54$  [sec]**

Le prime stime (frequenze più elevate) sono valide per piccole ampiezze di oscillazione e pertanto sono utilizzabili per le verifiche di abitabilità (Appendice N); le seconde stime (frequenze più basse) sono valide per le verifiche agli stati limite ultimi, comunque condotte in ambito elastico.

Limitatamente agli edifici in acciaio, le frequenze relative ai modi superiori possono essere assunte proporzionali alla prima frequenza naturale applicando le relazioni:

$$n_2 = 3,05 \cdot n_1, \quad n_3 = 5,46 \cdot n_1, \quad n_4 = 7,69 \cdot n_1 \quad (I.6)$$

## VERIFICA DISTACCO DEI VORTICI

### Q.1 Principi generali

Un corpo immerso in una corrente fluida produce, in generale, una scia formata da treni di vortici (scia di von Karman) che si staccano alternativamente dal corpo stesso (Figura Q.1), con una frequenza  $n_s$  fornita dalla relazione di Strouhal:

$$n_s = \frac{St \cdot v_m}{b} \quad (Q.1)$$

dove:

$St$  è un parametro adimensionale, detto numero di Strouhal (paragrafo Q.2), che dipende, principalmente, dalla forma della sezione del corpo;

$v_m$  è la velocità media del vento (paragrafo 3.2.5);

$b$  è la dimensione di riferimento della sezione trasversale (paragrafo Q.2).

Il distacco alternato dei vortici genera pressioni istantanee oscillanti sulla superficie del corpo, la cui integrazione origina forze e momenti. Tali azioni possono essere molto importanti soprattutto su strutture ed elementi mono-dimensionali (aventi una lunghezza prevalente rispetto alle dimensioni della sezione trasversale). In questi casi è possibile schematizzare il fenomeno fisico come bi-dimensionale nel piano della sezione (Figura Q.2), anche se esso a rigore possiede una natura tri-dimensionale. Le azioni principali agenti sul corpo si manifestano in direzione trasversale a quella del flusso,  $L$ , con frequenza prevalente pari alla frequenza di distacco dei vortici  $n_s$ . Sono altresì presenti azioni longitudinali,  $D$ , generalmente di minore entità, con frequenza prevalente di solito pari a  $2 \cdot n_s$ , e azioni torsionali,  $M$ , con frequenza prevalente generalmente uguale a o minore di  $n_s$ . Nel seguito si prende in esame il solo caso di forze fluttuanti trasversali, perpendicolari alla direzione media del flusso e all'asse della struttura o dell'elemento considerato.



Figura Q.1 – Scia di von Kármán per una sezione circolare.

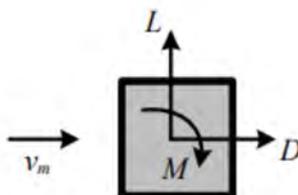


Figura Q.2 – Forze globali oscillanti agenti sul piano della sezione.

Se il corpo possiede una frequenza naturale  $n_{L,i}$ , associata a un modo trasversale di vibrazione, prossima alla frequenza di distacco  $n_s$ , la forza trasversale  $L$  dovuta al distacco dei vortici diventa risonante con tale modo di vibrazione. Si definisce velocità critica di distacco dei vortici per l' $i$ -esimo

## Q.2 Numero di Strouhal

Il numero di Strouhal  $St$  è un parametro adimensionale, funzione del comportamento aerodinamico della struttura o dell'elemento preso in esame. In generale, il numero di Strouhal dipende dalla forma della sezione, dalle caratteristiche della turbolenza, dal numero di Reynolds  $Re$  (paragrafo 3.3.7), calcolato per l' $i$ -esima velocità critica  $v_{cr,i}$ , Eq. (Q.2), e dalla scabrezza  $k$  della superficie (paragrafo G.10.6, Tabella G.XVII). Nel caso di strutture ed elementi a spigoli vivi il numero di Strouhal può essere considerato funzione della forma della sezione e, in parte generalmente minore, delle caratteristiche della turbolenza. La Tabella Q.I, unitamente alle Figure Q.4 (per sezioni circolari) e Q.5 (per sezioni rettangolari), riporta valori medi indicativi di  $St$  per le sezioni più comuni.

Il valore  $St=0,22$  fornito dalla Tabella Q.I e dalla Figura Q.4 per sezioni circolari con  $Re>1,6\cdot 10^6$ , è consigliabile per elementi di media scabrezza,  $k/b\approx 0,1\cdot 10^{-3}$ ; tale valore può aumentare (fino a 0,25) o diminuire (fino a 0,20) per elementi aventi scabrezza rispettivamente minore o maggiore.

Nelle applicazioni, per cilindri a sezione circolare, è lecito semplificare l'analisi ponendo  $St = 0,2$ , indipendentemente dal numero di Reynolds e dalla scabrezza della superficie. Valutazioni maggiormente accurate possono essere svolte applicando il procedimento seguente:

- 1) si pone inizialmente  $St = 0,2$ , e si valuta la velocità critica  $v_{cr,i}$ , Eq. (Q.2);
- 2) si utilizza la velocità critica  $v_{cr,i}$  per valutare il numero di Reynolds  $Re$  (paragrafo 3.3.7);
- 3) si valuta una seconda stima di  $St$  mediante l'espressione fornita dalla Tabella Q.I o dalla Figura Q.4;
- 4) eventualmente si itera il procedimento sino a convergenza.

Analogamente alle prescrizioni riportate al paragrafo G.11 nei riguardi dei ponti, anche i valori indicati in Tabella Q.I per la medesima tipologia strutturale vanno interpretati come pure indicazioni di massima; una valutazione accurata di  $St$  richiede lo svolgimento di prove in galleria del vento (Appendice S) o di simulazioni numeriche (Appendice T).

### VERIFICA AL DISTACCO DEI VORTICI

ZONA	3	
DESCRIZIONE	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)Campania	
$v_{b,0}$ (m/s)	27	
$a_0$ (m)	500	
$k_a$ (1/s)	0.02	
Coefficiente di riferimento $\alpha_R$	1.07623	
Velocità di riferimento $v_b$ (m/s)	27	
Numero di Strouhal	0.2	
Periodo di ritorno (anni)	200	
Altezza sul livello del mare (m)	50	
Diametro medio del fusto (m)	0.2	
MODI DI VIBRARE	PERIODIO NATURALE (s)	FREQUENZA NATURALE (Hz)
1 °	1.54	0.64935

La frequenza di distacco calcolata con la formula di Strouhal è 27 Hz

**Frequenza max < Frequenza di distacco -----> VERIFICA SODDISFATTA**

## RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

In base alla geometria della struttura, all'entità dei carichi ed alle caratteristiche meccaniche del terreno si ritiene di dover realizzare una fondazione di tipo superficiale costituita da un plinto di dimensioni 2,5x2,5x1,2. Al di sotto delle travi sarà collocato uno strato di circa 25 centimetri di magrone di pulizia.

### 6.2.4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

dove  $E_{inst,d}$  è il valore di progetto dell'azione instabilizzante,  $E_{stb,d}$  è il valore di progetto dell'azione stabilizzante.

La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori  $\gamma_F$  riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I.

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \quad [6.2.1]$$

essendo  $E_d$  il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2a]$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.2b]$$

e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad [6.2.3]$$

Effetto delle azioni e resistenza di progetto sono espresse nelle [6.2.2a] e [6.2.3] rispettivamente in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri geotecnici di progetto  $X_k/\gamma_M$  e dei parametri geometrici di progetto  $a_d$ . Il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con  $\gamma_E = \gamma_F$ .

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1, la verifica della condizione [6.2.1] deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Per le verifiche nei confronti di stati limite ultimi non espressamente trattati nei successivi paragrafi, da 6.3 a 6.11, si utilizza l'Approccio 1 con le due combinazioni (A1+M1+R1) e (A2+M2+R2). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

## 6.2.4.1.1 Azioni

I coefficienti parziali  $\gamma_F$  relativi alle azioni sono indicati nella Tab. 6.2.I. Ad essi deve essere fatto riferimento con le precisazioni riportate nel § 2.6.1. Si deve comunque intendere che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) quando, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidità.

Nella valutazione della combinazione delle azioni i coefficienti di combinazione  $\psi_{ij}$  devono essere assunti come specificato nel Capitolo 2.

Si fa salvo, comunque, quanto previsto nel Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti del 26 giugno 2014 recante "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)", ove applicabile

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

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

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{a1}$

## 6.2.4.1.2 Resistenze

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  può essere determinato:

- in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella successiva Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- in modo analitico, con riferimento a correlazioni con i risultati di prove in sito, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera;
- sulla base di misure dirette su prototipi, tenendo conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati nelle tabelle contenute nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

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

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

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità strutturali. Il valore di progetto della resistenza si ottiene, per il caso (a), applicando al valore caratteristico della resistenza unitaria al taglio  $\tau_k$  un coefficiente parziale  $\gamma_{\tau R} = 1,0$  (M1) e  $\gamma_{\tau R} = 1,25$  (M2) oppure procedendo come previsto ai punti b) e c) di cui sopra.

**6.4.2. FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

In presenza di azioni sismiche, oltre a quanto previsto nel presente paragrafo, le fondazioni superficiali devono rispettare i criteri di verifica di cui al successivo § 7.11.5.3.1

**6.4.2.1. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - collasso per scorrimento sul piano di posa;
  - stabilità globale.
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_x$  non deve essere portato in conto.

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

In base a quanto riportato nella relazione geologica redatta dal Dott. Tesi Mariano, la fondazione sarà intestata su uno strato di terreno costituito da strati di argille e argille limose e limi argillosi. Ai terreni di tale strato si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici:

- $\gamma = 1,90 \text{ t/m}^3$       peso di volume naturale
- $\Phi = 20^\circ - 22^\circ$       angolo d'attrito
- $C_u = 0,0 \text{ kg/cm}^2$       coesione non drenata (a favore di sicurezza)
- $C' = 0,0 \text{ kg/cm}^2$       coesione drenata (a favore di sicurezza)

**CARICO LIMITE IN DONDAZIONE (IN CONDIZIONI DRENATE)**

<b>DATI GEOMETRICI DELLA FONDAZIONE e di CARICO</b>			
Larghezza della fondazione = $B$	=	2,50	m
Profondità del piano di posa della fondazione = $D$	=	1,20	m
Lunghezza della fondazione della fondazione = $L$	=	2,50	m
Angolo di inclinazione del piano di posa della fondazione = $\epsilon$	=	0,0°	
Angolo di inclinazione del terreno a lato della fondazione = $\omega$	=	0,0°	
Componente verticale del carico agente sulla fondazione = $Q_v$	=	0,00	kN
Componente orizzontale del carico agente sulla fondazione = $Q_h$	=	0,00	kN
La componente orizzontale del carico agente sulla fondazione $Q_h$ è parallela a		B	
Carico uniforme verticale agente sulla fondazione = $q$	=	0,00	kPa
N.B.: Inserire i valori delle sollecitazioni agenti sulla fondazione per ottenere le eccentricità e gli angoli.			
Momento agente sulla fondazione in direzione parallela a B = $M_B$	=	0,00	kNm
Momento agente sulla fondazione in direzione parallela a L = $M_L$	=	0,00	kNm
Eccentricità in direzione parallela a B = $e_B$	=	0,00	m
Eccentricità in direzione parallela a L = $e_L$	=	0,00	m
Angolo di inclinazione del carico sulla verticale = $\delta$	=	0,0°	
Angolo di inclinazione del carico orizzontale rispetto ad L = $\theta$	=	0,0°	
<b>DATI DEL TERRENO</b>			
Peso dell'unità di volume del terreno sopra al piano di posa della fondazione = $\gamma_1$	=	19,00	kN/mc
Peso dell'unità di volume del terreno sotto al piano di posa della fondazione = $\gamma_2$	=	19,00	kN/mc
Coesione del terreno sotto al piano di posa della fondazione = $c$	=	0,00	kPa
Angolo di attrito interno del terreno sotto al piano di posa della fondazione = $\phi$	=	20,0	°
NOTA PER IL CALCOLO CON IL METODO DI TERZAGHI:			
Il terreno è molto sciolto e considerare le riduzioni proposte?		NO	
NOTA PER IL CALCOLO CON IL METODO DI HANSEN:			
Valore dell'aderenza alla base in termini di frazioni della coesione = $c_a$	=	1	c
	=	0,00	kPa
NOTA PER IL CALCOLO CON IL METODO DI BRICH-HANSEN (EC7 e EC8):			
Si sta operando in condizioni drenate e non drenate?		Drenate	

**CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI (1955)**

Il calcolo viene effettuato con la formula trinomia alla quale si aggiungono i coefficiente correttivi per tenere conto di:

- forma della fondazione;

Per cui la relazione completa è:

$$q_{lim} = N_q \gamma_1 D + N_c c s_c + N_\gamma \gamma_2 \frac{B}{2} s_\gamma$$

Per terreni molto sciolti Terzaghi consiglia di effettuare i calcoli riducendo le caratteristiche del terreno come segue:

$$\tan \varphi_{rid} = \frac{2}{3} \tan \varphi; \quad c_{rid} = \frac{2}{3} c$$

Il terreno è molto sciolto e considerare le riduzioni proposte? NO

Per cui nei successivi calcoli si considereranno le seguenti caratteristiche:

Angolo di attrito interno di progetto = $\varphi_{rid}$	=	0,349	rad	[20,0°]
Coesione di progetto = $c_{rid}$	=	0,00	kPa	[0,00 kg/cmq]

I vari coefficienti sono di seguito calcolati.

**COEFFICIENTI DI CARICO LIMITE**

$$\text{Coefficiente } K_{q1} = 25,00$$

$$\text{Coefficiente di carico limite per il carico al di sopra del piano posa} = \underline{N_q} = 7,439$$

$$\text{Coefficiente di carico limite per la coesione del terreno di fondazione} = \underline{N_c} = 17,690$$

$$\text{Coefficiente di carico limite per il peso del terreno di fondazione} = \underline{N_\gamma} = 4,970$$

**COEFFICIENTI CORRETTIVI PER LA FORMA DELLA FONDAZIONE**

Questi coefficienti valgono, ovviamente, 1 per fondazioni di lunghezza infinita (nastriiformi); per fondazioni quadrate Terzaghi propone  $s_c = 1.3$  e  $s_\gamma = 0.8$ .

Per condizioni intermedie effettueremo un'interpolazione.

$$\text{Coefficiente correttivo del secondo termine} = \underline{s_c} = 1,300$$

$$\text{Coefficiente correttivo del terzo termine} = \underline{s_\gamma} = 0,800$$

**CALCOLO DEL CARICO LIMITE**

Tenendo conto di tutti i coefficienti, il carico limite vale:

$$\begin{aligned} \text{Carico limite della fondazione secondo Terzaghi} = q_{lim} &= \mathbf{264,1 \text{ kN/mq}} \\ &= \mathbf{2,64 \text{ kg/cmq}} \end{aligned}$$

Resistenza di calcolo del terreno =  $2,64/2,3 \text{ kg/cmq} = \mathbf{1,15 \text{ kg/cmq}}$

Il valore della resistenza di calcolo del terreno è superiore alla massima pressione di contatto sull'interfaccia fondazione terreno pari a  $0,60 \text{ kg/cmq}$  (si veda pagina successiva).

**PRESSIONI SUL TERRENO**

Nel seguito vengono riportate le pressioni trasmesse al terreno dalla struttura in corrispondenza dei nodi di fondazione.

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
9	1 Slu	0.00	0.00	0.00	0.6
	2 Sle				0.4
	3 Slv x				0.3
	4 Slv x				0.3
	5 Slv -x				0.3
	6 Slv -x				0.3
	7 Slv y				0.3
	8 Slv y				0.3
	9 Slv -y				0.3
	10 Slv -y				0.3
	11 Sld x				0.3
	12 Sld x				0.3
	13 Sld -x				0.3
	14 Sld -x				0.3
	15 Sld y				0.3
	16 Sld y				0.3
	17 Sld -y				0.3
	18 Sld -y				0.3

Nodo	Sez.	Comb. Critica	N <sub>c</sub> [kN]	M <sub>c,Base</sub> [Nm]	V <sub>c,Base</sub> [kN]	$\sigma_{Ter}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Armature	B <sub>eq.</sub> [cm]	H <sub>eq.</sub> [cm]	M <sub>d</sub> [Nm]	M <sub>Rd</sub> [Nm]	N <sub>d</sub> [kN]	N <sub>Rsd</sub> [kN]
9	1	B 1	-255.77	0.0	11.12	0.6	13 $\emptyset$ 14	Tozzo				238.96	524.73
9	1	B 1	-255.77	115950.2	-0.00	0.6	13 $\emptyset$ 14	Tozzo				238.96	524.73

**VERIFICA A RIBALTAMENTO**

$H_1 = 9 \text{ ml}$        $B = 2,50 \text{ ml}$   
 $H_2 = 18 \text{ ml}$        $L = 2,50 \text{ ml}$   
 $F_1 = 800 \text{ kg}$        $H_{p1} = 1,2 \text{ ml}$   
 $F_2 = 50 \text{ kg}$

$d = 1,25 \text{ ml}$

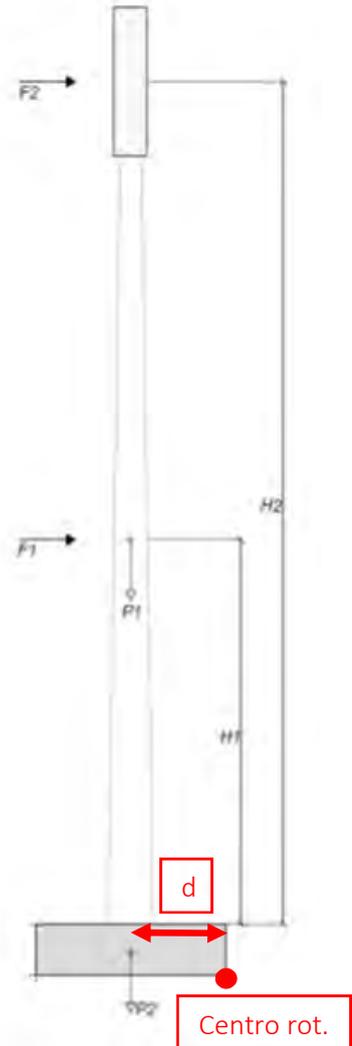
$P_1 = 1000 \text{ kg}$   
 $P_2 = 18750 \text{ kg}$

$M_{rib} = 1,5 F_1 (H_1 + H_{p1}) + 1,5 F_2 (H_2 + H_{p2}) = 13680 \text{ Kgm}$

$M_{sta} = P_1 d + P_2 d = 24688 \text{ Kgm}$

$M_{sta} > M_{rib}$       Verifica soddisfatta

Fattore di utilizzo       $M_{rib}/M_{stab} = 0,55$



Il progettista delle strutture  
 Ing. Maurizio Pergalani



**VERIFICA DELLE PIASTRA DI BASE - COLONNA STMM18**

**PROGETTISTA: Ing. Maurizio Pergalani**

**Materiali utilizzati**

Valore di snervamento dell'acciaio della colonna	$f_{yk,c}$	355	[N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della colonna	$f_{uk,c}$	510	[N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di snervamento dell'acciaio dei tirafondi	$f_{yk,t}$	275	[N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio dei tirafondi	$f_{uk,t}$	430	[N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di snervamento dell'acciaio della piastra	$f_{yk,b}$	355	[N/mm <sup>2</sup> ]
Valore di rottura dell'acciaio della piastra	$f_{uk,b}$	510	[N/mm <sup>2</sup> ]

**Coefficienti di sicurezza**

Coefficiente di sicurezza per le sezioni lorde	$\gamma_{M0}$	1,05	[-]
Coefficiente di sicurezza per sezioni nette e per i tirafondi	$\gamma_{M2}$	1,25	[-]

**Caratteristiche geometriche**

Diametro esterno della colonna tubolare	$d_{c,ext}$	387,00	[mm]
Spessore della colonna tubolare	$t_c$	4,00	[mm]
Diametro interno della colonna tubolare	$d_{c,int} = d_{c,ext} - 2t_c$	379	[mm]
Area della sezione trasversale	$A_c = \pi(d_{c,ext}^2 - d_{c,int}^2)/4$	4813	[mm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia della sezione trasv.	$I_c = \pi(r_{c,ext}^4 - r_{c,int}^4)/4$	88259937	[mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,c} = I_c / r_{c,ext}$	456124	[mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,c} = (d_{c,ext}^3 - d_{c,int}^3)/6$	586777	[mm <sup>3</sup> ]
Classificazione della sezione	$d_{c,ext}/t_c$	96,75	[-]
	$\varepsilon = (235/f_{yk,c})^{0,5}$	0,81	[-]
<b>Momento resistente della colonna</b>	$M_{Rd,c} = W_c f_{yk,c} / \gamma_{M0}$	<b>198,39</b>	<b>[kNm]</b>
25% del momento resistente	$25\%M_{Rd,c}$	49,60	[kNm]

**Sollecitazioni di progetto**

Forza assiale (positiva se di compressione)	$N_{Ed,c}$	10,00	[kN]
Forza assiale (negativa se di trazione)	$N_{Ed,t}$		[kN]
Momento flettente di progetto	$M_{Ed}$	115,00	[kNm]
Tensione massima nei tirafondi (da Gelfi)	$\sigma_t$	79,51	[N/mm <sup>2</sup> ]
Tasso di lavoro della colonna per pura flessione	$\rho_c$	<b>0,58</b>	[-]

**Verifica di resistenza dei tirafondi**

Diametro dei tirafondi	$\phi_t$	24,00	[mm]
Area della sezione lorda del tirafondo	$A_t = \pi(\phi_t^2)/4$	452	[mm <sup>2</sup> ]
Area della sezione netta del tirafondo	$A_{t,netta} = 0,78 A_t$	353	[mm <sup>2</sup> ]
Resistenza della sezione lorda	$N_{pl,Rd} = A_t f_{yk,t} / \gamma_{M0}$	118,48	[kN]
Resistenza della sezione netta	$N_{u,Rd} = 0,9 A_{t,netta} f_{uk,t} / \gamma_{M2}$	109,25	[kN]
<b>Resistenza minima del tirafondo</b>	$N_{min,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{u,Rd})$	<b>109,25</b>	<b>[kN]</b>
<b>Sollecitazione nel tirafondo</b>	$N_{t,Ed} = A_t \sigma_t$	<b>35,97</b>	<b>[kN]</b>
Tasso di lavoro del tirafondo	$\rho_t$	<b>0,33</b>	[-]

**Resistenza della piastra lato tirafondi**

Distanza tra la colonna ed il tirafondo	$s$	50,00	[mm]
Spessore della piastra di base	$t_b$	25,00	[mm]
Larghezza efficace della piastra di base	$b_{eff} = 2s + \phi_t$	124	[mm]
Modulo di resistenza plastico della piastra	$W_{pl,b} = 0,25 b_{eff} t_p^2$	19375	[mm <sup>3</sup> ]

**VERIFICA DELLE PIASTRE DI BASE CIRCOLARI PER COLONNE TUBOLARI**

<b>Momento resistente della piastra di base</b>	$M_{pl,Rd} = W_{pl,b} f_{yk,b} / \gamma_{M0}$	<b>M<sub>pl,Rd</sub></b>	<b>6,55 [kNm]</b>
<b>Momento sollecitante della piastra di base</b>	$M_{b,Ed} = N_{min,Rd} S$	<b>M<sub>b,Ed</sub></b>	<b>5,46 [kNm]</b>
Tasso di lavoro della piastra di base		<b>ρ<sub>b,t</sub></b>	<b>0,83 [-]</b>
<b>Resistenza della piastra lato calcestruzzo</b>			
Diametro della piastra di base		<b>d<sub>b</sub></b>	<b>560,00 [mm]</b>
Resistenza del grout sotto la piastra	$c = t_b (f_{yk,b} / (3 f_{jd} \gamma_{M0}))^{0,5}$	<b>f<sub>jd</sub></b>	<b>20,00 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
Coefficiente di ripartizione	$d_{b,eff,ext} = \min(d_b ; d_{c,ext} + 2c)$	<b>c</b>	<b>59 [mm]</b>
Diametro effettivo esterno	$d_{b,eff,int} = \min(0 ; d_{c,ext} - 2t_c - 2c)$	<b>d<sub>b,eff,ext</sub></b>	<b>505,69 [mm]</b>
Diametro effettivo interno		<b>d<sub>b,eff,int</sub></b>	<b>260,31 [mm]</b>
Considerare o meno la ripartizione interna	$A_{c,eff} = \pi (d_{b,eff,ext}^2 + d_{b,eff,int}^2) / 4$		<b>no [-]</b>
Area efficace della piastra di base	$N_{j,Rd} = A_{c,eff} f_{jd}$	<b>A<sub>c,eff</sub></b>	<b>200844 [mm<sup>2</sup>]</b>
<b>Resistenza efficace del grout al di sotto della piastra</b>		<b>N<sub>j,Rd</sub></b>	<b>4017 [kN]</b>
<b>Forza assiale (positiva se di compressione)</b>		<b>N<sub>Ed</sub></b>	<b>10 [kN]</b>
Tasso di lavoro del grout	$s_b = d_b / 2 - d_{c,ext} / 2$	<b>ρ<sub>j</sub></b>	<b>0,00 [-]</b>
Distanza tra bordo piastra e bordo colonna	$c_{eff} = \min(c ; s_b)$	<b>s<sub>b</sub></b>	<b>86,5 [mm]</b>
Ripartizione effettiva	$W_{pl,b} = 0,25 t_p^2$	<b>c<sub>eff</sub></b>	<b>59 [mm]</b>
Modulo di resistenza plastico della piastra	$M_{pl,Rd} = W_{pl,b} f_{yk,b} / \gamma_{M0}$	<b>W<sub>pl,b</sub></b>	<b>156,25 [mm<sup>3</sup>/mm]</b>
<b>Momento resistente della piastra di base</b>	$M_{b,Ed} = f_{jd} c^2 / 2$	<b>M<sub>pl,Rd</sub></b>	<b>0,053 [kNm/m]</b>
<b>Momento sollecitante della piastra di base</b>		<b>M<sub>b,Ed</sub></b>	<b>0,035 [kNm/m]</b>
Tasso di lavoro della piastra di base		<b>ρ<sub>b,c</sub></b>	<b>0,67 [-]</b>

**APPROCCIO PLASTICO - EC.3 - 1 - 8**

<b>Resistenza a pura compressione</b>			
Area efficace della piastra di base	$A_{c,eff} = \pi (d_{b,eff,ext}^2 + d_{b,eff,int}^2) / 4$	<b>A<sub>c,eff</sub></b>	<b>200844 [mm<sup>2</sup>]</b>
<b>Resistenza a pura compressione</b>	$N_{c,Rd} = A_{c,eff} f_{jd}$	<b>N<sub>c,Rd</sub></b>	<b>4017 [kN]</b>
<b>Resistenza a pura trazione</b>			
Numero complessivo dei tirafondi		<b>n<sub>t</sub></b>	<b>16,00 [mm]</b>
Lunghezza del tirafondo		<b>L<sub>t</sub></b>	<b>700,00 [mm]</b>
Distanza dal bordo del getto		<b>a<sub>t</sub></b>	<b>50,00 [mm]</b>
Resistenza caratteristica cubica del cls della fondazione		<b>R<sub>ck</sub></b>	<b>30,00 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0,83 R_{ck}$	<b>f<sub>ck</sub></b>	<b>24,90 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0,7(0,3 f_{ck}^{2/3})$	<b>f<sub>ctk</sub></b>	<b>1,79 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
Fattore η	$\eta = (1 ; (132 - \phi_t) / 100)$	<b>η</b>	<b>1 [-]</b>
Resistenza di aderenza di calcolo	$f_{bd} = 2,25 \eta f_{ctk} / \gamma_c$	<b>f<sub>bd</sub></b>	<b>2,69 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
<b>Resistenza a trazione del tirafondo</b>	$N_{min,Rd} = \min(N_{pl,Rd} ; N_{u,Rd})$	<b>F<sub>t,Rd</sub></b>	<b>109,25 [kN]</b>
<b>Resistenza di aderenza del tirafondo</b>	$F_{t,bond,Rd} = (\eta / 2,25) \pi L_t \phi_t f_{bd}$	<b>F<sub>t,bond,Rd</sub></b>	<b>63,01 [kN]</b>
<b>Presenza o meno della rosetta</b>		<b>SI</b>	<b>[-]</b>
Tensione di contatto per pura compressione (Ballio)		<b>f<sub>c,d</sub></b>	<b>20 [N/mm<sup>2</sup>]</b>
Diametro della rosetta		<b>d<sub>rosetta</sub></b>	<b>[mm]</b>
Coefficiente di efficacia della rosetta (Ballio)		<b>α<sub>rosetta</sub></b>	<b>1,00 [-]</b>
Area della rosetta		<b>A<sub>rosetta</sub></b>	<b>0 [mm<sup>2</sup>]</b>
<b>Resistenza per contatto della rosetta</b>		<b>N<sub>Rd,rosetta</sub></b>	<b>0,00 [kN]</b>
<b>Resistenza complessiva di aderenza</b>		<b>F<sub>Rd,bond,tot</sub></b>	<b>63,01 [kN]</b>
<b>lunghezza ancoraggio tirafondi</b>			
forza di trazione agente sui tirafondi tesi			<b>297 [kN]</b>
lunghezza minima di ancoraggio richiesta su ogni tirafondo		<b>L<sub>min, tirafondo</sub></b>	<b>337 [mm]</b>

### Resistenza effettiva dell'ancoraggio

Altezza di gola della saldatura tra tubolare e piastra  
 Distanza tra asse del bullone e saldatura  
 Distanza dal bordo libero della piastra all'asse del bullone  
 Passo dei tirafondi

#### Lunghezze effettive per collasso circolare

#### Lunghezze effettive per collasso non circolare

#### Lunghezza efficace per il collasso di 1° Modo

#### Lunghezza efficace per il collasso di 2° Modo

Modulo di resistenza plastico relativo al 1° Modo

Modulo di resistenza plastico relativo al 2° Modo

Momento plastico della piastra relativo al 1° Modo

Momento plastico della piastra relativo al 2° Modo

Dimensione geometrica "n"

Forza di trazione relativa al 1° Modo di collasso

Forza di trazione relativa al 2° Modo di collasso

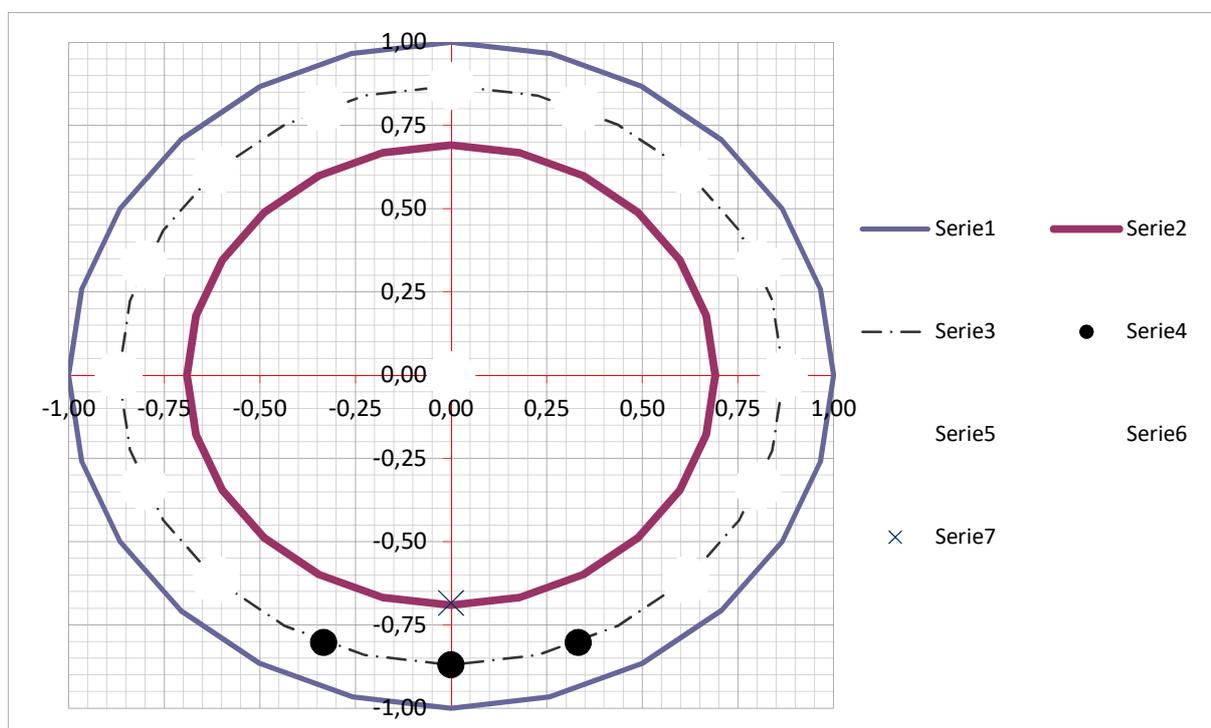
Forza di trazione relativa al 3° Modo di collasso

Forza di trazione relativa allo spessore del tubolare teso

$F_{t,anchor,Rd}$	<b>109,25 [kN]</b>
$a_g$	2,83 [mm]
$m$	46,80 [mm]
$e$	36,50 [mm]
$w$	95,62 [mm]
$l_{eff,cp,1}$	294,05 [mm]
$l_{eff,cp,2}$	220,03 [mm]
$l_{eff,cp,3}$	242,65 [mm]
$l_{eff,cp,min}$	<b>220,03 [mm]</b>
$l_{eff,nc,1}$	232,83 [mm]
$l_{eff,nc,2}$	164,22 [mm]
$l_{eff,nc,3}$	124,00 [mm]
$l_{eff,nc,min}$	<b>124,00 [mm]</b>
$L_{eff,1}$	<b>124,00 [mm]</b>
$L_{eff,2}$	<b>124,00 [mm]</b>
$W_{pl,1}$	19375 [mm <sup>3</sup> ]
$W_{pl,2}$	19375 [mm <sup>3</sup> ]
$M_{Rd,1}$	6,55 [kNm]
$M_{Rd,2}$	6,55 [kNm]
$n$	36,50 [mm]
$F_{t,1,Rd}$	279,94 [kN]
$F_{t,2,Rd}$	126,51 [kN]
$F_{t,3,Rd}$	109,25 [kN]
$F_{t,4,Rd}$	167,70 [kN]

#### Resistenza a pura trazione

$N_{t,Rd}$  **1747,95 [kN]**



#### Resistenza a pura flessione

Numero tirafondi tesi  
 Somma complessiva dei bracci di leva  
 Forza di trazione minima per ciascun tirafondo

$n_{t,tesi}$	13,00 [-]
$\sum b_i$	3,18 [m]
$F_{t,min,Rd}$	109,25 [kN]

#### Momento resistente della piastra di base

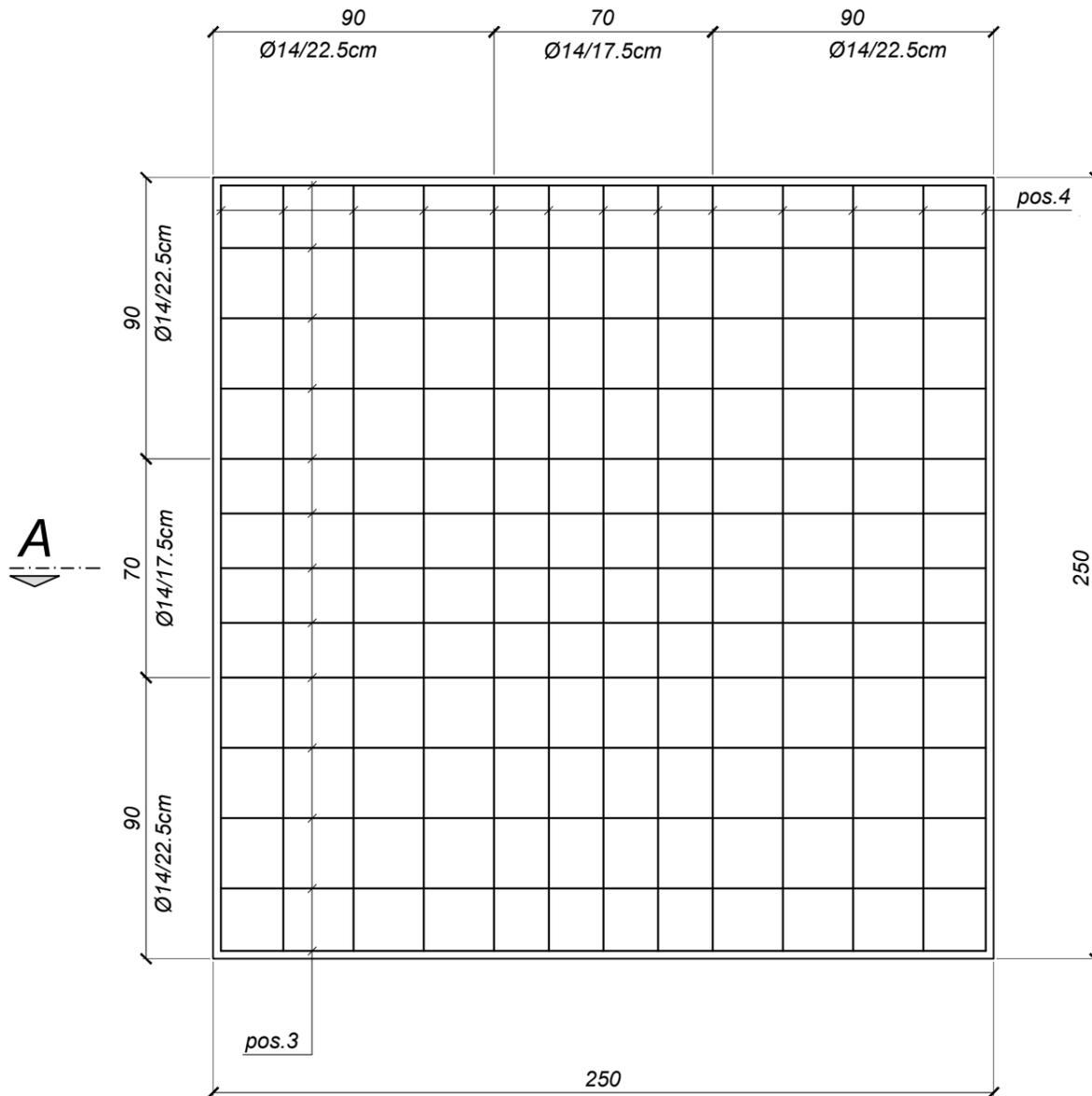
$M_{b,Rd}$  **347,72 [kNm]**

Tasso di lavoro per pura flessione rispetto al momento  $M_{Ed}$

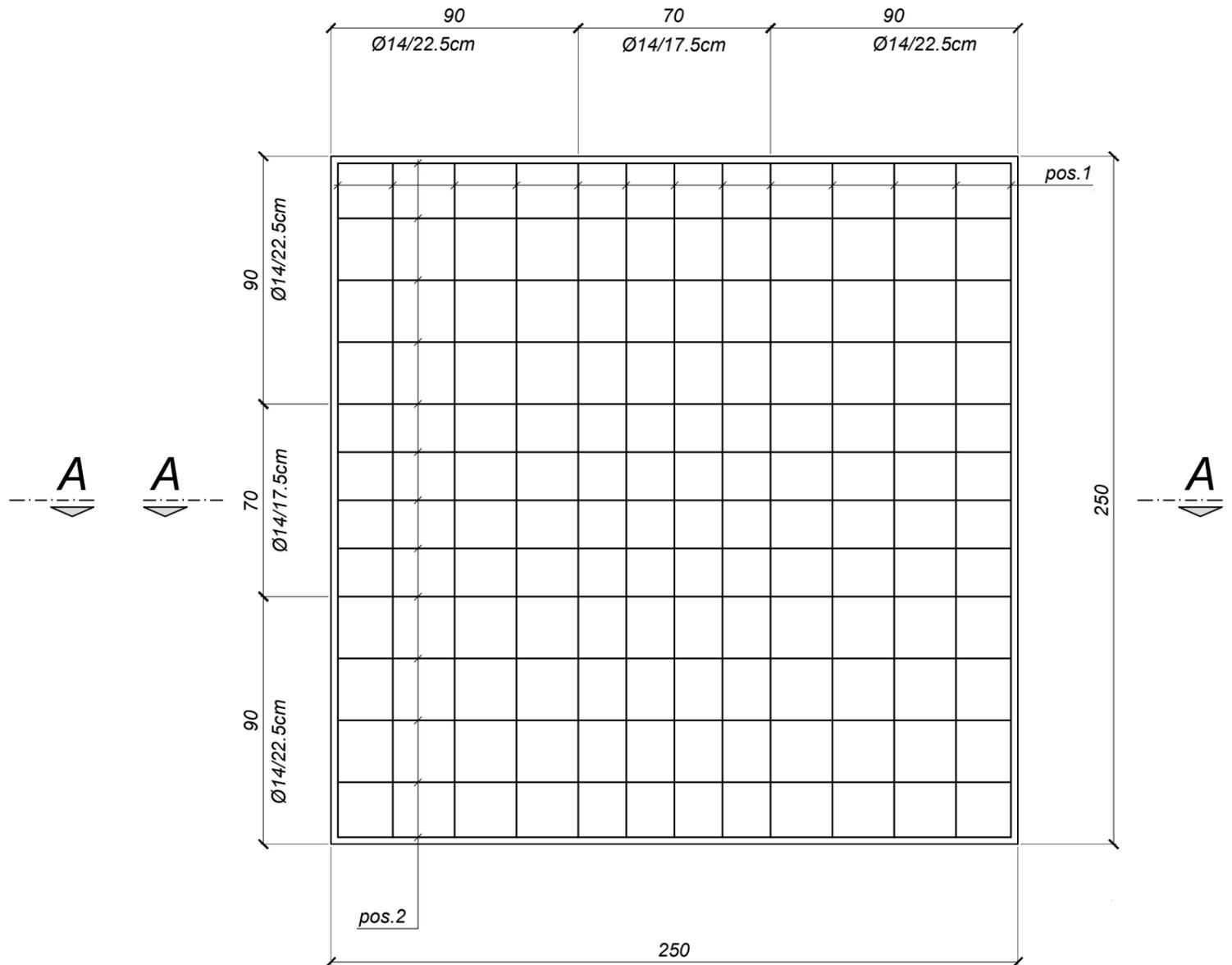
$\rho_{b,MEd}$  **0,33 [-]**



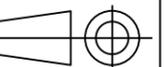
VISTA IN PIANTA: ARMATURA D'INTRADOSSO  
scala 1:20



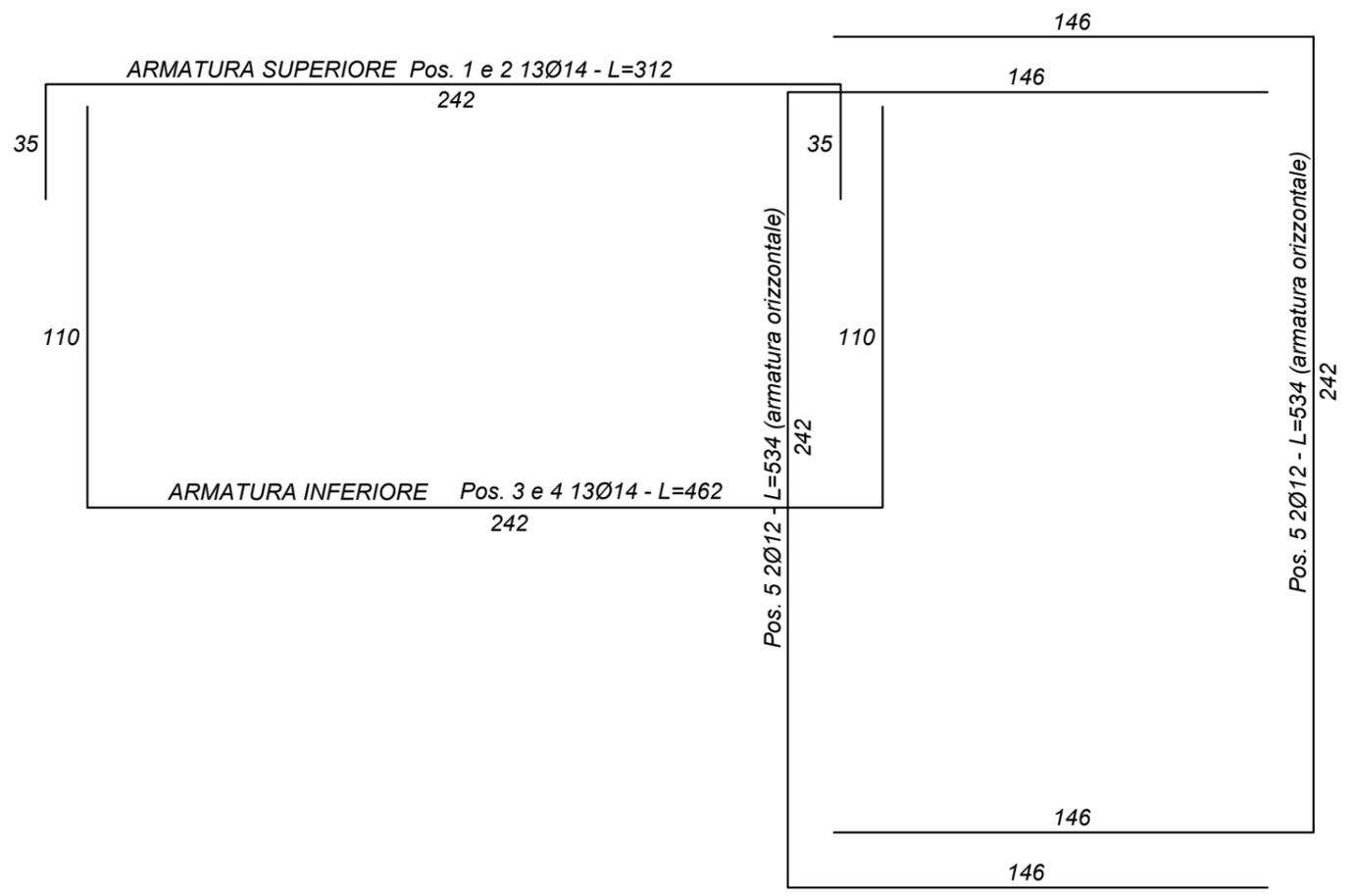
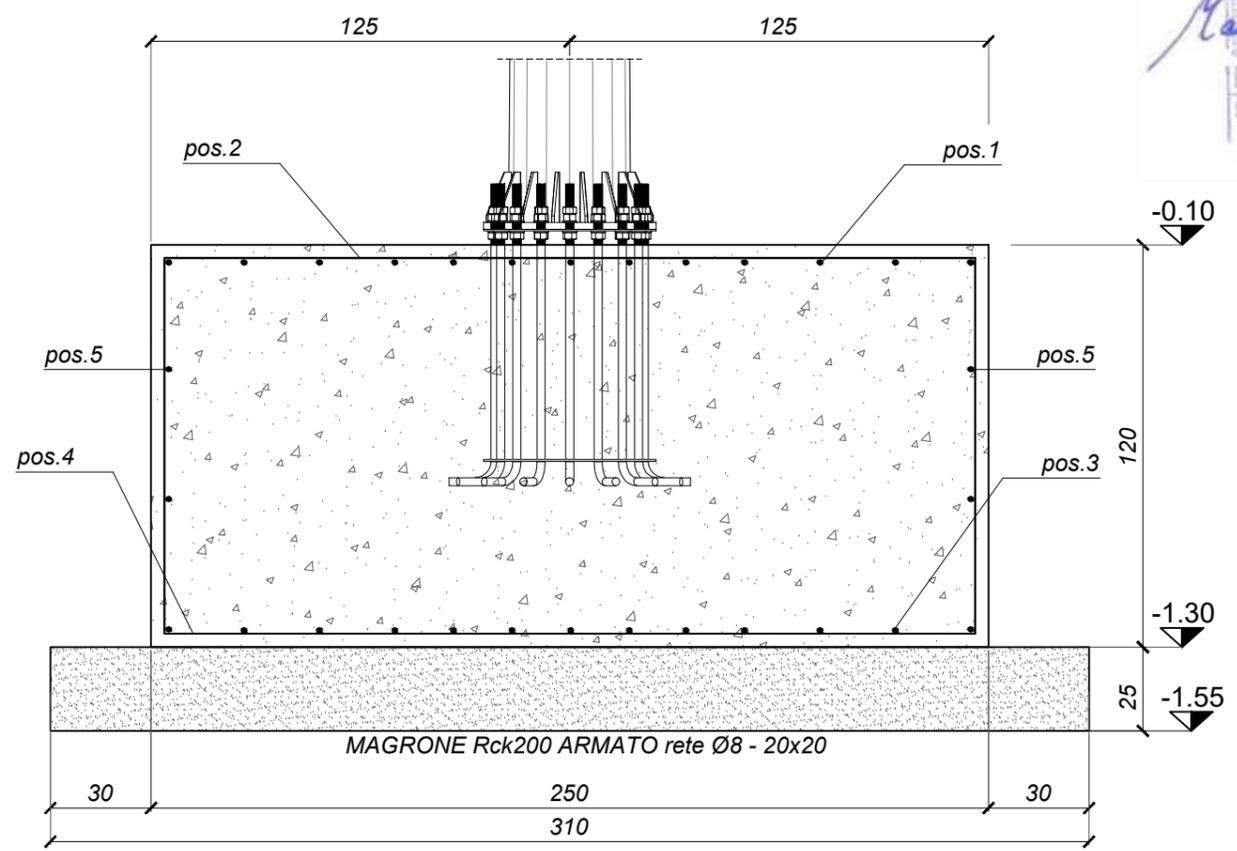
VISTA IN PIANTA: ARMATURA D'ESTRADOSSO  
scala 1:20



CODICE: <b>STMM18</b>		TITOLO: FONDAZIONE 1 di 2 - TORRE FARO CORONA MOBILE H=18m	
MATERIALE: S355JR STELO/S235JR ALTRE CARPENTERIE		PESO: 745 Zn	
PROTEZIONE: ZINCATURA A CALDO SECONDO UNI EN ISO 1461		FOGLIO: 1 di 1	
DISEGNATO: UT	REV: 0	FORMATO: A3	SCALA: NON IN SCALA
APPROVATO: DIR	DATA: 16/04/2024	TOLLERANZE: EN 1090-2	
NOME FILE: PLINTO DI FONDAZIONE_rev.1.dwg			



SEZIONE A-A  
scala 1:20



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI  
scala 1:50

CALCESTRUZZO (fondazione)		Rck 30				
CARATTERISTICA	SIMBOLO	C15/12	C25/20	C30/25	C35/28	C40/32
CLASSE DI RESISTENZA	Rck (N/mm <sup>2</sup> )	15	25	30	35	40
CL. DI RESISTENZA CIL.	fck (N/mm <sup>2</sup> )	12	20	25	28	32
MODULO DI ELASTICITA'	E (N/mm <sup>2</sup> )	27085	28400	31476	32308	33346
COEFF. DI POISSON	$\nu$	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

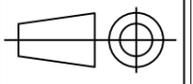
cl. esposizione e durabilità-UNI 11104 e UNI EN 206-1						
TIPO	CAMPI IMPIEGO	CLASSI ESPOSIZIONE AMBIENTALE	RAPP. A/C MAX	$d_{MAX1}$ [MM]	CLASSE CONSIST. GETTO	COPRIFERRO NOMINALE [MM]
CLS1	MAGRONE	X0	-	-	-	-
CLS3	FONDAZIONI	XC2	0,60	20	S4	35
CLS4	ELEV.-SETTI	XC3	0,55	20	S4	30
CLS5	ELEV.-SOLAI	XC1	0,60	16	S4	30

ACCIAIO PER GETTI		B450C	
SIMBOLO	CARATTERISTICA O PARAMETRO	B450A	B450C
$f_{tk}$	tensione di rottura a trazione (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 540	≥ 540
$f_{yk}$	tensione di snervamento (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 450	≥ 450
$(A_{gt})_k$	allungamento percentuale a rottura	≥ 2,5	≥ 7,5

ACCIAIO CARPENTERIA METALLICA		S355			
SIMBOLO ADOTTATO	CARATTERISTICA O PARAMETRO	S235	S275	S355	S450
$f_{tk}$	tensione di rottura a trazione (N/mm <sup>2</sup> )	360	430	510	550
$f_{yk}$	tensione di snervamento (N/mm <sup>2</sup> )	235	275	355	440

BULLONE - DADO		8.8-8				
CLASSE DI RESISTENZA DEL BULLONE		4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{tr}$	tensione di rottura a trazione (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 400	≥ 500	≥ 600	≥ 800	≥ 1000
$f_{yb}$	tensione di snervamento (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 240	≥ 300	≥ 480	≥ 649	≥ 900
CLASSE DI RESISTENZA DEL DADO		4	5	6	8	10

CODICE: <b>STMM18</b>		TITOLO: <b>FONDAZIONE 2 di 2 - TORRE FARO CORONA MOBILE H=18m</b>			
MATERIALE: S355JR STELO/S235JR ALTRE CARPENTERIE			PESO: 745 Zn		
PROTEZIONE: ZINCATURA A CALDO SECONDO UNI EN ISO 1461			FOGLIO: 1 di 1		
DISEGNATO: UT	REV: 0	FORMATO: A3	SCALA: NON IN SCALA		
APPROVATO: DIR	DATA: 16/04/2024	TOLLERANZE: EN 1090-2			
NOME FILE: PLINTO DI FONDAZIONE_rev.1.dwg					





**PROGETTO STRUTTURALE DI UNA TORRE FARO IN ACCIAIO A CORONA MOBILE -  
MODELLO STMM 18 DA COLLOCARSI PRESSO LA ROTATORIA NELL'INTERSEZIONE  
TRA LA S.P.2 SIROLO SENIGALLIA AL KM 8+300 E LA S.C. VIA DELLA SBROZZOLA -  
COMUNE ID CAMERANO**

**Variante alla  
“Relazione geotecnica e sulle fondazioni”**

La presente sostituisce il relativo paragrafo di cui sopra della “ Relazione di calcolo” presentata a firma dell'Ing. Pergalani.

Il sottoscritto Direttore dei Lavori Ing. Raffaele Solustri dovendo impostare la quota di estradosso del plinto di fondazione della torre faro alla quota +34.25 prevista da progetto, diversamente da quanto indicato negli esecutivi presentati dall'Ing. Pergalani, deve necessariamente aumentare lo spessore del magrone previsto al di sotto del plinto di fondazione in c.a. Lo spessore di tale magrone viene aumentato fino a 105 cm ed inoltre verranno aumentate le dimensioni in pianta di un metro per lato come comunque meglio indicato nell'elaborato grafico allegato alla presente.

Il piano di imposta del magrone sarà intestato al di sotto della esistente pavimentazione stradale e ,quindi, direttamente in “appoggio” sulla massicciata (spessore circa 50/60cm) molto compatta poiché sottofondo appunto della preesistente sede stradale.

I parametri geotecnici del suddetto strato di imposta delle fondazioni sono ripresi dalla letteratura tecnica e comunque, a vantaggio di sicurezza, adottando i valori minimi.

Il plinto in magrone sarà armato con rete elettrosaldata  $\phi 8$  20x20 distribuita su tre livelli al fine di garantire un comportamento omogeneo dello stesso monolite.

Le verifiche delle tensioni sul terreno alla luce delle nuove dimensioni della zattera di magrone ed in relazione all'effettivo piano di imposta, vengono effettuate dallo scrivente considerando la condizione di carico più gravosa adottata dal progettista strutturale Ing. Pergalani e cioè quella adottata anche per la verifica a ribaltamento.

Sollecitazioni agenti alla base della torre faro desunte dalla relazione di calcolo dell'Ing. Pergalani:

$$M= 1.5 \times (800 \times (9+1.2) + 50 \times (18+1.2)) = 13680 \text{ Kgm}$$

$$N= 1.5 \times 1000 + 1.5 \times (2.5 \times 2.5 \times 1.2 \times 2500) = 29625 \text{ Kg}$$

NOTA: La verifica a scorrimento è banalmente verificata in relazione alle sollecitazioni taglianti in gioco pari a  $800+50=850$  Kg.

### Verifica sollecitazioni all'interfaccia c.a.-magrone

Plinto c.a. dimensioni  $A \times B \times H = 2.5 \times 2.5 \times 1.2$  m

Magrone dimensioni  $A_m \times B_m \times H_m = 4.5 \times 4.5 \times 1.05$  m

$$e = M/N = 0.46 \text{ m} = 46 \text{ cm} > B/6 = 250/6 = 41.6 \text{ cm}$$

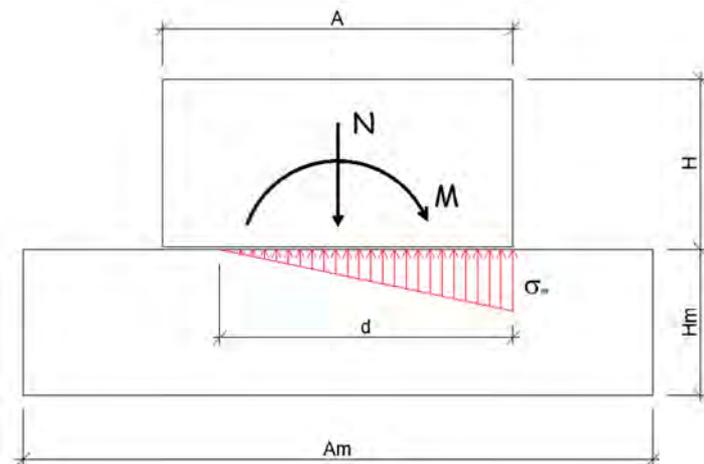
la sezione di contatto c.a.-magrone risulta parzializzata con una tensione massima di contatto pari a:

$$\sigma_m = \frac{2 \times N}{3 \times A \times (B/2 - e)} = 1 \text{ Kg/cm}^2$$

su una impronta della lunghezza di

$$d = 3(a/2 - e) = 237 \text{ cm}$$

La tensione di contatto tra plinto e magrone risulta ampiamente verificata.



Ipotizziamo a vantaggio di sicurezza che l'impronta di carico sull'area " $d \times B$ ", sopra individuata, sia sollecitata tutta con la tensione massima  $\sigma_m$ ; considerando una diffusione della tensione all'interno del magrone con una apertura angolare pari a  $45^\circ$  risulta una impronta di carico tra magrone e terreno pari a :

$$\text{Area} = (d + 1.05 + 1.00) \times B_m = 4.42 \times 4.50 = 19.89 \text{ m}^2$$

$$N_1 = \sigma_m \times (d \times B) = 59.250 \text{ Kg} \text{ (carico circa 2 volte superiore a quello effettivamente agente!)}$$

Al piano di contatto tra magrone e terreno si ha:

$$\sigma_t = N_1/\text{Area} + \gamma_{\text{magrone}} \times 1.05 = 59250/19.89 + 2200 \times 1.05 = 0.52 \text{ Kg/cm}^2$$

### CALCOLO DEL CARICO LIMITE SECONDO TERZAGHI

$$q_{\text{lim}} = c N_c + q_0 N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Per fondazioni: nastroformi		circolari	quadrate
$s_c =$	1.0	1.3	1.3
$s_\gamma =$	1.0	0.6	0.8

$\phi$ , gradi	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$K_{p\gamma}$
0	5.7 <sup>(1)</sup>	1.0	0.0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	36.0	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800.0

A vantaggio di sicurezza si considera il plinto non interrato trascurando quindi il contributo stabilizzante del terreno di rinterro (nella realtà la torre faro verrà posizionata dopo l'interramento del plinto); come caratteristiche del terreno di imposta si considera un angolo di attrito pari al minimo tra gli strati presenti al disotto del plinto stesso e quindi pari a  $\phi = 20^\circ$  (relativo al terreno in posto non compattato previsto anche dall'Ing. Pergalani -limi argillosi, argille limose -).

$$Q_{lim} = 0+0+1/2 \times 1900 \times 4.5 \times 5 = 21375 \text{ Kg/m}^2 = 2.1375 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Coeff. Correttivo di forma } S_\gamma = 0.8$$

### Carico limite della fondazione secondo Terzaghi

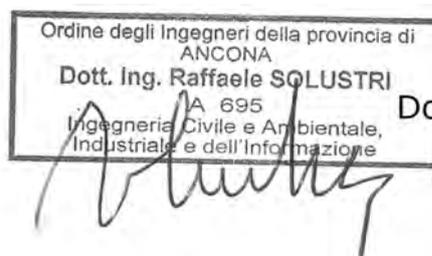
$$q_{lim} = 2.1375 \times 0.8 = 1.71 \text{ Kg/cm}^2$$

Dalle NTC si Tab.6.4.1  $R_3 = 2.3$

$$\text{Resistenza di calcolo del terreno} = 1.71/2.3 = 0.74 \text{ Kg/cm}^2$$

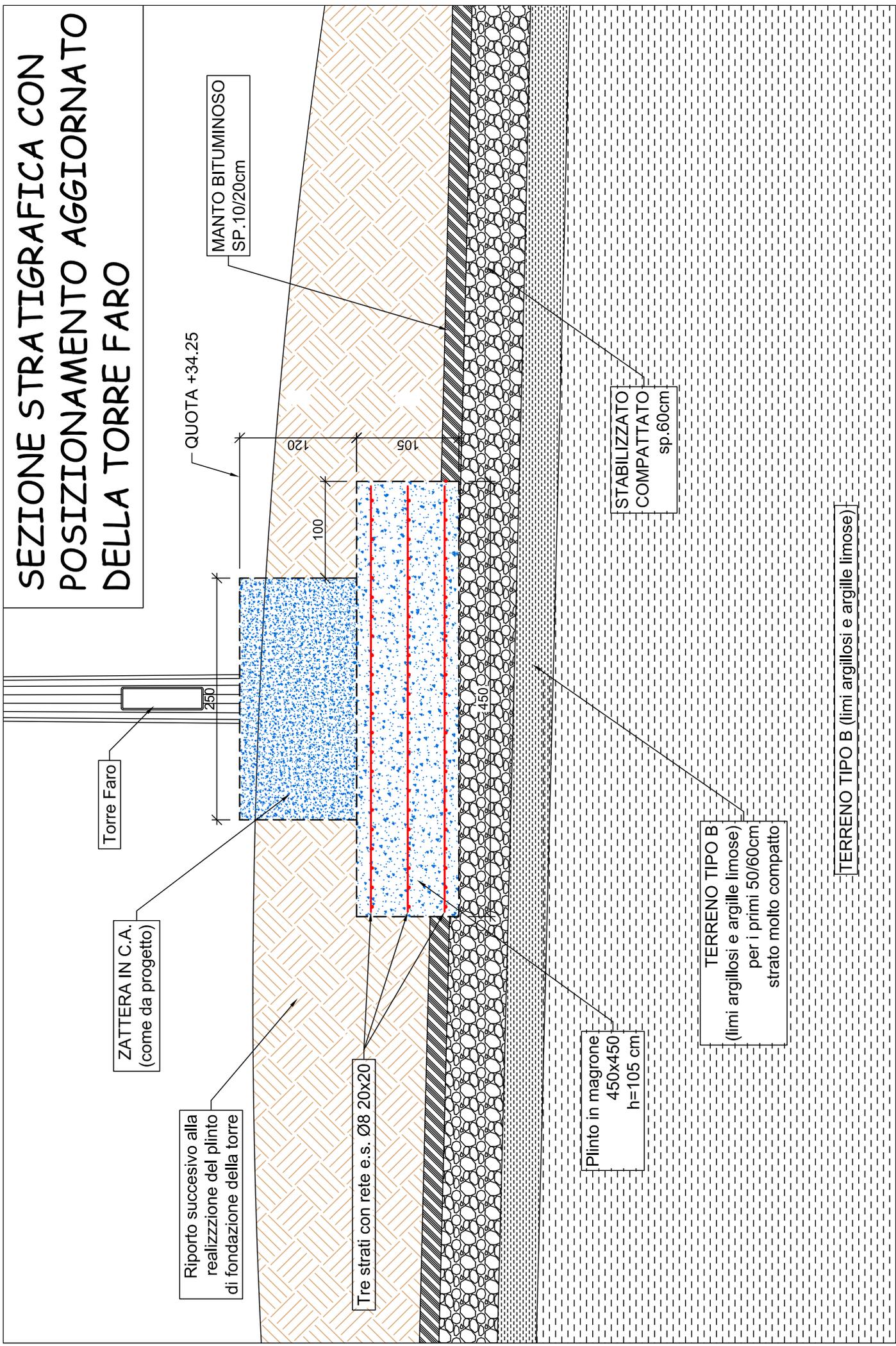
**Il valore della resistenza di calcolo del terreno è superiore alla massima pressione di contatto  $\sigma_t = 0.52 \text{ Kg/cm}^2$ .**

Nel seguito si allega elaborato grafico riportante la sezione aggiornata della fondazione della torre faro.



Il direttore dei lavori  
Dott. Ing. Raffaele Solustri

# SEZIONE STRATIGRAFICA CON POSIZIONAMENTO AGGIORNATO DELLA TORRE FARO



Torre Faro

ZATTERA IN C.A.  
(come da progetto)

Riporto successivo alla  
realizzazione del plinto  
di fondazione della torre

Tre strati con rete e s. Ø8 20x20

Plinto in magrone  
450x450  
h=105 cm

TERRENO TIPO B  
(limi argillosi e argille limose)  
per i primi 50/60cm  
strato molto compatto

STABILIZZATO  
COMPATTATO  
sp. 60cm

TERRENO TIPO B (limi argillosi e argille limose)

QUOTA +34.25

MANTO BITUMINOSO  
SP. 10/20cm

120

105

100

250

450

<b>Nome</b>	<b>TORRE FARO CON CORONA MOBILE</b>
<b>Modello</b>	<b>STMM/STMS</b>
<b>Serial number</b>	



*Questo manuale è rivolto agli utilizzatori delle strutture denominate "TORRE FARO CON CORONA MOBILE". Contiene le istruzioni per le operazioni di uso, manutenzione e regolazione. Questo manuale viene consegnato a corredo di ogni singola torre, ovvero, di ogni gruppo omogeneo di torri consegnate con unica fornitura.*

*All'interno del manuale vengono riportate le NORME ANTINFORTUNISTICHE che devono essere rispettate nelle attività di uso e manutenzione. Il responsabile di tali attività è il Direttore dei Lavori che deve verificare, approvare e far rispettare tutte le norme sulla sicurezza e igiene del lavoro vigenti al momento dell'intervento.*

**Manuale di istruzioni per l' uso**



**Seiesse Lighting S.r.l.**

Via dei carrettieri, 2 - 06088 S.Maria degli Angeli (Assisi) - PG

Tel: 075.80.59.91 - Fax: 075.80.42.958

E-mail: [commerciale@seiesselighting.com](mailto:commerciale@seiesselighting.com)

Web: [www.seiesselighting.com](http://www.seiesselighting.com)



**INDICE****0. PREMESSE**

1. Scopo del manuale di istruzioni
2. Come leggere il manuale di istruzioni
3. Conservazione del manuale di istruzioni
4. Aggiornamento Manuale di istruzioni
5. Destinatari
6. Glossario e pittogrammi

**1. INFORMAZIONI GENERALI**

1. Dati di identificazione del costruttore
2. Dati di identificazione e targhe della macchina
3. Dichiarazioni
4. Norme di Sicurezza
5. Informazioni sull'assistenza tecnica
6. Garanzia

**2. DESCRIZIONE MACCHINA**

1. Informazioni operative
2. Descrizione della struttura
3. Condizioni ambientali
4. Emissioni sonore
5. Dati tecnici
6. Fornitura standard

**3. SICUREZZA**

1. Avvertenze generali
2. Uso previsto
3. Controindicazioni d'uso
4. Zone pericolose
5. Dispositivi di sicurezza
6. Segnaletica
7. Rischi residui
8. Analisi dei rischi
9. DPI raccomandati per gli operatori
10. Arresto di emergenza
11. Procedura di ripristino

**4. ASSEMBLAGGIO FUSTO**

1. Premessa
2. Strumenti ed attrezzature per il montaggio
3. Montaggio del fusto della torre faro
4. Stoccaggio
5. Controlli preliminari
6. Verifiche

**5. ASSEMBLAGGIO CORONA**

1. Premessa
2. Attrezzature assemblaggio
3. Montaggio corona mobile
4. Sollevamento della Torre Faro
5. Ancoraggio della Torre Faro
6. Assemblaggio corona mobile

**6. FUNZIONAMENTO**

1. Prescrizioni iniziali
2. Unità di movimentazione

**7. MANUTENZIONE**

1. Isolamento del sistema
2. Operazioni preliminare di manutenzione
3. Lubrificazione
4. Istruzioni sulla manutenzione
5. Manutenzione ordinaria
6. Diagnosi inconvenienti/anomalie
7. Inattività
8. Imballo/Trasporto/Montaggio/Installazione

**A1. APPENDICE 1**

1. Dettaglio montaggio morsetto a cavallotto

## **1. SCOPO DEL MANUALE ISTRUZIONI PER L'USO E LA MANUTENZIONE**

Il presente Manuale di Istruzioni è parte integrante della Macchina ed ha lo scopo di fornire tutte le informazioni necessarie per:

- fornire agli operatori le corrette informazioni inerenti alle problematiche della sicurezza;
- la manipolazione della Macchina, imballata e disimballata in condizioni di sicurezza;
- la corretta installazione della Macchina;
- la conoscenza approfondita del suo funzionamento e dei suoi limiti;
- il suo corretto uso in condizioni di sicurezza;
- effettuare interventi di manutenzione in modo corretto e sicuro;
- smantellare la Macchina in condizioni di sicurezza e nel rispetto delle norme vigenti a tutela della salute dei lavoratori e dell'ambiente.

Questo documento presuppone che nelle zone, ove sia stata destinata la Macchina, vengano osservate le vigenti norme di sicurezza e igiene sul lavoro.

Le istruzioni, i disegni e la documentazione contenuti nel presente Manuale sono di natura tecnica riservata, di stretta proprietà del costruttore e non possono essere riprodotti in alcun modo, né integralmente, né parzialmente.

Il cliente ha, inoltre, la responsabilità di assicurarsi che, nel caso il presente documento subisca modifiche da parte del costruttore, solo le versioni aggiornate del Manuale siano effettivamente presenti nei punti di utilizzo.

## **2. COME LEGGERE IL MANUALE DI ISTRUZIONI**

Il Manuale è stato suddiviso in capitoli autonomi, ciascuno dei quali è rivolto ad una specifica figura di operatore (INSTALLATORE, CONDUTTORE E MANUTENTORE), per il quale sono state definite le competenze, necessarie ad operare sulla macchina in condizioni di sicurezza.

La sequenza dei capitoli risponde alla logica temporale della vita della Macchina.

Per facilitare l'immediatezza della comprensione del testo, vengono usati termini, abbreviazioni e pittogrammi, il cui significato è indicato al par. 6.

Il Manuale di Istruzioni è costituito da una cover, un indice e da una serie di capitoli (sezioni).

Nella pagina iniziale sono riportati i dati identificativi della Macchina e del modello (ed eventuale matricola), la revisione del Manuale Istruzioni e, infine, una fotografia/disegno del tipo di Macchina descritta, per agevolare il lettore nell'identificare la macchina ed il relativo manuale.

### **UNITÀ DI MISURA**

Le unità di misura presenti sono quelle previste dal sistema internazionale (SI).

## **3. CONSERVAZIONE DEL MANUALE DI ISTRUZIONI**

Il Manuale di Istruzioni va conservato con cura e deve accompagnare la Macchina in tutti i passaggi di proprietà che la medesima potrà avere nella sua vita.

La conservazione deve essere favorita maneggiandolo con cura, con le mani pulite e non depositandolo su superfici sporche.

Non debbono essere asportate, strappate o arbitrariamente modificate delle parti.

Il Manuale va archiviato in un ambiente protetto da umidità e calore e nelle prossime vicinanze della Macchina a cui si riferisce.

Il costruttore, su richiesta dell'Utilizzatore, può fornire ulteriori copie del Manuale di Istruzioni della Macchina.

## **4. METODOLOGIA DI AGGIORNAMENTO DEL MANUALE DI ISTRUZIONI.**

Il Costruttore si riserva il diritto di modificare il progetto e apportare migliorie alla Macchina senza comunicarlo ai Clienti, e senza aggiornare il Manuale già consegnato all'utilizzatore.

Per altro, in caso di modifiche alla Macchina installata presso il Cliente, concordate con il Costruttore e che comportino la modifica di uno o più capitoli del Manuale di Istruzioni, sarà cura del costruttore inviare ai

detentori del Manuale di Istruzioni coinvolti i capitoli interessati dalla modifica, con il nuovo modello di revisione globale dello stesso.

È responsabilità dell'utilizzatore, seguendo le indicazioni che accompagnano la documentazione aggiornata, sostituire in tutte le copie possedute i vecchi capitoli con i nuovi, la pagina iniziale e l'indice con quelle con il nuovo livello di revisione.

Il costruttore si ritiene responsabile per le descrizioni riportate in lingua italiana; eventuali traduzioni non possono essere verificate a pieno, per cui, se viene rilevata un'incongruenza, occorre prestare attenzione alla lingua italiana ed eventualmente contattare il nostro ufficio commerciale, che provvederà ad effettuare la modifica ritenuta opportuna.

## **5. DESTINATARI.**

Il Manuale in oggetto è rivolto: all'Installatore, all'Operatore e al Personale Qualificato abilitato alla manutenzione della macchina.

Si specifica che con "**OPERATORE**" si intende il personale incaricato di far funzionare, di regolare, di pulire, di eseguire la manutenzione ordinaria della macchina.

Con "**PERSONALE QUALIFICATO o OPERATORE QUALIFICATO**" si intendono quelle persone che hanno seguito corsi di specializzazione, formazione, ecc. ed hanno esperienza in merito ad installazione, messa in funzione e manutenzione, riparazione, trasporto della macchina.

Con "**PERSONA ESPOSTA**" si intende qualsiasi persona che si trovi interamente o in parte in una "zona pericolosa", ossia all'interno e/o in prossimità di una macchina in cui la presenza di una persona costituisca un rischio per la sicurezza, la salute o l'incolumità di tale persona.

### **Qualifica dei destinatari (vedi PAR. 0.6.)**

L'utilizzo della Torre Faro deve essere affidato a figure qualificate, in particolare in possesso dei seguenti requisiti:

- aver compiuto la maggiore età;
- essere fisicamente e psichicamente idonee a svolgere lavori di particolare difficoltà tecnica;
- essere state adeguatamente formate sull'uso e sulla manutenzione della macchina;
- essere state giudicate idonee dal datore di lavoro a svolgere il compito affidatogli;
- essere capaci di capire ed interpretare il manuale dell'operatore e le prescrizioni di sicurezza;
- conoscere le procedure di emergenza e la loro attuazione;
- possedere la capacità di azionare il tipo specifico di apparecchiatura;
- avere dimestichezza con le norme specifiche del caso;
- avere compreso le procedure operative definite dal Costruttore della macchina.

## **6. GLOSSARIO E PITTOGRAMMI**

Nel presente paragrafo vengono elencati i termini non comuni o comunque con significato diverso dal comune. Di seguito nel paragrafo vengono spiegate le abbreviazioni utilizzate ed il significato dei pittogrammi utilizzati per indicare la qualifica operatore e lo stato della Macchina. Il loro impiego permette di fornire rapidamente ed in modo univoco le informazioni necessarie alla corretta utilizzazione della Macchina in condizioni di sicurezza.

### **GLOSSARIO**

**ZONA PERICOLOSA:** Zona all'interno e/o in prossimità della macchina in cui la presenza di una persona esposta costituisca un rischio per la sicurezza e la salute della persona stessa (Allegato I, 1.1.1 Direttiva 2006/42/CE);

**PERSONA ESPOSTA:** Qualsiasi persona che si trovi interamente o in parte in una zona pericolosa (Allegato I, 1.1.1 Direttiva 2006/42/CE);

**OPERATORE:** Persona incaricata di installare, di far funzionare, di regolare, di eseguire manutenzione, di pulire, di riparare e di trasportare la macchina (Allegato I, 1.1.1 Direttiva 2006/42/CE);

**INTERAZIONE UOMO-MACCHINA:** Qualsiasi situazione nella quale un operatore si trova ad interagire con la macchina in una qualsiasi delle fasi operative in qualsiasi momento della vita della medesima;

**QUALIFICA DELL'OPERATORE:** Livello minimo delle competenze che deve possedere l'operatore per svolgere l'operazione descritta;

**NUMERO DI OPERATORI:** Numero di operatori adeguato per svolgere in modo ottimale l'operazione descritta e derivante da un'attenta analisi svolta dal costruttore, per cui l'utilizzatore di un numero diverso di

addetti potrebbe impedire di ottenere il risultato atteso o mettere in pericolo la sicurezza del personale coinvolto;

**PERICOLO RESIDUO:** Pericolo che non è stato possibile eliminare o sufficientemente ridurre attraverso la progettazione, contro il quale le protezioni non sono (o non sono totalmente) efficaci; sul manuale viene data l'informazione della sua esistenza e le istruzioni e gli avvertimenti per permetterne il superamento;

**COMPONENTE DI SICUREZZA:** Si intende un componente utilizzato per assicurare una funzione di sicurezza e di cui guasto o cattivo funzionamento pregiudica la sicurezza e/o la salute delle persone esposte (es. attrezzo di sollevamento; protettore fisso, mobile, registrabile, ecc., dispositivo elettrico, elettronico, ottico pneumatico, idraulico, che asserva, ossia interblocca, un protettore, ecc.);

### PITTOGRAMMI



Le descrizioni precedute da questo simbolo contengono informazioni/prescrizioni molto importanti, particolarmente per quanto riguarda la sicurezza. Il mancato rispetto può comportare:

- pericoli per l'incolumità degli operatori;
- perdita della garanzia contrattuale;
- declinazione delle responsabilità del costruttore.

### PITTOGRAMMI RELATIVI ALLA QUALIFICA DELL'OPERATORE

Simbolo	Descrizione
	<b>Manovale generico:</b> operatore privo di competenze specifiche, in grado di svolgere solo mansioni semplici su disposizioni di tecnici qualificati.
	<b>Conduttore di mezzi di sollevamento e di movimentazione:</b> operatore abilitato all'uso di mezzi per il sollevamento e la movimentazione di materiali e di macchine (seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore), in ottemperanza alle leggi vigenti nel Paese dell'utilizzatore della macchina.
	<b>Manutentore meccanico:</b> tecnico qualificato, in grado di condurre la macchina in condizioni normali, di farla funzionare con comando ad azione mantenuta (JOG) con protezioni disattivate, di intervenire sugli organi meccanici per effettuare le regolazioni, le manutenzioni e le riparazioni necessarie. <b>Tipicamente non è abilitato ad interventi su impianti elettrici in presenza di tensione.</b>
	<b>Manutentore elettrico:</b> tecnico qualificato, in grado di condurre la macchina in condizioni normali, di farla funzionare con comando ad azione mantenuta (JOG) con protezioni disattivate, è proposto a tutti gli interventi di natura elettrica di regolazione, di manutenzione e di riparazioni. <b>È in grado di operare in presenza di tensione all'interno di armadi e scatole di derivazione.</b>

Tab. 0.6.1

**PITTOGRAMMI RELATIVI ALLA SICUREZZA**

- I pittogrammi contenuti in un triangolo indicano **PERICOLO**.
- I pittogrammi contenuti in un cerchio impongono un **OBBLIGO/DIVIETO**.

Simbolo	Denominazione
	<u><b>TENSIONE ELETTRICA PERICOLOSA.</b></u>
	<u><b>SCHIACCIAMENTO DEGLI ARTI SUPERIORI.</b></u>
	<u><b>IMPIGLIAMENTO.</b></u>
	<u><b>PERICOLO GENERICO.</b></u>
	<u><b>NON RIMUOVERE I DISPOSITIVI DI SICUREZZA.</b></u>
	<u><b>DIVIETO DI PULIRE, OLIARE, INGRASSARE RIPARARE O REGISTRARE A MANO ORGANI IN MOTO.</b></u>
	<u><b>OBBLIGO DI CONSULTAZIONE MANUALE USO E MANUTENZIONE</b></u>
	<u><b>OBBLIGO DI CONTROLLARE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DELLE PROTEZIONI INSTALLATE</b></u>
	<u><b>NON MOVIMENTARE LA CORONA IN CASO DI VENTO</b></u>

Tab. 0.6.2

1

## INFORMAZIONI GENERALI

**1. DATI DI IDENTIFICAZIONE DEL COSTRUTTORE**

COSTRUTTORE

**SEI ESSE LIGHTING SRL**

Via Dei Carrettieri, 2

06081 S.Maria degli Angeli (Assisi) - PG

SEDE LEGALE – AMMINISTRATIVA

Via Dei Carrettieri, 2

06081 S.Maria degli Angeli (Assisi) - PG

SERVIZIO POST-VENDITA/RICAMBI

Tel.: 075 80.59.91

Fax: 075 80.42.958

CALL CENTER

Tel.: 075 80.59.91

Fax.: 075 80.42.958

CONTATTI

[www.seiesselighting.com](http://www.seiesselighting.com)[info@seiesselighting.com](mailto:info@seiesselighting.com)**2. DATI DI IDENTIFICAZIONE E TARGHE DELLA MACCHINA**

Ogni Macchina è identificata da una targa CE sulla quale sono riportati in modo indelebile i dati di riferimento della Macchina.

		Seiesse Lighting S.r.l.		
		06088 S.Maria degli Angeli [Pg] Italy Tel. +39 075 80.59.91 Fax. +39 075 80.42.958 info@seiesse.it www.seiesse.it		
POTENZA kW	<input type="text"/>	TENSIONE V	<input type="text"/>	
MASSA kg	<input type="text"/>	ANNO	<input type="text"/>	
SERIAL N°		<input type="text"/>		
TIPO / TYPE	<input type="text"/>			

**AVVERTENZE**

- ✓ La posizione della targa sulle torri faro è puramente indicativa e può variare da sistema a sistema

**3. DICHIARAZIONI**

La Macchina è realizzata in conformità delle Direttive Comunitarie pertinenti ed applicabili nel momento della sua immissione sul mercato.

Non rientrando nell' ALLEGATO IV della DIRETTIVA MACCHINE, il Costruttore provvede al percorso di Autocertificazione per l'apposizione della marcatura CE.

**Dichiarazione di Conformità CE**

<b>DICHIARAZIONE CE DI CONFORMITÀ</b>	
Il Costruttore	SEIESSE LIGHTING s.r.l.
Indirizzo	Via Dei Carrettieri, 2 06081 S.Maria degli Angeli (Assisi) - PG
<b>DICHIARA CHE</b>	
La Macchina	TORRE FARO CON CORONA MOBILE
Modello	Gamma Sei Esse Lighting
Matricola	00000201 ÷ 00000205
Usò previsto	
<b>E' CONFORME ALLE DIRETTIVE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>CE direttiva Consiglio 2006/42/CE</b> <i>Concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.</i></li> <li>• <b>CE direttiva Consiglio 2006/95</b> <i>Concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.</i></li> <li>• <b>DIRETTIVA 2004/108/CE</b> <i>concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.</i></li> <li>• <b>UNI EN ISO 12100-1, UNI EN ISO 12100-2, UNI EN 547 - 1, UNI EN 547 - 2, UNI EN 547 - 3, UNI EN 294, UNI EN 349, EN ISO 13850: 2006, CEI EN 60204-1, UNI EN ISO 14121-1: 2007.</b></li> </ul>	
<b>AUTORIZZA ALLA COSTITUZIONE DEL FASCICOLO TECNICO</b>	
<i>Il sig.</i>	
Residente in Via	
<i>Data</i>	
<i>Il titolare</i>	

**DIVIETO DI MESSA IN SERVIZIO**

*Non può essere messa in servizio dopo aver subito modifiche costruttive o integrazioni di altri componenti non rientranti nell'ordinaria o straordinaria manutenzione senza che sia di nuovo dichiarata conforme ai requisiti delle direttive sopra citate alle altre direttive di riferimento e alla normativa vigente.*

*Data*
*Il titolare*
**4. NORME DI SICUREZZA**

La Macchina è stata realizzata conformemente alle norme di sicurezza sotto elencate:

<b>UNI EN 547 - 1</b>	Sicurezza del macchinario. Misure del corpo umano. Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture per l'accesso di tutto il corpo nel macchinario.
<b>UNI EN 547 - 2</b>	Sicurezza del macchinario. Misure del corpo umano. Principi per la determinazione delle dimensioni richieste per le aperture per l'accesso.
<b>UNI EN 547 - 3</b>	Sicurezza del macchinario. Misure del corpo umano. Dati antropometrici.
<b>UNI EN ISO 12100-1</b>	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – (Parte 1: Terminologia di base, metodologia).
<b>UNI EN ISO 12100-2</b>	Sicurezza del macchinario - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – (Parte 2: Principi tecnici).
<b>UNI EN 294</b>	Sicurezza del macchinario - Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti superiori.
<b>UNI EN 349</b>	Sicurezza del macchinario - Aperture minime per evitare lo schiacciamento di parti del corpo umano.
<b>EN ISO 13850: 2006</b>	Sicurezza del macchinario - Impianto d'arresto d'emergenza, aspetti funzionali.
<b>UNI CEI EN 60204 - 1</b>	Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine Parte I: Regole generali.
<b>UNI CEI EN 60439 - 1</b>	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
<b>UNI EN ISO 14121-1: 2007</b>	Sicurezza del macchinario Valutazione del rischio Parte 1: Principi
<b>EN 1090-1</b>	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
<b>EN 1090-1</b>	Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio

**Tab. 1.4.1**

## **5. PREDISPOSIZIONI A CARICO DEL CLIENTE**

Fatti salvi eventuali accordi contrattuali diversi, sono normalmente a carico del Cliente:

- Predisposizioni dei locali, comprese eventuali opere murarie e/o canalizzazioni richieste;
- Alimentazione Elettrica della Macchina, in conformità alle Norme vigenti nel Paese di utilizzo.

## **6. GARANZIA**

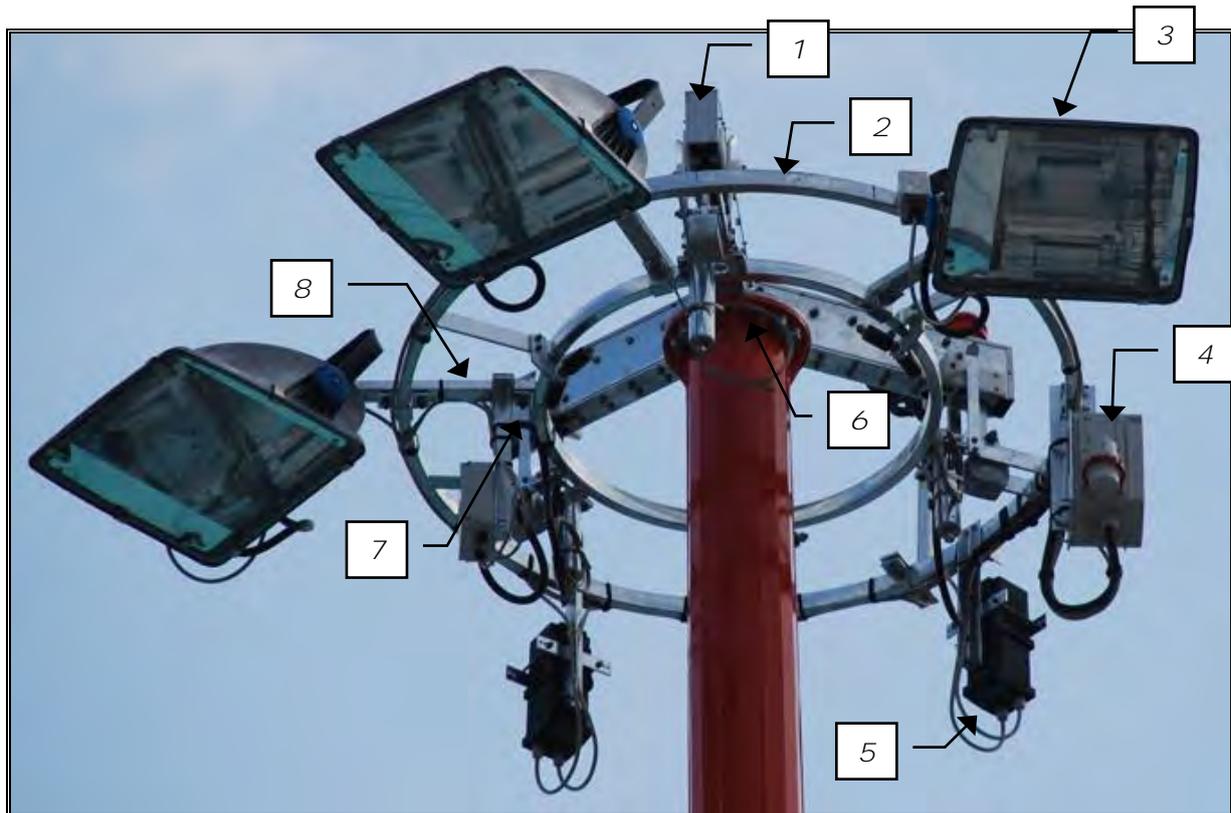
All'atto della consegna occorre verificare che la struttura e tutti gli accessori che la compongono non abbiano subito danni durante il trasporto.

L'acquirente potrà far valere i diritti sulla garanzia solo qualora abbia rispettato:

- le clausole riportate nel contratto;
- le condizioni generali di garanzia.

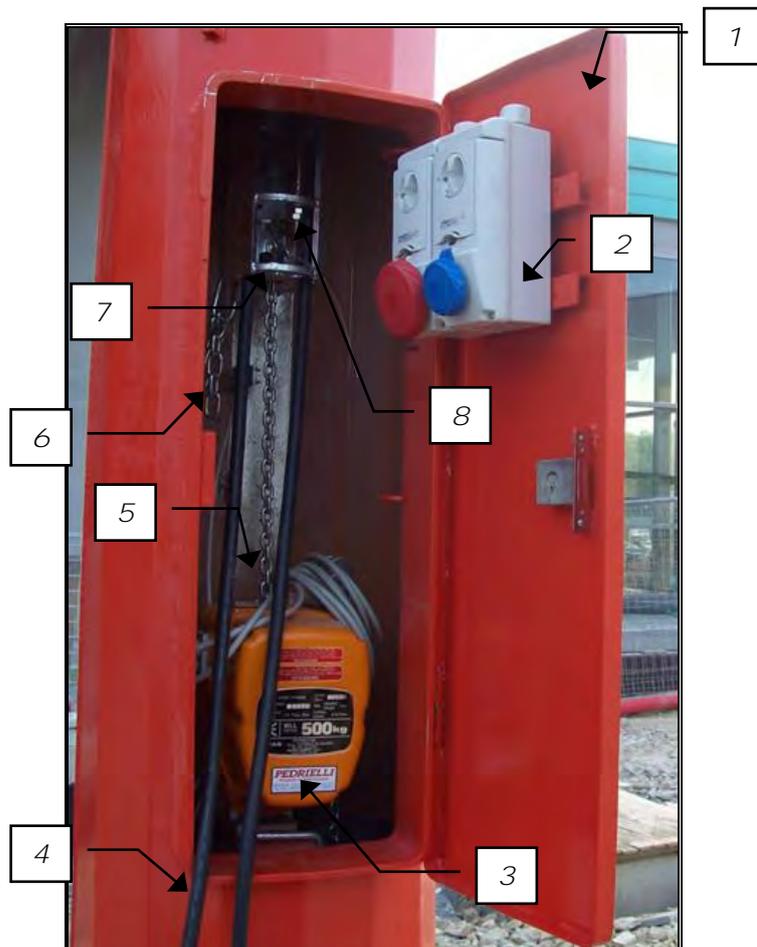
La garanzia perde validità nei seguenti casi:

- lesioni dovute ad errori di manovra;
- mancata o errata effettuazione della manutenzione ordinaria e straordinaria;
- si va oltre i limiti prestazionali della struttura.
- si utilizzano ricambi non originali e comunque non forniti o autorizzati dalla SEIESSE srl;
- non vengono seguite le istruzioni citate in questo manuale.

**2**
**DESCRIZIONE MACCHINA**
**1. INFORMAZIONI OPERATIVE**
**IMMAGINE CORONA/TESTA DI TRASCINAMENTO**

**Fig. 2.1.1**

Pos.	LEGENDA VISTA CORONA
1	TESTA DI TRASCINAMENTO
2	CORONA MOBILE PORTA PROIETTORI
3	PROIETTORI CON RELATIVE STAFFE
4	CASSETTA DI DERIVAZIONE CON PRESA INTERBLOCCATA
5	REATTORI CON RELATIVI SUPPORTI
6	FLANGIA DI TESTA
7	GRUPPO ASTE DI CENTRAGGIO/BALESTRE D'AGGANCIO - SGANCIO
8	BRACCETTI PORTA PROIETTORI

**Tab. 2.1.1**

**IMMAGINE SISTEMA MOTORIZZATO**

**Fig. 2.1.2**

Pos.	LEGENDA VISTA CORONA
1	PORTELLA DI ISPEZIONE
2	PRESE INTERBLOCCATE
3	ARGANO ELETTRICO DI SOLLEVAMENTO CON CONSOLLE DI COMANDO
4	CAVO ALIMENTAZIONE PROIETTORI
5	CATENA DI SOLLEVAMENTO
6	CATENA DI SICUREZZA
7	DISTRIBUTORE
8	TERMINALI FILETTATI PER FUNI DI ACCIAIO

**Tab. 2.1.2**
**! AVVERTENZE**

- ✓ LA TORRE FARO IN OGGETTO È STATA PROGETTA PER ESSERE MOVIMENTATA SIA MEDIANTE "UNITÀ DI SOLLEVAMENTO INTEGRATA", SIA MEDIANTE "UNITÀ DI SOLLEVAMENTO CARRELLATA" SIA MEDIANTE "UNITÀ DI SOLLEVAMENTO SEMI - INTEGRATA".

## **2. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

La struttura denominata TORRE FARO CON CORONA MOBILE è essenzialmente costituita da un elemento portante denominato stelo sul quale vengono fissati i vari componenti a completamento.

Lo stelo è realizzato con elementi componibili di varia lunghezza, realizzati in lamiera pressopiegata, a sezione troncoconica con base poligonale.

Lo spessore e la qualità della lamiera di acciaio sono valori definiti dall'analisi di calcolo appositamente elaborata.

Lo stelo si ottiene componendo tra loro i vari elementi innestati a pressione uno dentro l'altro. Un'adeguata pressione di innesto ottiene un consolidamento della giunzione tale da garantire la stabilità e la resistenza meccanica necessaria.

Lo stelo è composto da una serie di componenti adeguatamente fissati sullo stesso tramite viti e bulloni.

I componenti principali sono:

1. Testa di trascinamento (pos. 1 Fig. 2.1.1);
2. Corona mobile di supporto accessori (pos. 2 Fig. 2.1.1);
3. Tutti gli accessori e componenti dettagliatamente elencati nel manuale in oggetto.

### **2.1 STRUTTURA IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO**

In tali condizioni la struttura prevede:

- A. La corona mobile in posizione "superiore" agganciata alla sommità della testa di sollevamento;
- B. I 3 sistemi di aggancio/sgancio attivi con le 3 balestre appositamente collocate in relativa sede;
- C. La catena di sicurezza agganciata alla base della torre;
- D. Il portello di ispezione e manovra chiuso con serratura e chiave.

## **3. CONDIZIONI AMBIENTALI**



### **AVVERTENZE**

- ✓ ***Deve essere utilizzata per la manutenzione degli "ACCESSORI" disposti sulla CORONA MOBILE e la movimentazione della stessa non deve mai essere effettuata in condizioni metereologiche avverse (pioggia, neve, forte vento).***
- ✓ ***Attenzione: la Macchina non è adeguata a lavorare in ambienti con atmosfera esplosiva o corrosiva.***

## **4. EMISSIONI SONORE**

La struttura denominata TORRE FARO CON CORONA MOBILE, utilizzata per le finalità per cui è stata progettata, non può generare un'elevata pressione sonora.

La rumorosità prodotta dalla corona è trascurabile e comunque la pressione sonora non supera i 70 dB(A). Conseguentemente non è necessario l'utilizzo, da parte degli operatori, di dispositivi di protezione dell'udito.

## **5. DATI TECNICI**

Di seguito vengono riportati i principali dati tecnici relativi alla TORRE FARO A CORONA MOBILE in esame.

Modello	Testa Small	Testa Standard
Massa testa completa (Kg)	45	64
Superficie esposta al vento (testa) (m <sup>2</sup> )	0.20	0.24
Massa corona completa (Kg)	62	69
Superficie esposta al vento (corona) (m <sup>2</sup> )	0.22	0.25

**Tab. 2.5.1 – Testa di trascinamento e corona porta proiettori**

**! AVVERTENZE**

- ✓ *I componenti esposti sono protetti dagli agenti atmosferici mediante zincatura a caldo come da normativa UNI EN 1461 attualmente in vigore.*

Modello	Altezza (m)	Diam.base (mm)	Diam.Testa (mm)	N° tronchi	Peso Fusto (Kg)
STMM 15	15	352	180	2	454
STMM 16	16	364	180	2	493
STMM 18	18	387	180	2	573
STMM 20	20	410	180	2	656
STMS 20.1	20	480	200	2	778
STMS 20.2	20	540	200	2	856
STMS 20.3	20	600	200	2	930
STMS 20.4	20	680	240	2	1078
STMS 25.1	25	560	200	3	1104
STMS 25.2	25	620	200	3	1198
STMS 25.3	25	700	220	3	1361
STMS 25.4	25	760	240	3	1629
STMS 30.1	30	620	200	3	1424
STMS 30.2	30	700	200	3	1570
STMS 30.3	30	735	220	3	1983
STMS 30.4	30	820	240	3	2214
STMS 35.1	35	680	200	4	2067
STMS 35.2	35	780	240	4	2411
STMS 35.3	35	840	240	4	2574
STMS 35.4	35	880	240	4	2997

**Tab. 2.5.2 – Misure torri SEIESSE LIGHTING**
**! AVVERTENZE**

- ✓ *Per torri fuori standard riferirsi alle caratteristiche dimensionali riportate negli elaborati grafici allegati al presente manuale*

**6. FORNITURA STANDARD**

La Macchina è fornita completa per la messa in servizio.

A corredo è fornita di:

- Istruzioni per l'uso e la manutenzione;
- Targa con apposta marcatura CE;
- Manuale di uso e manutenzione del paranco elettrico;
- Manuale di uso e manutenzione delle Unità di movimentazione se fornite con la Torre Faro.

## 1. AVVERTENZE GENERALI DI SICUREZZA

### **!** AVVERTENZE

- ✓ ***Prima di rendere operativo il Sistema leggere attentamente le istruzioni contenute nel presente Manuale e seguire attentamente le indicazioni in esso riportate.***

Il costruttore ha dotato il Sistema "TORRE FARO CON CORONA MOBILE" di tutte le protezioni e i dispositivi di sicurezza ritenuti necessari ed, infine, l'ha corredato delle informazioni sufficienti perché venga utilizzato in modo sicuro e corretto.

A tal fine, in ogni capitolo, quando necessario, per ogni interazione uomo-Sistema, sono state indicate le seguenti informazioni:

- Qualifica minima dell'operatore richiesta;
- Numero di operatori necessari;
- Stato del Sistema;
- Pericoli residui;
- Mezzi personali di protezione necessari o consigliati;
- Prevenzione di errori umani;
- Divieti/obblighi relativi a comportamenti scorretti ragionevolmente prevedibili;

L'utilizzatore può opportunamente integrare le informazioni fornite dal costruttore con istruzioni di lavoro supplementari, ovviamente non in contrasto con quanto riportato nel presente Manuale di Istruzioni, per contribuire all'utilizzo sicuro del Sistema.

Ad esempio, si deve fare molta attenzione all'abbigliamento che indossa chiunque intervenga sul Sistema.

- Evitare l'uso di vestiti con appigli che possano rimanere agganciati a parti del Sistema;
- Evitare di utilizzare cravatte o altre parti di abbigliamento svolazzanti;
- Evitare di portare anelli ingombranti o bracciali che possano impigliare le mani ad organi del Sistema.

Quando necessario nel Manuale saranno specificate ulteriori raccomandazioni a cura dell'utilizzatore sulle misure di prevenzione, sui dispositivi di protezione individuale e/o collettiva, sulle informazioni atte a prevenire gli errori umani e sui divieti relativi comportamenti non consentiti ragionevolmente prevedibili.

È comunque indispensabile seguire diligentemente le seguenti indicazioni:

- È assolutamente vietato far funzionare il Sistema in modo automatico con i protettori fissi e/o mobili smontati;
- È assolutamente vietato inibire le sicurezze installate sul Sistema;
- Le operazioni "a sicurezza ridotta" devono essere effettuate rispettando scrupolosamente le indicazioni fornite nelle relative descrizioni;
- Dopo un'operazione "a sicurezza ridotta" lo stato del Sistema con protezioni attive deve essere ripristinato al più presto;
- Le operazioni di lavaggio devono essere effettuate con i dispositivi di separazione elettrica sezionati;
- Non modificare per alcun motivo parti del Sistema; in caso di malfunzionamento, dovuto ad un mancato rispetto di quanto sopra, il costruttore non risponde delle conseguenze. Si consiglia di richiedere eventuali modifiche direttamente al costruttore;
- Pulire i rivestimenti delle macchine, i pannelli e i comandi con panni soffici e asciutti o leggermente imbevuti di una blanda soluzione detergente; non usare alcun tipo di solvente, come alcool o benzina, in quanto se superfici si potrebbero danneggiare;
- Collocare le macchine come stabilito all'atto dell'ordine di schemi forniti dal costruttore; in caso contrario non si risponde di eventuali inconvenienti.

## **!** AVVERTENZE

- ✓ **Il fabbricante si ritiene sollevato da ogni responsabilità per danni causati dal Sistema a persone, animali o cose in caso di:**
- **uso del Sistema da parte di personale non adeguatamente addestrato;**
  - **uso improprio del Sistema;**
  - **difetti di alimentazione elettrica;**
  - **installazione non corretta;**
  - **carenze della manutenzione prevista;**
  - **modifiche o interventi non autorizzati;**
  - **utilizzo di ricambi non originali o non specifici per il modello;**
  - **inosservanza totale o parziale delle istruzioni;**
  - **uso contrario a normative nazionali specifiche;**
  - **calamità ed eventi eccezionali.**

### **Prescrizioni generali**

Gli elementi mobili debbono essere sempre utilizzati secondo le prescrizioni del costruttore, come indicato in questo Manuale, che deve essere sempre a disposizione sul luogo di lavoro.

Tutte le dotazioni di sicurezza poste sugli elementi mobili per evitare incidenti e salvaguardare la sicurezza non possono essere modificate, né asportate, ma devono essere adeguatamente salvaguardate.

L'utilizzatore deve informare tempestivamente il datore di lavoro o il suo diretto superiore su eventuali difetti o anomalie presentate dagli elementi mobili.

### **Controlli e verifiche**

Devono essere controllati come indicato al capitolo del presente libretto.

Qualora le parti consumate o difettose non vengano tempestivamente sostituite, il costruttore non si assume alcuna responsabilità per i danni da incidenti che potrebbero derivarne.

Le verifiche devono essere effettuate da persona esperta; devono essere di tipo visivo e funzionale, con lo scopo di garantire la sicurezza del Sistema. Esse comprendono:

- verifica di tutte le strutture portanti, che non debbono presentare alcuna cricca, rottura, danneggiamento, deformazioni, corrosione, usura o alterazione rispetto alle caratteristiche originali;
- verifica di tutti gli organi meccanici;
- verifica di tutte le sicurezze installate sul Sistema;
- verifica di tutti i collegamenti con perni e viti;
- verifica funzionale del Sistema;
- verifica dello stato del Sistema;
- verifica della tenuta ed efficienza dell'impianto pneumatico.

I risultati di questa verifica dovranno essere riportati su una scheda.

## **!** AVVERTENZE

- ✓ **Se vengono rilevate anomalie, queste dovranno essere eliminate prima di rimettere in funzione la macchina, e l'esperto che esegue la verifica dovrà annotare su una scheda apposita l'avvenuta riparazione, dando così il benestare all'uso della macchina.**

La persona che esegue la verifica, se trova delle cricche o anomalie pericolose deve darne tempestiva comunicazione al costruttore del Sistema.

Mettere il Sistema fuori servizio qualora si verificano anomalie di funzionamento provvedendo alle opportune verifiche e/o riparazioni.

Accertarsi, che tra le parti di Sistema, non ci siano oggetti.

Controllare che dopo un qualsiasi intervento di manutenzione nessun oggetto rimanga tra gli organi in movimento.

Al fine di garantire la massima sicurezza nella movimentazione del Sistema è comunque VIETATO:

- Manomettere qualche parte del Sistema;
- Lasciare gli elementi mobili incustoditi;

- Utilizzare il Sistema funzionante ma non in completa efficienza;
- Modificare il Sistema per cambiare l'uso originariamente stabilito, senza autorizzazione esplicita del Costruttore o senza l'assunzione della completa responsabilità imposta dalla Direttiva Macchine 2006/42/CE;
- Movimentare le parti mobili con operazioni manuali in caso di assenza di energia.

## **2. USO PREVISTO**

Il Sistema in esame "TORRE FARO CON CORONA MOBILE" è stato progettato per consentire l'installazione di ACCESSORI ILLUMINANTI ad una determinata quota rispetto al piano medio del terreno circostante. Normalmente la struttura di fissaggio degli ACCESSORI o CORPI ILLUMINANTI è costituita da una corona circolare di adeguato diametro e resistenza meccanica progettati in funzione della quantità e delle dimensioni degli accessori stessi. La peculiarità del Sistema sta nel fatto che, per mezzo di una pulsantiera ed in condizioni ambientali normali, sia sempre possibile portare il corpo illuminante ad altezza d'uomo al fine di poter facilmente intervenire per le normali fasi di manutenzione senza dover salire fino alla sommità della torre faro. In seguito la corona e gli ACCESSORI sono riportati alla quota di utilizzo nominale mediante apposita unità di sollevamento.

Le Torri faro a Corona Mobile devono essere azionate solo in perfette condizioni di efficienza e da personale di servizio addestrato, in stretta osservanza delle condizioni di esercizio e manutenzione riportate nelle presenti istruzioni per l'uso.

Ogni impianto può prevedere la presenza di più di una struttura TORRE FARO CON CORONA MOBILE anche di tipologia diversa (altezza, dimensioni, quantità e tipologia di accessori).

La scelta dei materiali usati per la costruzione, del tipo di lavorazioni ed eventuali trattamenti, dei sistemi di fissaggio, viene fatta dalla SEIESSE srl in funzione dell'uso specifico per il quale la struttura è stata progettata e costruita.

Eventuali usi sostanzialmente diversi possono:

- arrecare danni a persone e a cose;
- pregiudicare il buon funzionamento della struttura;
- danneggiare gli accessori installati.

**N.B. NELLE STRUTTURA OGGETTO DEL PRESENTE MANUALE POSSONO ESSERE INSTALLATI ESCLUSIVAMENTE CONDUTTORI E ACCESSORI ELETTRICI MARCATI CE E ALIMENTATI CON CORRENTE ELETTRICA MONOFASE E/O TRIFASE IN BASSA TENSIONE (MAX. 400 V<sub>ca</sub>).**



### **AVVERTENZE**

- ✓ *L'uso di prodotti/materiali diversi da quelli specificati dal Costruttore, che possono creare danni alla Macchina e situazioni di pericolo per l'operatore e/o le persone vicine alla Macchina, è considerato scorretto o improprio.*
- ✓ *L'uso del Sistema per attività non previste in progetto e non elencate in questo manuale solleva la SEIESSE LIGHTING srl da qualsiasi responsabilità diretta o indiretta.*
- ✓ *Il Sistema deve essere utilizzato, riparato e sottoposto a manutenzione esclusivamente da parte di personale qualificato che conosca le sue caratteristiche e che sia a conoscenza delle procedure di sicurezza.*
- ✓ *Qualunque modifica arbitraria apportata al Sistema, solleva la SEIESSE LIGHTING srl da qualsiasi responsabilità per danni o lesioni anche gravi, che possano risultare agli operatori, a terzi e a cose.*
- ✓ *Un corretto uso del Sistema, una scrupolosa osservanza delle norme elencate in questo manuale e l'applicazione rigorosa di tutte le precauzioni per prevenire eventuali situazioni di pericolo consentiranno di evitare incidenti e infortuni.*
- ✓ *La SEIESSE LIGHTING srl declina ogni responsabilità anche nel caso in cui le protezioni originali fornite a corredo del Sistema risultino mancanti, non correttamente montate, manomesse o spostate dalla loro posizione originale che è indicata negli schemi di montaggio e nei disegni esposti.*

### 3. CONTROINDICAZIONI D'USO

Il Sistema TORRE FARO A CORONA MOBILE non deve essere utilizzato:

- Per utilizzi diversi da quelli esposti al paragrafo precedente (Par. 3.2) e per usi diversi o non menzionati nel presente manuale;
- Come struttura di sostegno per motorizzazioni e/o macchine di ogni tipo;
- Come struttura di sostegno per apparecchiature di sollevamento di qualsiasi tipo;
- Come struttura di sostegno per contenitori di sostanze corrosive, infiammabili e/o esplosive;
- Priva di basamento calcolato, costruito e verificato dal Direttore dei Lavori nel luogo d'installazione;
- In atmosfera esplosiva, corrosiva o ad alta concentrazione di polveri o sostanze oleose in sospensione nell'aria;
- In atmosfera a rischio d'incendio;
- Priva di collegamento all'impianto di messa a terra;
- Collegata ad un impianto di messa a terra con caratteristiche non regolamentari;
- Per installare apparecchiature, sistemi, generatori di radiofrequenze comunque pericolosi e/o dannosi per le persone, gli animali e/o l'ambiente;
- Apportando modifiche al Sistema di azionamento del Sistema;
- Come struttura di ancoraggio;
- Con dispositivi di sicurezza esclusi o non funzionanti;
- Con ponticelli elettrici e/o mezzi meccanici che escludano utenze/parti del Sistema stessa.



### AVVERTENZE

- ✓ **Prima dell'uso occorre inoltre:**
  - **controllare che tutti gli elementi di giunzione siano correttamente serrati;**
  - **controllare che la catena/cavo si avvolga/svolga correttamente;**
  - **controllare che la portata del paranco sia superiore al peso sollevato e che il peso sia correttamente distribuito sulla corona porta proiettori secondo le prescrizioni del fornitore;**
  - **utilizzare le catene/cavi raccomandati da SEIESSE LIGHTING srl;**
  - **controllare l'integrità della catena e dei cavi;**
  - **controllare che il paranco conservi sempre le targhette di identificazione;**
  - **non utilizzare particolari modificati o deformati;**
  - **informare sempre le persone presenti nelle vicinanze che sta per iniziare una salita/discesa.**
- ✓ **Durante l'uso occorre inoltre:**
  - **accertarsi che i proiettori dopo qualsiasi tipo d'intervento siano fissati correttamente;**
  - **controllare che la catena in fase di utilizzo scorra correttamente;**
  - **evitare un funzionamento discontinuo, a scatti, ma agire sui comandi della pulsantiera in maniera continua;**
  - **accertarsi che la corona sia perfettamente stabile prima di invertire la direzione di salita/discesa;**
  - **non azionare il comando di salita se la corona porta proiettori non è perfettamente centrata ed orizzontale;**
  - **non fare scendere/salire la corona qualora ci sia la catena attorcigliata o danneggiata (qualora si verificassero tali condizioni, informare immediatamente il fornitore);**
  - **non fare oscillare la corona in fase di salita/discesa;**
  - **non fare urtare la catena o il cavo contro spigoli o superfici che potrebbero danneggiarli;**
  - **non utilizzare il paranco se la catena salta o se il paranco è troppo rumoroso;**
  - **non tirare il cavo della pulsantiera e qualora non rispettasse le misure di sicurezza informare immediatamente il fornitore;**
  - **non procedere alle operazioni di salita/discesa in caso di avverse condizioni meteorologiche (pioggia pericolo di fulmini, neve) o di forte vento (max, grado 2 della scala di Beaufort);**
  - **prima di fare salire la corona mobile, controllare di non avere lasciato utensili o altri oggetti su di essa;**
  - **verificare lo stato dei proiettori, il bloccaggio dei dadi, gli allacciamenti alla cassetta di derivazione ed il fissaggio del cavo elettrico.**

- ✓ **Dopo l'uso occorre inoltre:**
- **non lasciare incustodito il paranco dopo l'utilizzo;**
  - **accertarsi che la portella sia sempre chiusa a chiave (quest'ultima dovrà essere asportata e conservata in luogo sicuro da un responsabile;**
  - **non lasciare mai incustodita la corona appoggiata sui piedistalli atti alla manutenzione.**

**! AVVERTENZE**

- ✓ **Le operazioni di salita e discesa della corona mobile devono essere effettuate esclusivamente mediante l'uso delle unità di sollevamento (interne ed esterne) di cui sono dotate le torri faro fornite dalla SEIESSE LIGHTING srl. Tali apparecchiature devono essere azionate da operatore esperto nel pieno rispetto delle indicazioni contenute nel manuale. L'accesso alla struttura ed ogni attività di uso e manutenzione devono essere impediti in caso di condizioni ambientali avverse e pericolose (temporali, pioggia, vento, neve, grandine, incendi).**

#### **4. ZONE PERICOLOSE**

Zona all'interno e/o in prossimità del Sistema in cui la presenza di una persona esposta costituisca un rischio per la sicurezza e la salute della persona stessa.

La zona pericolosa è ragionevolmente prevedibile nell'immediata vicinanza della postazione di lavoro dove sono state posizionate apposite protezioni al fine di ridurre al minimo il verificarsi di eventuali rischi salvo rischi residui che non possono essere eliminati per motivi di funzionalità del Sistema stesso.

**Il Sistema è dotato di apposita segnaletica apposta sulla stessa recante indicazioni relative ai rischi residui e alle prescrizioni da adottare per garantire un suo utilizzo in sicurezza nel corso degli anni.**

#### **Zone di rischio:**

- Sporgenze della corona mobile;
- Corona mobile in discesa;
- Struttura stessa per fenomeni di elettrocuzione ed elettrostatici;
- Zona all'interno del palo della torre con presenza di organi in movimento (catene, carrucole, rinvii).

#### **5. DISPOSITIVI DI SICUREZZA**

Nel Sistema sono installati i seguenti dispositivi di sicurezza:

1. ARRESTO DI EMERGENZA posto sulla consolle di comando;
2. PANNELLO DI PROTEZIONE UNITÀ MOTORIZZATA dotato di apposito lucchetto e chiave d'ispezione;
3. SISTEMA DI BLOCCAGGIO costituito da n.° 3 balestre destinate a non far gravare il peso della corona sulle funi;
4. CATENA DI SICUREZZA fissata sul distributore destinata ad entrare in funzione quando la corona mobile è agganciato sui tre punti di sicurezza e le funi sono allentate;
5. MICROINTERRUTTORE DI FINE CORSA destinato a garantire la certezza del funzionamento dell'aggancio.

#### **6. SEGNALETICA**

La segnaletica installata sul Sistema e della zona di lavoro dello stesso è la seguente (Tab. 3.6.1):

- Cartello indicante il divieto di effettuare operazioni di manutenzione con organi in movimento;
- Cartello indicante il divieto di rimuovere i dispositivi di sicurezza;
- Cartello indicante l'obbligo di controllare il corretto funzionamento delle sicurezze installate;
- Cartello indicante l'obbligo di consultazione del manuale uso e manutenzione;
- Cartello indicante il pericolo di elettrocuzione;
- Cartello indicante organi in movimento;

- Cartello indicante il pericolo di schiacciamento degli arti superiori;
- Cartello indicante il pericolo di impigliamento.

	<b><u>Non riparare e/o registrare durante il moto; Non pulire e/o lubrificare durante il moto; Vietato operare su organi in moto.</u></b>
	<b><u>Non rimuovere i dispositivi di sicurezza; Non rimuovere le protezioni del Sistema.</u></b>
	<b><u>Assicurarsi che i dispositivi di protezione siano adeguatamente fissati.</u></b>
	<b><u>Obbligo di consultazione del manuale.</u></b>
	<b><u>Pericolo di elettrocuzione.</u></b>
	<b><u>Schiacciamento degli arti superiori.</u></b>
	<b><u>Organi in movimento.</u></b>
	<b><u>Organi in movimento; pericolo di impigliamento.</u></b>
	<b><u>Non movimentare la corona in caso di vento</u></b>

Tab. 3.6.1

**7. RISCHI RESIDUI**
**DEFINIZIONE DI RISCHIO RESIDUO:**

"Pericolo non totalmente riducibile attraverso la progettazione e le tecniche di protezione, ovvero, pericolo potenziale non evidente".

È necessario far attenzione ai seguenti rischi residui (Tab. 3.6.2) che sono presenti all'atto dell'utilizzazione del Sistema e che non possono essere eliminati:

## 1. Tensione Elettrica;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>ATTENZIONE: RISCHI ELETTRICI PER PARTI SOTTO TENSIONE</u></b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>VIETATO L'USO ALLE PERSONE NON AUTORIZZATE;</u></b></li> <li>• <b><u>VIETATO ESEGUIRE LAVORI SU APPARECCHIATURE ELETTRICHE SOTTO TENSIONE.</u></b></li> </ul>
<b>Zona pericolosa</b>	All'interno del quadro elettrico dove sono state inserite coperture e segnaletica appropriate al fine di evitare il verificarsi di situazioni pericolose dovute all'utilizzo da parte di personale non autorizzato e non qualificato.
<b>Interventi risolutivi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segnaletica di sicurezza;</li> <li>• Protezioni fisse con appositi microinterruttori;</li> <li>• Chiave per apertura pannello quadro di comando;</li> <li>• manualistica con indicazioni per l'operatore.</li> </ul>

**Tab. 3.7.1**

**8. ANALISI DEI RISCHI**

Durante l'utilizzo della TORRE FARO CON CORONA MOBILE possono verificarsi alcune situazioni pericolose o situazioni di rischio riportate nella tabella seguente:

Pos.	Tipologia di rischio	Zona di rischio	Soluzioni apportate
A	Impigliamento; Trascinamento	sporgenze della corona mobile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso di adeguati DPI;</li> <li>• Operazione di sollevamento Effettuata dopo adeguati controlli;</li> <li>• segnaletica di sicurezza.</li> </ul>
B	Intrappolamento	corona mobile in discesa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posizionamento dell'operatore ad adeguata distanza (almeno 5 mt dal fusto);</li> <li>• Segnaletica di sicurezza;</li> <li>• Operazioni effettuate dopo adeguato controllo.</li> </ul>
C	Elettrocuzione Fenomeni Elettrostatici	struttura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obbligo di messa a terra della struttura.</li> </ul>
D	Danni alla salute	struttura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzo struttura per gli scopi previsti;</li> <li>• Raccomandazione utilizzo struttura in condizioni climatiche adeguate.</li> </ul>
E	Errori di montaggio	struttura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istruzioni dettagliate delle operazioni di montaggio;</li> <li>• Istruzioni sui controlli ciclici di verifica.</li> </ul>
F	Caduta	corona mobile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unità di sollevamento motorizzata;</li> <li>• N.° 3 funi portanti;</li> <li>• Catena di sicurezza in fase di esercizio;</li> <li>• N.° 3 balestre di aggancio.</li> </ul>
G	Illuminazione insufficiente	struttura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicazione del livello minimo d'illuminazione media per l'accesso e/o l'uso della struttura;</li> <li>• in caso di manutenzione in orari serali o notturni con scarsa illuminazione attrezzarsi con fonti illuminanti alternative.</li> </ul>

**Tab. 3.8.1**

**AVVERTENZE**

- ✓ *Il Sistema deve essere utilizzato solo ed esclusivamente con le protezioni inserite e perfettamente funzionanti onde evitare rischi di impigliamento e trascinamento degli arti superiori.*
- ✓ *È assolutamente vietato togliere o manomettere le targhe e gli adesivi di segnalazione. Se ciò dovesse essere riscontrato il costruttore declina ogni responsabilità sulla sicurezza dell'impianto.*
- ✓ *Il datore di lavoro ha il compito di provvedere all'istruzione del personale sui rischi da infortuni, sui dispositivi predisposti per la sicurezza dell'operatore, sui rischi di emissione da rumore e sulle regole antinfortunistiche generali previste dalle direttive internazionali e dalla legislazione del Paese di destinazione.*

## 9. DPI RACCOMANDATI PER GLI OPERATORI

Per gli operatori che devono utilizzare la struttura TORRE FARO CON CORONA MOBILE è raccomandato l'uso dei seguenti DISPOSITIVI di PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI).

DPI	Caratteristiche
Guanti protezione leggera	Per le operazioni meccaniche: resistenti a taglio. Abrasione. Lacerazione, perforazione.
Guanti dielettrici con isolamento $\geq 2500V$	Per le operazioni con apparecchiature in tensione. Devono essere sensibili al tatto e sottoposti a trattamento antibatterico.
Scarpe antinfortunistiche con lacci	Tipo con suola antiscivolo (coeff.: 0,30), antistatiche, antiforo.
Elmetto	Isolante fino a 1000 V, con bardatura e attacchi per sottotegola.
Giacca e pantalone	Realizzati con tessuti antistatici

**Tab. 3.9.1**

L'elenco della tabella può essere modificato, aggiornato e/o annullato dalle normative in vigore che devono essere osservate scrupolosamente.

**EVENTUALI NORME EMESSE SUCCESSIVAMENTE A QUESTA EDIZIONE DEL MANUALE E COMUNQUE IN VIGORE AL MOMENTO DELLO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ OPERATIVE SONO PREVALENTI SULLE INDICAZIONI CONTENUTE IN QUESTO MANUALE.**

## 10. ARRESTO DI EMERGENZA DEL SISTEMA

La MANOVRA DI ARRESTO DI EMERGENZA DEL SISTEMA, si esegue premendo i Pulsanti rossi a fungo (Fig. 5.10.1) di "Emergenza" dislocati lungo la stessa (vedi sez.3 "SICUREZZA").

Tale azione provoca l'immediato arresto di tutte le parti in movimento.



**Fig. 5.10.1**

## 11. PROCEDURA DI RIPRISTINO

La PROCEDURA DI RIPRISTINO di seguito descritta è applicabile per abilitare il funzionamento del Sistema dopo aver eseguito l'arresto in emergenza.

In seguito all'attivazione del pulsante d'emergenza gli organi in movimento si arresteranno con un transitorio accettabile e per ripristinare il Sistema occorrerà:

- Effettuare il riarmo manuale del Pulsante di Emergenza a fungo tramite la rotazione dello stesso in senso orario di circa 30 gradi o richiudere gli sportelli di sicurezza precedentemente aperti;
- premere il pulsante "CONSENSO ALLA MOVIMENTAZIONE";
- Azionare i pulsanti di movimentazione.

## 1. PREMESSA

Prima di procedere all'installazione della generica torre faro, al fine di diminuire per quanto possibile i tempi di montaggio e di evitare l'insorgere di qualsiasi evento problematico per il montaggio, si consiglia caldamente di valutare e verificare, possibilmente anche prima del giorno destinato all'installazione stessa, la presenza di alcune condizioni:

- programmazione dell'accesso al sito di installazione e del montaggio della torre faro, in relazione alle caratteristiche della viabilità, agli spazi di manovra disponibili, alla eventuale presenza di linee elettriche aeree;
- programmazione del montaggio in riferimento a possibili altre attività svolte nelle vicinanze del sito di installazione o sul sito stesso ed, eventualmente, alla necessità di completare l'installazione in un determinato intervallo di tempo;
- presenza e programmazione del coordinamento con le attività di altre imprese eventualmente presenti sul sito di installazione;
- presenza di specifiche autorizzazioni per il montaggio della torre faro;
- struttura di fondazione in cemento armato adeguatamente predisposta, ovvero:
  - le dimensioni del vano di alloggiamento della torre faro (diametro vano e profondità) devono essere conformi alle caratteristiche geometriche della torre stessa;
  - deve essere verificata la presenza di cavi annegati nella fondazione per il passaggio dei cavi di alimentazione dei proiettori installati sulla sommità della torre;
  - verificare che il tempo intercorso dal getto di calcestruzzo sia conforme al tempo di maturazione del calcestruzzo;
- disponibilità della totalità delle attrezzature e degli strumenti necessari per le fasi di montaggio;
- disponibilità della documentazione tecnica fornita da SEIESSE LIGHTING S.r.l. (relazioni tecniche, manuale di installazione, elaborati grafici).

## 2. STRUMENTI ED ATTREZZATURE PER IL MONTAGGIO DELLA TORRE FARO

Gli strumenti necessari per il corretto montaggio della generica torre faro eseguito dal personale preposto sono i seguenti:

- n. 2 tirfor aventi portata conforme al tipo di giunto, con fune di acciaio di lunghezza maggiore dell'altezza totale della torre faro da assemblare;
- n. 2 elementi trasversali in legno o in acciaio (traverse) da applicare alle estremità dei tronchi;
- n. 2 supporti in legno per ogni tronco costituente la torre faro;
- chiave dinamometrica per serraggio bulloni;
- strumento per controllare la verticalità della torre faro;
- n. 4 cunei in legno per la piombatura della torre faro;
- macchine di sollevamento idonee a spostare e posizionare i tronchi e gli accessori della torre faro;
- dotazione di utensili vari (chiavi, mazze, pinze, ecc).

## 3. MONTAGGIO DEL FUSTO DELLA TORRE FARO

Per il montaggio del fusto della generica torre faro devono essere eseguite le seguenti operazioni:

- a) posizionare il tronco inferiore o i tronchi inferiori in prossimità della struttura di fondazione in cemento armato;
- b) posizionare i tronchi costituenti la torre faro su supporti in legno, in posizione orizzontale, allineandoli uno dietro l'altro e verificando la sussistenza delle seguenti condizioni:
  - le linee di saldatura dei tronchi costituenti la torre faro devono essere allineate o appartenenti alla stessa generatrice (Fig. 4.3.1);
  - in corrispondenza delle parti interessate dal giunto per sovrapposizione non deve essere presente

- alcun materiale estraneo e/o prodotti delle precedenti lavorazioni (Fig. 4.3.1);
- c) segnare sul tronco di base con riferimento al giunto inferiore (Fig. 4.3.1), con un pennarello indelebile, nella zona interessata dal giunto a sovrapposizione, la distanza di innesto minima, la distanza di innesto nominale e la distanza di innesto massima, riportate nella successiva tab. 4.3.1 per ognuna delle torri faro prodotte da SEIESSE LIGHTING S.r.l.;

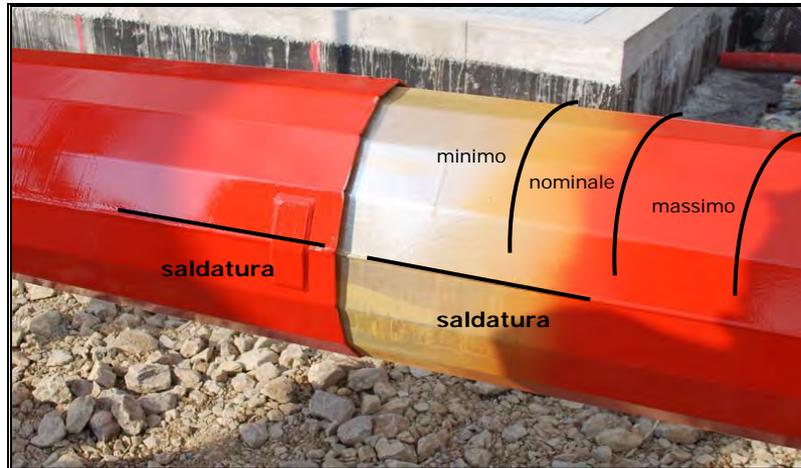


Fig. 4.3.1

Modello torre	Numero steli	Innesto inferiore (mm)			Innesto intermedio (mm)			Innesto superiore (mm)		
		Minimo	Nominale	Massimo	Minimo	Nominale	Massimo	Minimo	Nominale	Massimo
STMM15	2	410	600	720						
STMM16	2	419	600	720						
STMM18	2	437	600	720						
STMM20	2	454	600	720						
STMS20.1	2	526	650	780						
STMS20.2	2	571	800	960						
STMS20.3	2	618	800	960						
STMS20.4	2	709	800	960						
STMS25.1	3	673	800	960				501	600	720
STMS25.2	3	735	900	1080				534	650	780
STMS25.3	3	827	950	1140				597	750	900
STMS25.4	3	897	950	1140				648	750	900
STMS30.1	3	734	950	1140				532	700	840
STMS30.2	3	815	950	1140				574	700	840
STMS30.3	3	864	1050	1260				615	750	900
STMS30.4	3	918	1050	1260				595	750	900
STMS35.1	4	855	1000	1200	682	800	960	505	650	780
STMS35.2	4	984	1150	1380	789	900	1080	589	700	840
STMS35.3	4	1054	1200	1440	838	950	1140	617	750	900
STMS35.4	4	1100	1250	1500	872	1000	1200	634	750	900

Tabella 4.3.1 – Lunghezze di innesto delle torri faro prodotte dalla SEIESSE LIGHTING S.r.l..


**AVVERTENZE**

- ✓ Per torri fuori standard riferirsi alle indicazioni riportate negli elaborati grafici allegati al presente manuale. Non procedere al montaggio in assenza di tale documentazione.

- d) procedere manualmente, aiutandosi con una gru, all'infissione reciproca di due tronchi fin dove possibile, verificando contestualmente l'allineamento delle saldature;
- e) posizionare le traverse e le funi dei tirfor alle estremità dei tronchi come indicato nella successiva figura;

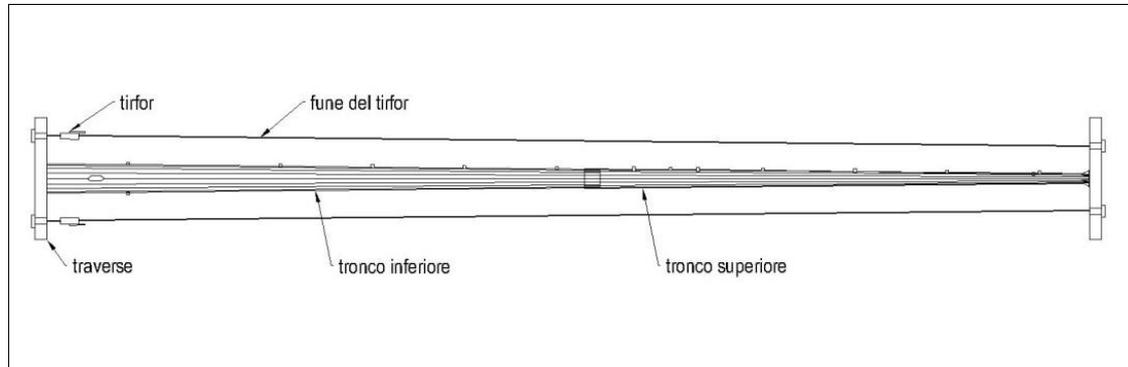


Figura 4.3.2 - Modalità di posizionamento delle traverse e dei tirfor.

- f) mettere in azione i tirfor, iniziando contemporaneamente la trazione delle due funi, procedendo lentamente ed uniformemente da ambo i lati fino ad ottenere un primo scorrimento delle superfici dell'incastro; in tale fase è necessario eseguire le seguenti operazioni:
- martellamento, previa interposizione di tavola in legno, nella zona del giunto per superare eventuali resistenze locali dovute a corpi estranei, come sabbia, terra parti di saldatura e/o zincatura;
  - verificare la perfetta linearità dei tronchi; in caso contrario occorre agire lentamente su uno dei tirfor per ripristinare la rettilinearità;
- g) proseguire la trazione fino a rifiuto, superando comunque il segno corrispondente alla distanza di innesto minima.
- h) ripetere eventualmente lo stesso procedimento per il giunto tra il tronco intermedio e il tronco superiore.

Le forze di innesto massime necessarie per realizzare correttamente i giunti delle torri faro prodotte dalla SEIESSE LIGHTING S.r.l. sono riportate nella successiva tab. 4.2.2.

### **! AVVERTENZE**

- ✓ **Nell'eventualità in cui i tirfor fossero di portata insufficiente a garantire la forza d'innesto di progetto si può eseguire il tiro con rinvio semplice o doppio per aumentare la forza d'innesto.**

Modello torre faro	Forze di innesto massima (Kgf)		
	Innesto Inferiore	Innesto Intermedio	Innesto Superiore
STMM15	1834	-	-
STMM16	1834	-	-
STMM18	1825	-	-
STMM20	1819	-	-
STMS20.1	2201	-	-
STMS20.2	3546	-	-
STMS20.3	4157	-	-
STMS20.4	4564	-	-
STMS25.1	3097	-	2323
STMS25.2	4035	-	2914
STMS25.3	4839	-	3821
STMS25.4	5227	-	4126
STMS30.1	3549	-	2615
STMS30.2	4194	-	3090
STMS30.3	5984	-	3419
STMS30.4	6708	-	3833
STMS35.1	4658	2981	2422
STMS35.2	5921	3707	2883
STMS35.3	6899	4369	3450
STMS35.4	7664	6131	3679

Tabella 4.3.2 – Forze di innesto massime per le torri faro prodotte dalla SEIESSE LIGHTING S.r.l..



### **AVVERTENZE**

- ✓ **Per torri fuori standard riferirsi alle indicazioni riportate negli elaborati grafici allegati al presente manuale. Non procedere al montaggio in assenza di tale documentazione.**

I giunti devono ritenersi correttamente realizzati al raggiungimento del rifiuto, prescindendo dalla forza applicata, purché i tirfor siano in grado di esercitare la forza di innesto prevista e siano stati correttamente utilizzati. Il fusto ottenuto eseguendo le precedenti operazioni è idoneo per il montaggio degli accessori della torre faro.

### **4. STOCCAGGIO**

In caso di inattività, la Macchina deve essere immagazzinata adottando le seguenti precauzioni:

- Immagazzinare la Macchina in luogo chiuso;
- Ingrassare le parti non verniciate;
- Proteggere la Macchina da urti e sollecitazioni;
- Proteggere la Macchina dall'umidità e da escursioni termiche elevate;
- Evitare che la Macchina venga a contatto con sostanze corrosive.

### **5. CONTROLLI PRELIMINARI**

Prima di ogni messa in funzione della Macchina è necessario effettuare le seguenti operazioni:

- Controllo di tutti i sistemi di sicurezza;
- Controllo delle protezioni;
- Controllo della segnaletica.

Prima della messa in funzione della Macchina, e' necessario eseguire una serie di verifiche e controlli allo scopo di prevenire errori od incidenti durante la fase di Messa in funzione:

- Verificare che la Macchina non abbia subito danni durante la fase di montaggio;
- Verificare, con particolare cura, l'integrità di quadri elettrici, pannelli di comando e cavi elettrici;
- Controllare l'esatto collegamento di tutte le fonti di energia esterne;
- Verificare il libero movimento e l'eventuale libera rotazione di tutte le parti mobili;

## **6. VERIFICHE**

Di seguito vengono indicate le verifiche e i controlli che vanno effettuati per un corretto funzionamento del sistema TORRE FARO CON CORONA MOBILE.

- Verifica del corretto serraggio dei bulloni. Il serraggio di viti e dadi è fondamentale per il corretto uso della TORRE FARO CON CORONA MOBILE;
- Verificare che non ci siano cricche, ammaccature, rigonfiamenti o lesioni di alcun tipo. Ogni tipo di lesione deve essere subito segnalata al Responsabile della Struttura. Tali verifiche vanno effettuate sia sulla periferia della base del tronco superiore sia sulla periferia della sommità del tronco inferiore;
- Verifica della rettilineità dello stelo. Eventuali deformazioni "ad arco" dello stelo, successivi alla fase di installazione, possono indicare problemi di tenuta meccanica dei giunti;
- Verifica della perpendicolarità della struttura. Tale verifica va effettuata durante l'installazione e successivamente mediante ispezioni cicliche che consentono di verificare la presenza di anomalie dovute a cedimenti del terreno o del basamento;
- Controllare il corretto stato di lavoro della connessione di terra;
- Verifica del corretto isolamento tra struttura e conduttori elettrici;
- Verifica dei componenti elettrici in dotazione. Verificare con cura le terminazioni e la copertura isolante nei tratti di cavi ispezionabili;
- Verifica della fune di acciaio e delle terminazioni. La fune deve essere ben lucida, non deve presentare punti di ruggine, non deve avere fili elementari rotti;
- Verificare l'integrità delle terminazioni con redance e morsetti a cavallotto;
- Verifica del corretto funzionamento dei rulli di contatto verso lo stelo. Devono poter ruotare liberamente intorno ai relativi perni.

**5**
**ASSEMBLAGGIO SISTEMA**
**1. PREMESSA**

La corretta esecuzione delle fasi di montaggio di questo componente della TORRE FARO A CORONA MOBILE è di vitale importanza al fine di escludere la possibilità di danni al personale addetto.

Tutte le attrezzature in dotazione alla squadra di montaggio sono sotto il diretto controllo del Responsabile del montaggio che deve provvedere, quando necessario, alla loro efficienza, manutenzione e sostituzione.

**2. ATTREZZATURE ASSEMBLAGGIO**

Le attrezzature specifiche necessarie per il montaggio del Sistema di movimentazione della Torre Faro a Corona Mobile sono le seguenti:

- ✓ set chiavi esagonali
- ✓ set chiavi tubolari
- ✓ n°1 chiave dinamometrica.
- ✓ n°1 cacciavite a taglio medio;
- ✓ n°1 cacciavite a croce medio;
- ✓ n°1 molla passacavi di adeguata lunghezza;
- ✓ n°3 funi di materiale non elastico di lunghezza uguale alla torre faro;

**3. MONTAGGIO CORONA MOBILE**

Per effettuare il corretto assemblaggio dell'intero sistema occorre seguire il seguente iter:

- a) posizionare il **FUSTO** della torre faro in posizione obliqua ad una distanza della sommità da terra superiore al raggio della corona mobile;
- b) Sollevare la **CORONA MOBILE** (corona porta proiettori) ed infilarla all'interno del palo avendo la cura di inserirla in modo tale che gli elementi di centraggio, Figura 5.3.1, siano rivolti verso la sommità del palo.

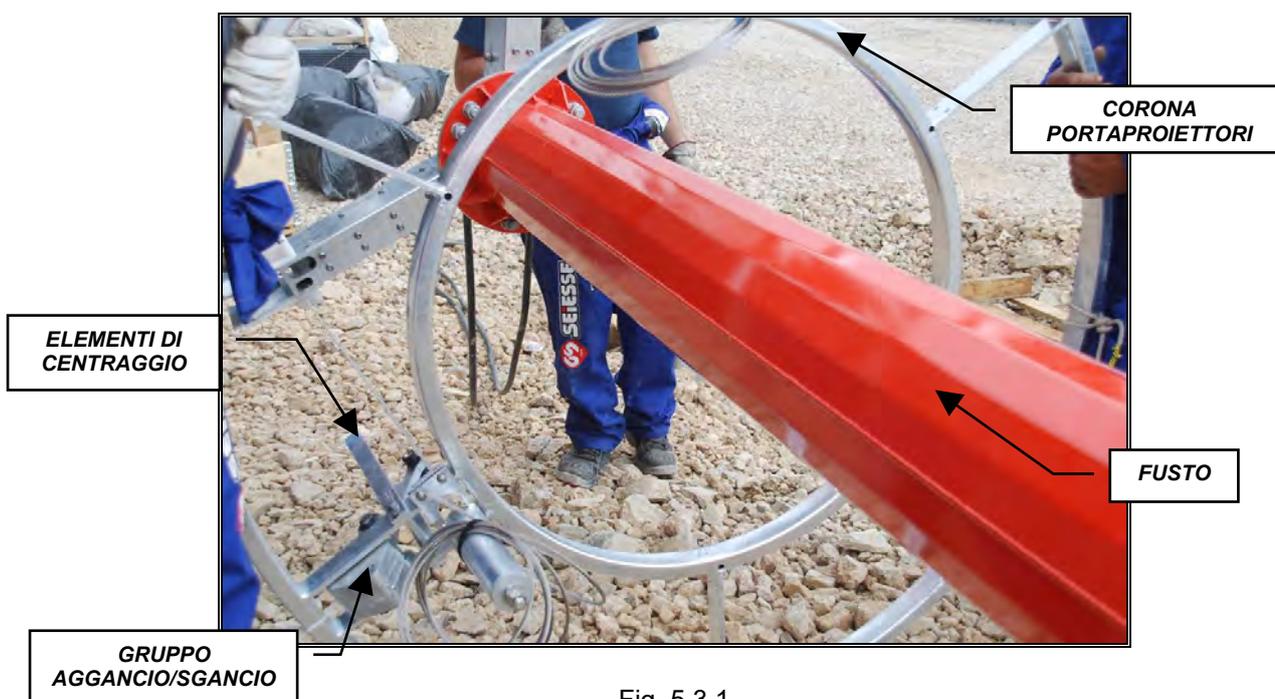


Fig. 5.3.1

- c) stendere i **CAVI DI ACCIAIO** a fianco della corona porta proiettori;
- d) Stendere **IL/I CAVO/I ELETTRICO/I** a fianco del fusto della **TORRE FARO A CORONA MOBILE** (il numero dei cavi è variabile a secondo delle caratteristiche elettriche e viene indicato sui disegni tecnici allegati);
- e) montare il **DISTRIBUTORE** come di seguito riportato (Fig. 5.3.2):

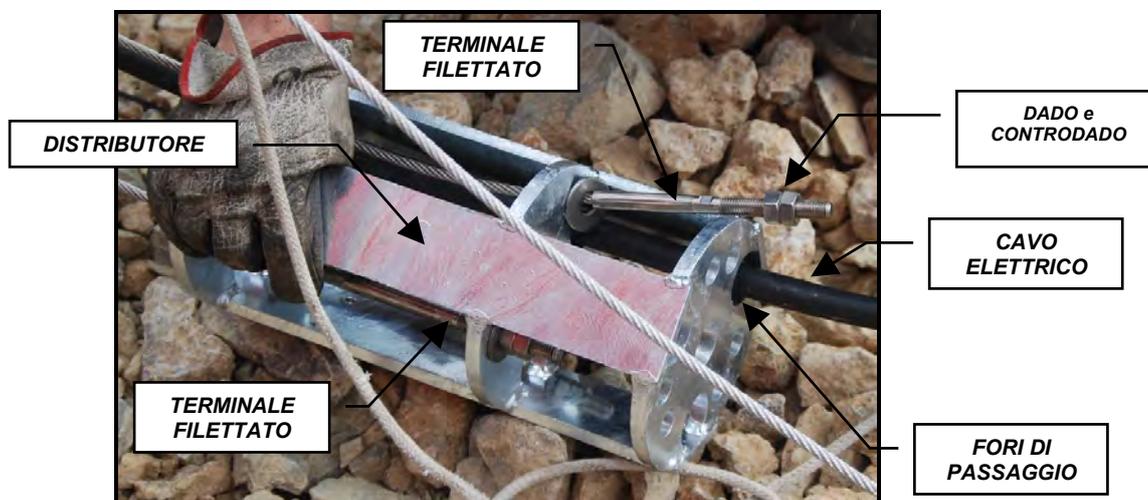


Fig. 5.3.2

- e1 - Prelevare il **DISTRIBUTORE** ed infilare negli appositi fori i terminali filettati delle funi in acciaio, che devono essere fissati con dado e controdado;
- e2 - Fissare il/i cavo/i elettrico/i negli appositi fori presenti sul **DISTRIBUTORE** mediante il fermacavo in alluminio (Fig. 5.3.3) facendo attenzione a lasciarne circa 1,5 mt. che fuoriesca dalla parte inferiore del distributore.

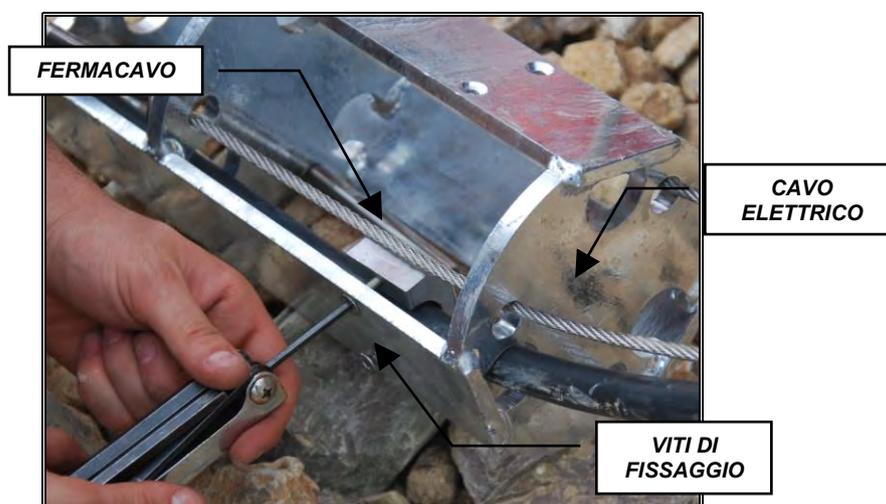


Fig. 5.3.3

- f) Inserire dal basso le parti libere dei cavi (elettrico e di acciaio) nella **TESTA DI TRASCINAMENTO** (Fig. 5.3.4). In questa fase è molto importante separare i cavi in modo che non si intreccino tra di loro. Introdurre dalla sommità il **DISTRIBUTORE** all'interno del palo (fig. 5.3.5) mediante una fune guida, fino a farlo fuoriuscire dalla portella d'ispezione di cui è dotato il tronco di base e farlo scorrere.

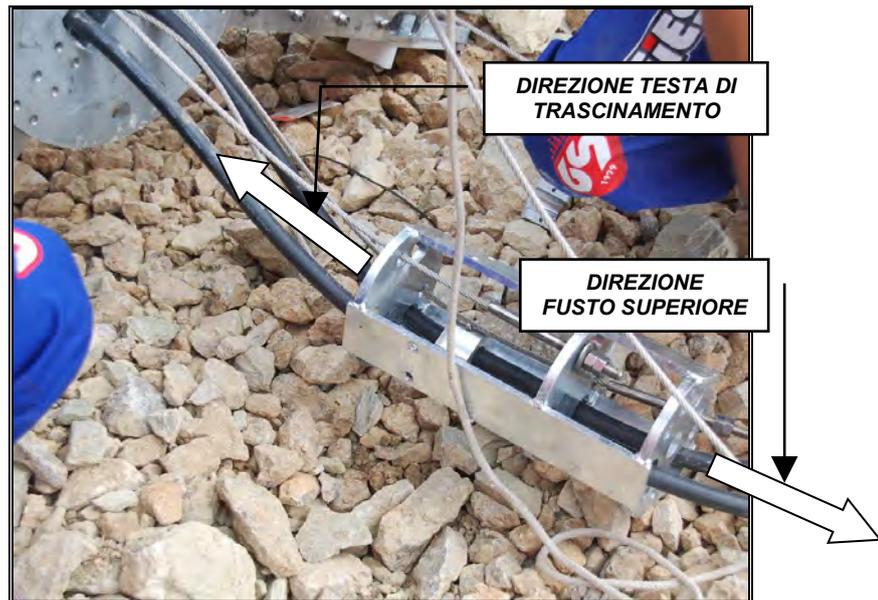


Fig. 5.3.4

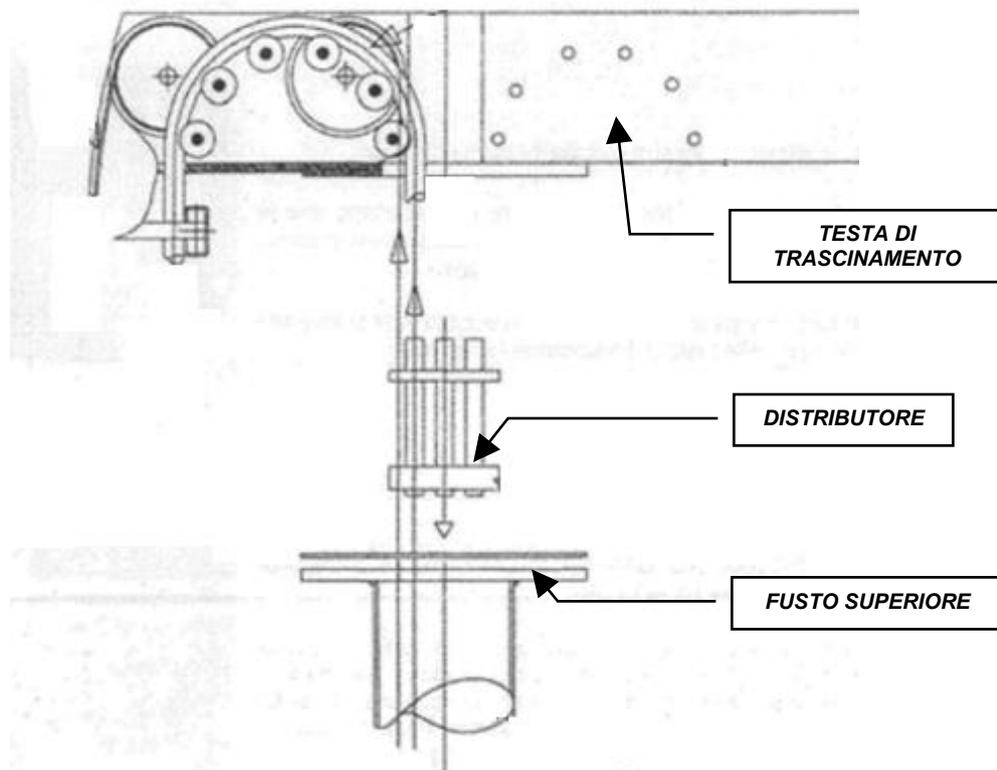


Fig. 5.3.5

g) montare la **TESTA DI TRASCINAMENTO** come di seguito riportato (fig. 5.3.6 e fig. 5.3.7):



Fig. 5.3.6

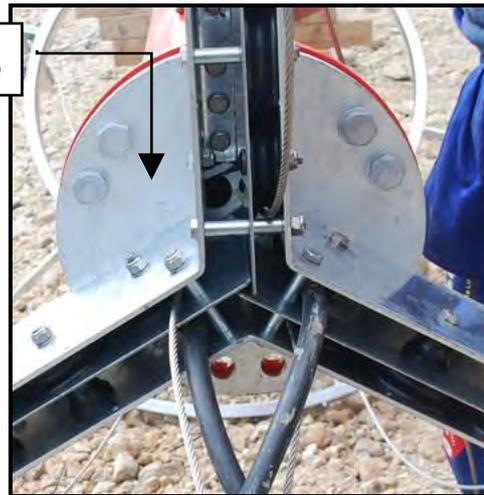


Fig. 5.3.7

- g1 – Avvicinare la testa alla sommità della torre e fissarla alla flangia saldata mediante apposita bulloneria;
- g2 – Serrare mediante apposita chiave dinamometrica seguendo le istruzioni riportate nella tabella presente nel manuale.

h) montare il **CARTER DI PROTEZIONE** (Fig. 5.3.8 e Fig. 5.3.9);

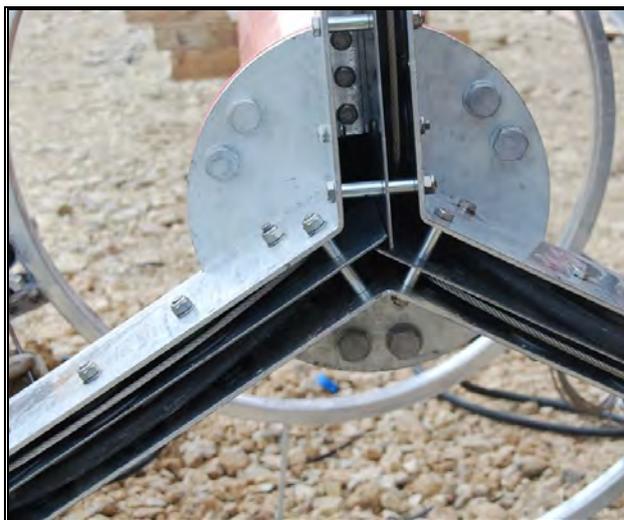


Fig. 5.3.8

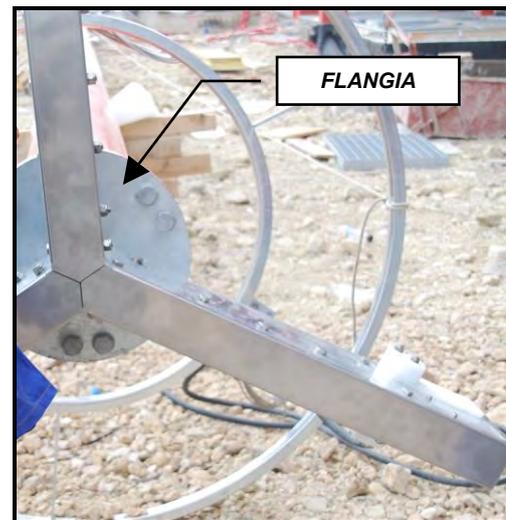


Fig. 5.3.9

- h1 – mettere in tensione il distributore e verificare che le funi metalliche e i cavi elettrici siano posizionati correttamente all'interno delle gole dove sono fissate apposite carrucole di scorrimento;
- h2 – montare il carter di protezione mediante apposita bulloneria.

i) fissare le **FUNI DI ACCIAIO** alla corona porta proiettori (Fig. 5.3.10):

**DADO e  
CONTRODADO**


Fig. 5.3.10

- j) Fissare alla corona mobile le tre funi in acciaio, utilizzando il terminale filettato con vite ad occhio (vedi appendice A1 per il corretto montaggio dei morsetti a cavallotto). Bloccare i sistemi con dado e controdado all'estremità del filetto in maniera da poter garantire la registrazione dell'assetto della corona sul piano orizzontale anche dopo aver montato i proiettori.
- k) Fissare il **CAVO ELETTRICO** alla corona (fig. 5.3.11) mediante apposito fermacavo dotato di viti di serraggio lasciando almeno 1,5 mt di cavo libero;



Fig. 5.3.11

- l) Posizionare la **CORONA MOBILE** collegando N°.3 funi di materiale non elastico a 120° sulla corona stessa favorendone la discesa senza peso;
- m) Fissare il distributore al fusto base mediante apposita **CATENA DI SICUREZZA** (fig. 5.3.12);



Fig. 5.3.11

- n) Durante il sollevamento della **TORRE FARO** occorre tenere in tensione la **CORONA MOBILE** mediante apposite funi precedentemente collegate.

**! AVVERTENZE**

- ✓ **Non agganciare la corona scarica in fase di innalzamento della Torre Faro;**
- ✓ **Prima di effettuare la fase di sollevamento della Torre Faro accertarsi che il rivestimento di zincatura e/o verniciatura non presenti cricche o alterazioni superficiali. Nel caso in cui si riscontrino tali problematiche occorre utilizzare apposita vernice a base di zinco per ripristinare suddette mancanze.**

**4. SOLLEVAMENTO DELLA TORRE FARO**

Il sollevamento della generica TORRE FARO A CORONA MOBILE, completamente montata a terra, deve essere effettuato rispettando determinate condizioni ed in particolare:

- le operazioni devono essere eseguite dal personale preposto in condizioni di assoluta sicurezza, in accordo alle indicazioni delle norme antinfortunistiche, indossando sempre i dispositivi di protezione individuale (DPI);
- le operazioni devono essere effettuate in condizioni meteorologiche favorevoli ed essere prontamente interrotte o evitate in condizioni meteorologiche avverse, ovvero in presenza di fenomeni meteorici (pioggia, neve) o di forte vento;
- le operazioni devono essere eseguite previa imbracatura della torre faro completamente montata a terra mediante fasce di adeguata portata, conformi alle normative vigenti in tema di sicurezza e perfettamente integre;
- imbracare la torre già assemblata per mezzo di fasce, delle quali il Responsabile del Montaggio dovrà testare la portata, verificare la totale integrità e la rispondenza alle norme di sicurezza vigenti;
- realizzare l'imbracatura "a strozzo" e posizionarla sotto la corona porta proiettori, indicativamente nelle posizioni sotto indicate;

<b>Altezza Torre Faro a Corona Mobile (mm)</b>	<b>Posizione Imbracatura dalla Base (mm)</b>
15.000	10.000
20.000	15.000
25.000	18.000
30.000	23.000
35.000	26.000

40.000

30.000

- le operazioni devono essere eseguite mediante gru di sollevamento di portata adeguata al peso totale della torre faro e dei relativi accessori e dotata di braccio di dimensioni superiori all'altezza della torre faro comprensiva degli accessori, al fine di evitare l'insorgere di danni connessi al contatto della parte inferiore della torre con il suolo.

**! AVVERTENZE**

- ✓ ***Al fine di scongiurare l'ipotesi (pur inverosimile) di sfilamento dei tronchi, inserire un Tirfor di sicurezza tra la base della torre ed il cappio in prossimità della testa della Torre faro a Corona Mobile. Tale fune ha, inoltre, la funzione di permettere una più facile discesa della fascia utilizzata per l'imbracatura;***
- ✓ ***indossare sempre elmetti di protezione guanti e calzature antinfortunistiche;***
- ✓ ***assicurare tra di loro i diversi tronchi componenti la Torre Faro a Corona Mobile con una corda di sicurezza (anche dopo il loro incastro) durante le operazioni di movimentazione del fusto;***
- ✓ ***evitare di sostare al di sotto delle masse sospese durante le operazioni di movimentazione dei fusti;***
- ✓ ***accertarsi della piena agibilità della zona nella quale si eseguono le operazioni di sollevamento della Torre Faro a Corona Mobile: badare in particolare che non vi siano nelle immediate vicinanze (a non meno di 5 mt) cavi di linee elettriche contro le quali potrebbe interferire la Torre Faro;***
- ✓ ***evitare di procedere nelle operazioni di sollevamento della Torre Faro a Corona Mobile in presenza di avverse condizioni meteorologiche (pioggia, pericolo di fulmini, neve) o di forte vento (max. grado 2 della Scala di Beaufort).***

**IL MANCATO RISPETTO DELLE NORME DI SICUREZZA E DEI CRITERI SOPRA INDICATI POTREBBE COSTITUIRE FONTE DI PERICOLI PER PERSONE O COSE SITUATE NELLE IMMEDIATE VICINANZE DELLE STRUTTURE OGGETTO DEL SOLLEVAMENTO.**

## **5. ANCORAGGIO DELLA TORRE FARO**

### **5.1 TORRE FARO A CORONA MOBILE SU FLANGIA DI BASE**

La preparazione del basamento va effettuata come segue:

- eseguire il plinto secondo disegno tecnico fornito dal costruttore in modo da garantire una corretta installazione e serraggio dei tirafondi;
- pulire l'estremità dei tirafondi da eventuali sporcizie o impurità;
- posizionare 4 dadi, uno ogni  $90^\circ$  perfettamente a livello e gli altri al di sotto di questi (fig. 5.5.1).

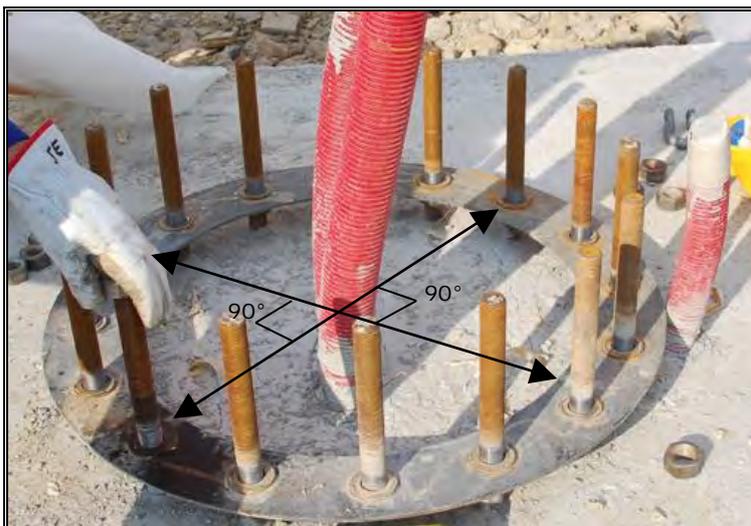


Fig. 5.5.1

- inserire il palo;
- fissare con rondella dado e controdamo (fig. 5.5.2);



Fig. 5.5.2

- procedere alla messa a piombo della TORRE FARO utilizzando apposita strumentazione di controllo rettilineità e agendo sui quattro bulloni di appoggio in caso di fuori piombo;
- serrare i rimanenti dadi e controdamo utilizzando apposita chiave dinamometrica e le tabelle di serraggio riportate;
- riempire lo spazio tra basamento e flangia con apposita malta espansiva.

MISURA VITE	Apertura chiave mm	CLASSI DI BULLONERIA											
		3,6 (4D)		5,6 (5D)		6,9 (6G)		8,8 (8G)		10,9 (10K)		12,9 (12K)	
		PV	MA	PV	MA	PV	MA	PV	MA	PV	MA	PV	MA
Filettatura vite		N	Nm	N	Nm	N	Nm	N	Nm	N	Nm	N	Nm
M 2	4	284	0,12	378	0,16	731	0,31	863	0,37	1216	0,52	1461	0,63
M 2,3	4,5	407	0,20	544	0,26	1049	0,51	1245	0,60	1755	0,84	2099	1,01
M 2,6	5	525	0,28	701	0,37	1353	0,73	1598	0,86	2246	1,21	2697	1,45
M 3	5,5	726	0,44	966	0,59	1863	1,13	2207	1,34	3109	1,88	3727	2,26
M 3,5	6	971	6,8	1294	0,90	2501	1,74	2962	2,06	4168	2,89	5001	3,48
M 4	7	1255	1	1677	1,34	3226	2,6	3825	3,04	5374	4,31	6453	5,15
M 5	8 9	2059	1,96	2736	2,65	5286	5,10	6257	6,03	8806	8,48	10591	10,2
M 6	10	2903	3,43	3864	4,51	7453	8,73	8836	10,3	12405	14,71	14906	17,65
M 7	10 12	4237	5,59	5649	7,45	10885	14,22	12945	17,16	18191	24,52	21771	28,44
M 8	13 14	5315	8,24	7090	10,79	13680	21,57	16230	25,50	22752	35,30	27361	42,17
M 10	15 16 17	8473	16,67	11278	21,57	21771	42,17	25792	50,01	36285	70,61	43542	85,32
M 12	18 19 20	12356	28,44	16475	38,25	31773	73,55	37658	87,28	52956	122,58	63547	147,10
M 14	21 22 23	16966	45,11	22654	60,8	43640	116,7	51681	138,27	72668	194,17	87280	235,36
M 16	24 25 26	23340	69,63	31087	93,16	60017	178,48	71197	210,84	100028	299,1	120132	357,94
M 18	27 28	28341	95,13	37854	127,49	72962	245,17	86495	289,3	121603	411,88	146120	490,34
M 20	30	36481	135,33	48641	180,44	93850	348,14	111306	411,88	156417	578,50	187798	696,28
M 22	32 34	45601	182,4	60802	245,17	117190	470,72	139255	558,98	195644	784,54	234380	941,44
M 24	36	52564	230,46	70020	308,91	135333	598,21	160340	710,99	225554	1000,28	270665	1196,42
M 27	41	69235	343,23	92281	460,92	177992	887,51	210844	1049,32	296163	1480,81	355984	1775,01
M 30	46	84044	465,82	112287	622,73	215748	1206,23	255955	1421,97	359906	2010,38	432476	2402,64

Tab. 5.5.1 – Tabella delle coppie di serraggio dei bulloni

## 5.2 TORRE FARO A CORONA MOBILE INFISSA NEL BLOCCO DI FONDAZIONE

L'ancoraggio della generica torre faro completamente montata ed interamente sollevata da terra deve essere eseguito rispettando la seguente successione:

- infilare la parte inferiore della torre faro nel vano di infissione ricavato nella struttura di fondazione in cemento armato;
- bloccare la torre faro mediante l'inserimento di n. 4 cunei in legno nello spazio compreso tra la parete del vano di infissione e la torre faro, disposti a 90° uno dall'altro;
- agire sulla posizione dei cunei in legno e verificare contestualmente il raggiungimento della perfetta verticalità della torre faro mediante l'impiego di strumento ottico di controllo;
- riempire lo spazio compreso tra la parete del vano di infissione e la torre faro;
- nella parte inferiore, con sabbia asciutta e ben costipata fino ad una profondità di circa 30 cm dal filo superiore della struttura di fondazione;
- nella restante parte con malta cementizia;
- dopo che la malta è indurita, rimuovere i cunei in legno e riempire lo spazio precedentemente occupato dai cunei con ulteriore quantità di malta cementizia.

## 6. ASSEMBLAGGIO CORONA MOBILE

Dopo aver messo a piombo la TORRE FARO occorre procedere all'allestimento della corona mobile facendola discendere fino ad appoggiarla sulle apposite staffe in dotazione. L'allestimento della corona dovrà essere effettuato seguendo passo passo il seguente iter:

- a) effettuare i collegamenti del cavo di alimentazione, proveniente dalla cabina di alimentazione passando per il blocco di fondazione, alle prese interbloccate poste sullo sportello di ispezione (Fig. 5.6.1);



Fig. 5.6.1

- b) controllare che lo sportello sia adeguatamente fissato al fusto mediante appositi perni;
- c) montare i braccetti porta proiettori riportando con apposito pennarello le quote di posizionamento inserite per rendere stabile ed equilibrata la corona mobile (Fig. 5.6.2);



Fig. 5.6.2

- d) montare a terra i braccetti dei reattori (Fig. 5.6.3) che possono essere posizionati orizzontalmente o verticalmente a seconda delle configurazioni (il loro fissaggio va effettuato in base a prescrizioni SEIESSE LIGHTING in quanto gli stessi hanno anche la funzione di bilanciare la corona);
- e) fissare sulla corona mobile la LUCE SEGNALE OSTACOLI ove richiesta ed effettuare il suo collegamento elettrico;

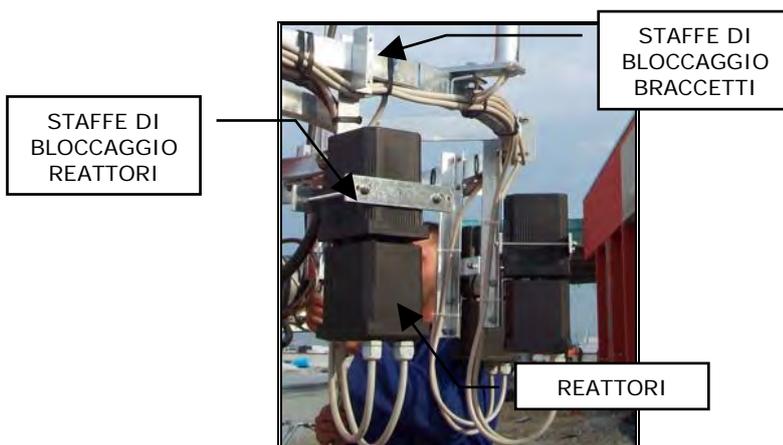


Fig. 5.6.3

- f) fissare la cassetta di derivazione tramite il proprio supporto sulla corona mobile (Fig. 5.6.4);

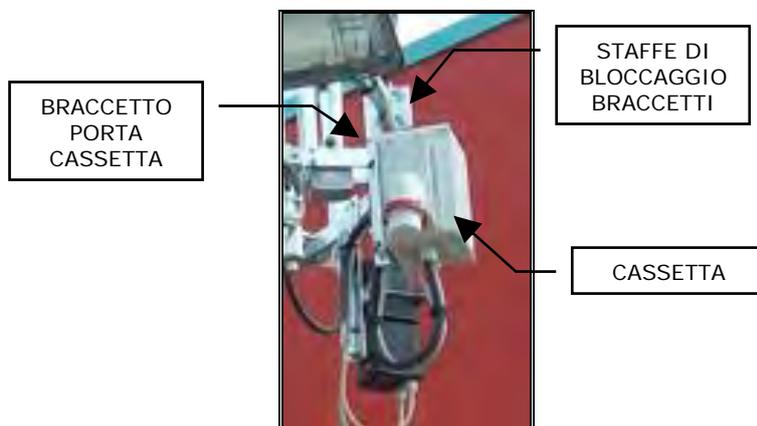


Fig. 5.6.4

- g) collegare il cavo elettrico alla cassetta di derivazione ed effettuare tutti i collegamenti dei proiettori.

**! AVVERTENZE**

- ✓ **CABLAGGIO PROIETTORI DA 230V: fase con neutro + terra;**
- ✓ **CABLAGGIO PROIETTORI DA 400V: fase con fase + terra.**

## **1. PRESCRIZIONI INIZIALI**

Utilizzando la TORRE FARO A CORONA MOBILE, oltre alle norme generali sulla sicurezza, durante la fase di salita e discesa, l'operatore deve tenere presente quanto segue:

- prima di mettere in funzione la corona mobile, deve avere la visuale chiara. Nel caso in cui non fosse possibile, ci devono essere uno/due aiutanti nella zona circostante, con funzioni di segnalazione, coordinati da un Responsabile;
- posizionare le staffe di appoggio prima di mettere in funzione la corona mobile in quanto non è più possibile entrare nel raggio d'azione della corona durante la sua discesa.

Di seguito vengono riportate le modalità di funzionamento e utilizzo dalla Torre Faro a corona mobile.

Nelle fasi di aggancio è indispensabile osservare delle precauzioni ben precise in quanto una errata manovra o un utilizzo della Torre faro a Corona Mobile in giornate con condizioni meteorologiche avverse potrebbero causare la rottura di alcuni componenti della corona porta proiettori.

Nella fase di risalita, effettuata con le modalità descritte più avanti, è molto importante che a pochi metri alla posizione di aggancio l'operatore fermi la corona e controlli che questa abbia una piena stabilità e non compia movimenti rotatori.

Qualora si verificassero questi fenomeni attendere qualche secondo fino a che tutto sia stabile; procedere quindi lentamente fino a che le balestre di supporto non entrano nella loro giusta sede. Se la corona non viene rallentata durante la risalita, potrebbe compiere dei movimenti rotatori che impedirebbero alle forcelle ed ai perni di centraggio, nonché alle balestre, di posizionarsi correttamente nelle loro sedi.

## **2. UNITA' DI MOVIMENTAZIONE**

**La Torre faro a corona Mobile della SEIESSE LIGHTING srl può essere movimentata mediante tre diverse tipologie di sistemi a seconda delle esigenze del cliente**

### **2.1. UNITA' ELETTRICA SEMI – INTEGRATA**

Nelle figure seguenti vengono riportati i componenti meccanici e non facenti parte della Torre faro con movimentazione tramite unità elettrica semi – integrata.

I componenti del sistema sono:

1. Catena di sollevamento;
2. Argano a catena;
3. Giunto cardanico;
4. Kit di Movimentazione Elettrico Portatile (fig. 6.2.3);
5. Supporto di fissaggio;
6. Noce catena;
7. invertitore di fase;
8. perno e staffa di fissaggio paranco.
9. motoriduttore.

All'interno del palo, posizionato su una trave appositamente saldata, è presente un semplice paranco (fig. 6.2.1) dotato di noce di carico e catena di sollevamento.

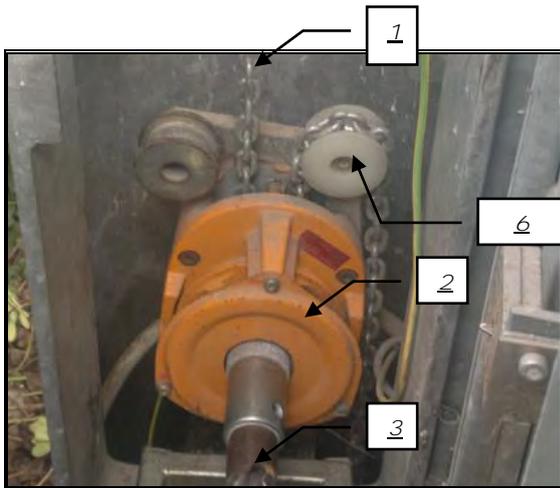


Fig. 6.2.1 – paranco manuale

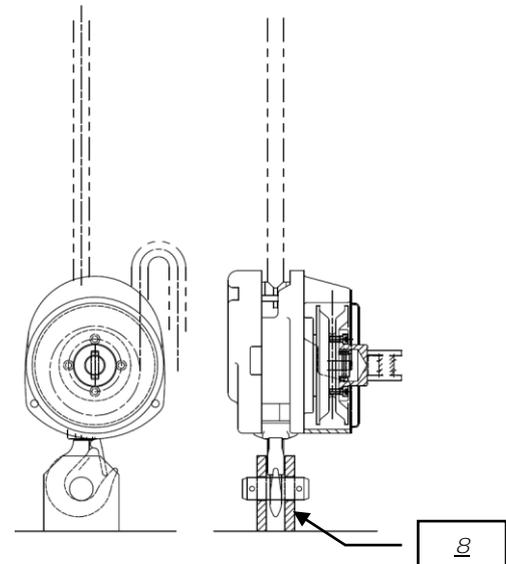


Fig. 6.2.2 – viste paranco manuale

Al paranco in oggetto viene collegata un'apposita unità amovibile (fig. 6.2.3) dotata di struttura portante, doppio giunto cardanico per la trasmissione del moto, motoriduttore e quadro elettrico.

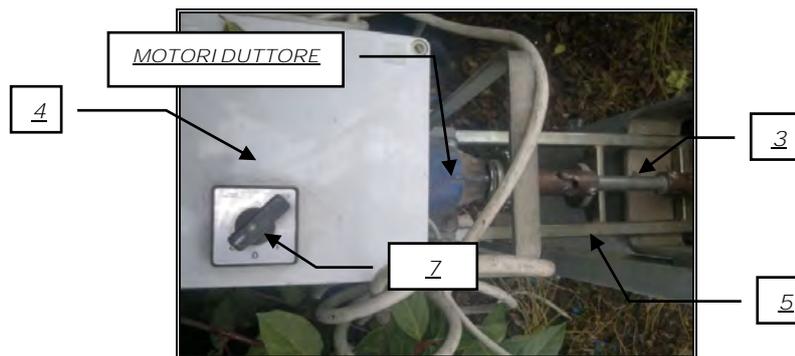


Fig. 6.2.3 – unità elettrica semi-integrata

Per la movimentazione occorre:

- fissare l'unità amovibile all'incastro apposito situato sull'asola dello sportello di ispezione;
- accoppiare il doppio giunto cardanico con l'alberino dell'argano a catena regolando la distanza del gruppo motoriduttore mediante le guide di cui è dotato la struttura dell'unità amovibile;
- fissare le staffe di appoggio corona al fusto della torre;
- posizionare su "0" il selettore modale della presa interbloccata e staccare la spina di alimentazione dei proiettori;
- collegare la spina di alimentazione del motore alla stessa presa interbloccata e posizionare l'interruttore su "I";
- inserire il contatto del sensore di finecorsa;
- mettere leggermente in tensione la catena di sollevamento;
- fissare all'interno del fusto di base le guide per i microinterruttori di finecorsa (Fig. 6.2.4) facendo riferimento alla posizione del distributore (se non perfettamente allineato agire sui terminali filettati);

LINEA DI  
AZIONE DEL  
MICRO



QUOTA VARIABILE DA 0 A +5MM  
TRA L'ASTA DEL MICRO E LA BASE  
INFERIORE DEL DISTRIBUTORE!  
*verificare che in fase di salita la  
movimentazione sia arrestata dal  
microinterruttore e che non entri in  
funzione la frizione del paranco!*

Fig. 6.2.4

- i) togliere la catena di sicurezza posta all'interno del fusto;
- j) inserire il fine corsa di sicurezza ed effettuare la manovra di sgancio della corona mobile dalla testa di trascinamento;
- k) regolare il finecorsa in modo tale che la frizione del paranco elettrico non entri mai in funzione (Fig. 6.2.4);
- l) far scendere la corona di circa un metro, riagganciarla facendola risalire fino all'entrata in azione del sistema di finecorsa, quindi, ridiscendere per l'aggancio;

**! AVVERTENZE**

- ✓ **Ripetere l'operazione 3/4 volte per verificare che il sistema funzioni correttamente!**
- m) premere il pulsante di **SALITA** fino ad effettuare lo sgancio della corona mobile dalla testa di trascinamento dopo essersi posizionati a distanza di sicurezza (almeno 5 metri dal fusto della torre faro);
- n) premere il pulsante di **DISCESA** finché la corona mobile non si appoggia sulle staffe di sostegno precedentemente installate;
- o) effettuare la messa a terra provvisoria della corona mobile;
- p) effettuare le operazioni di manutenzione e successivamente effettuare la prova a terra dei proiettori mediante il cavo elettrico secondario in dotazione;
- q) posizionare su "0" il selettore modale posto sulla presa interbloccata;
- r) ripristinare il cavo elettrico dell'unità semi - integrata;
- s) agire sul pulsante di salita fino a che non entri in funzione il sensore di finecorsa che arresta il movimento ad una quota tale che la corona risulta agganciata alla testa di trascinamento;
- t) agire sul pulsante di discesa per garantire l'appoggio della corona mobile sui tre sistemi di aggancio/sgancio;
- u) collegare la catena di sicurezza al distributore;
- v) scollegare il cavo di alimentazione dell'unità mobile dalla presa interbloccata;
- w) collegare il cavo primario di alimentazione dei proiettori;
- x) rimuovere l'unità semi - integrata;
- y) rimuovere i tre supporti di appoggio corona;
- z) raccogliere e riporre gli attrezzi utilizzati per il montaggio.

## 2.2. UNITA' ELETTRICA INTEGRATA

In figura 6.2.5 viene riportata una immagine che schematizza i componenti meccanici e non facenti parte della Torre faro con movimentazione tramite unità elettrica integrata.

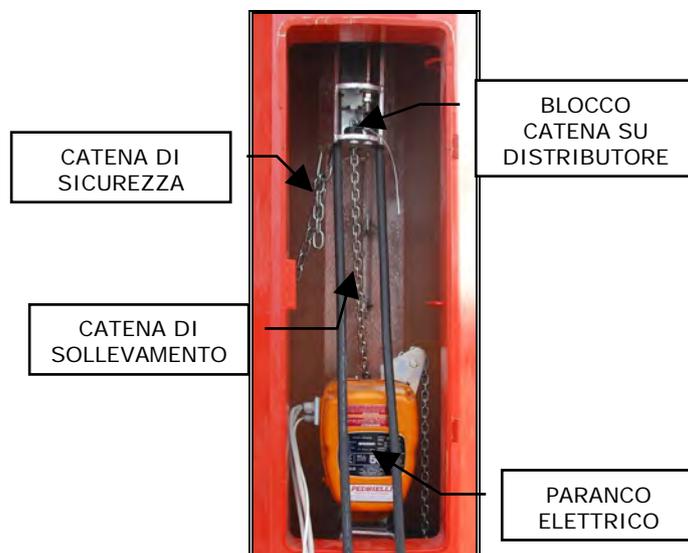


Fig. 6.2.5

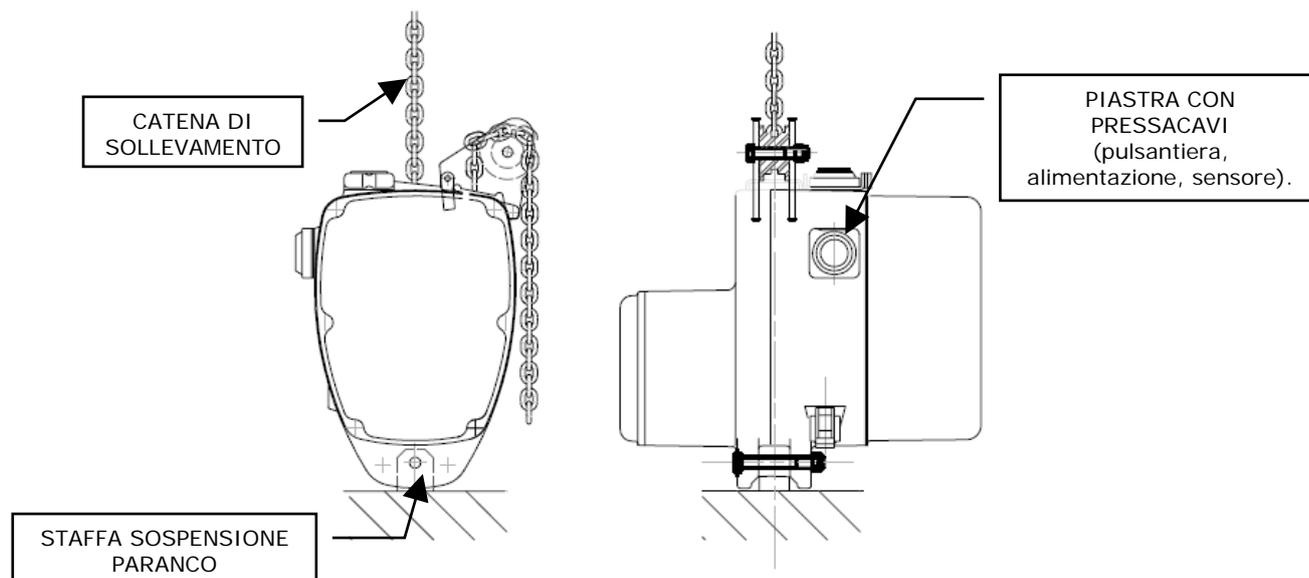


Fig. 6.2.6 – viste paranco elettrico

Per la movimentazione occorre:

- fissare il paranco elettrico all'interno della Torre Faro mediante apposite staffe e bulloneria in dotazione (Fig. 6.2.6);
- collegare il terminale della catena di sollevamento al distributore mediante apposito sistema;
- Mettere in tensione la catena mediante apposita consolle di comando in dotazione con il paranco;
- staccare la catena di sicurezza precedentemente installata;
- fissare all'interno del fusto di base le guide per i microinterruttori di finecorsa (Fig. 6.2.5) facendo riferimento alla posizione del distributore (se non perfettamente allineato agire sui terminali filettati);
- inserire il fine corsa di sicurezza ed effettuare la manovra di sgancio della corona mobile dalla testa di trascinamento;
- regolare il finecorsa in modo tale che la frizione del paranco elettrico non entri mai in funzione (Fig. 6.2.4);

- h) far scendere la corona di circa un metro, riagganciarla facendola risalire fino all'entrata in azione del sistema di finecorsa, quindi, ridiscendere per l'aggancio;

**! AVVERTENZE**

- ✓ **Ripetere l'operazione 3/4 volte per verificare che il sistema funzioni correttamente!**
- i) posizionare su "0" il selettore modale della presa interbloccata posta sullo sportello;
  - j) collegare un'estremità del cavo elettrico in dotazione alla presa interbloccata posta sullo sportello e l'altra estremità sulla presa interbloccata posta sulla cassetta di derivazione (**in dotazione verranno forniti due cavi elettrici se la Torre faro è stata predisposta per accensioni separate**);
  - k) effettuare le prove di accensione a terra;
  - l) posizionare nuovamente su "0" il selettore modale della presa interbloccata;
  - m) ricollegare alla cassetta di derivazione la presa interbloccata del cavo elettrico primario;
  - n) procedere alla salita della torre faro mediante apposita consolle facendo bene attenzione al corretto aggancio della corona mobile alla testa di trascinamento;
  - o) fissare la catena di sicurezza in dotazione tra distributore e occhiello posto internamente sul fusto della torre faro;
  - p) inserire apposita spina del cavo elettrico primario sulla presa interbloccata posta sullo sportello;
  - q) posizionare su "I" il selettore modale della presa interbloccata;
  - r) rimuovere i tre supporti di appoggio corona;
  - s) raccogliere e riporre gli attrezzi utilizzati per il montaggio.

### **2.3. UNITA' ESTERNA CARRELLATA**

In figura 6.2.7 viene riportata un'immagine che schematizza i componenti meccanici e non facenti parte della Torre faro con movimentazione tramite unità elettrica esterna.

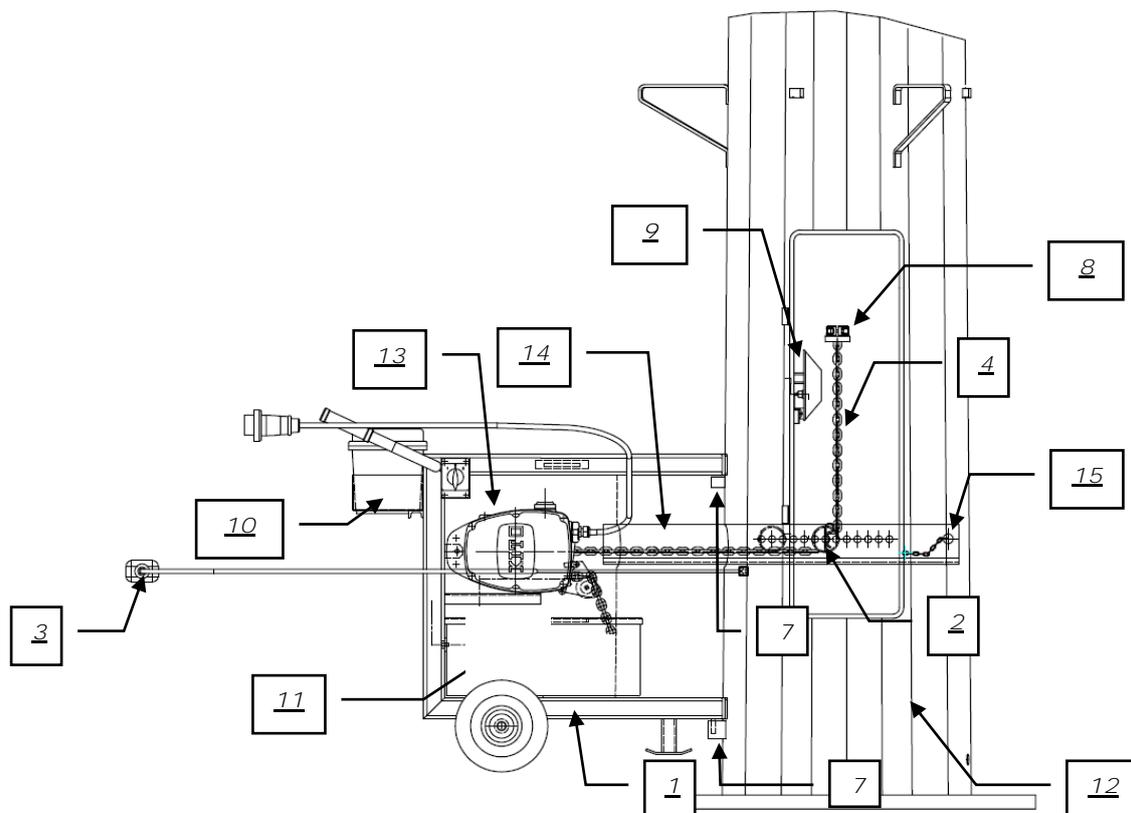


Fig. 6.2.7

Il sistema è essenzialmente composto da:

- 1) struttura portante carrello;
- 2) carrucola rinvio catena di sollevamento;
- 3) consolle di comando;
- 4) catena di sollevamento;
- 5) argano elettrico a catena;
- 6) distributore;
- 7) staffe fissaggio unità carrellata;
- 8) noce di bloccaggio;
- 9) gruppo sensore;
- 10) cassetta porta attrezzi;
- 11) scatola raccogli catena;
- 12) fusto torre faro;
- 13) selettore modale;
- 14) barra rinvio catena;
- 15) perno sostegno barra rinvio catena.

Per la movimentazione occorre:

- a) fissare la barra di rinvio catena (14) mediante apposito perno (15) posizionato all'interno del palo;
- b) fissare l'unità carrellata sul palo mediante apposita bulloneria in dotazione;
- c) far passare la catena del paranco all'interno della barra (14) e rinviarla mediante apposita carrucola alveolata (2) fino al bloccaggio della noce sul distributore;
- d) regolare la posizione della carrucola di rinvio sulla barra per ottenere un corretto centraggio del distributore;
- e) procedere come riportato al paragrafo precedente (par. 6.2.2).

### 1. ISOLAMENTO DEL SISTEMA

Nell'effettuare i lavori di Manutenzione o Riparazione, è bene applicare quanto di seguito consigliato:

- Staccare tutte le fonti di alimentazione del sistema;
- Prima di iniziare i lavori, esporre un cartello "IMPIANTO IN MANUTENZIONE" in posizione ben visibile in modo tale da accertarsi che il banco non possa essere messo in funzione volontariamente o accidentalmente;



- Non utilizzare solventi e materiali infiammabili;
- Prestare attenzione a non disperdere nell'ambiente liquidi lubrorefrigeranti;
- Per accedere alle parti più alte del sistema, utilizzare i mezzi idonei alle operazioni da svolgere;
- Non salire sugli organi del sistema, in quanto non sono stati progettati per sostenere le Persone;
- Alla fine dei lavori, ripristinare e fissare correttamente tutte le protezioni e i ripari rimossi o aperti.

**Il costruttore non si riterrà responsabile dall'inosservanza delle elencate raccomandazioni e da ogni altro utilizzo difforme o non menzionato nelle presenti indicazioni.**

### 2. OPERAZIONI PRELIMINARI DI MANUTENZIONE

Per effettuare le operazioni di manutenzione operare come descritto di seguito:

- Verificare che la corona mobile sia ben appoggiata sugli appositi elementi di sostegno;**
- Per le operazioni di pulizia e sostituzione degli accessori mantenere sezionata la parte elettrica;**
- Per intervenire sulla parte elettrica occorre scollegare la spina del cavo di alimentazione allacciata alla presa interbloccata posta sulla scatola di derivazione installata sulla corona mobile;**
- Collegare con una prolunga multipolare provvista di spina e presa mobile di sicurezza la presa interbloccata e la spina di sicurezza;**
- Operare utilizzando adeguati DPI e idonee attrezzature come previsto per i lavori su apparecchiature in tensione ( $V = 400 \text{ Vca}$ ;  $50 \text{ Hz}$ );**
- Chiudere l'interruttore della presa interbloccata posta sul portello di ispezione e manovra.**

### 3. LUBRIFICAZIONE



**Manutentore meccanico:** tecnico qualificato, in grado di condurre il sistema in condizioni normali, di farla funzionare con comando ad azione mantenuta (JOG) con protezioni disattivate, di intervenire sugli organi meccanici per effettuare le regolazioni, le manutenzioni e le riparazioni necessarie. **Tipicamente non è abilitato ad interventi su impianti elettrici in presenza di tensione.**

Lubrificare/ingrassare periodicamente gli organi meccanici che concorrono alla movimentazione delle parti mobili del sistema, catene, ingranaggi.

Controllare periodicamente il livello di lubrificante nel riduttore.

### 4. ISTRUZIONI SULLA MANUTENZIONE

In base ai criteri di progettazione seguiti per la costruzione della TORRE FARO CON CORONA MOBILE vengono di seguito riportate le procedure di manutenzione e la frequenza di effettuazione.

I criteri in oggetto non sono esaustivi ma possono essere integrati tramite collaborazioni e suggerimenti degli utilizzatori.

La costante e consigliata manutenzione ordinaria mantiene basso il costo di esercizio della struttura e consente di evitare danni irreversibili.

Nel caso di situazioni particolari (zone ventose, zone con atmosfera molto inquinata, zone costiere) si consiglia di modificare la frequenza degli interventi in aumento o in diminuzione e seconda dei casi specifici.



#### **AVVERTENZE**

- ✓ ***Nella eventualità di eventi sismici di qualunque intensità è opportuno effettuare immediatamente tutti i controlli di seguito elencati, indipendentemente dalla data dell'ultima verifica effettuata.***
- ✓ ***Quando le verifiche indicano pericolo imminente occorre avvertire il responsabile della struttura.***

### 5. MANUTENZIONE ORDINARIA



**Manutentore elettrico:** tecnico qualificato, in grado di condurre il sistema in condizioni normali, di farla funzionare con comando ad azione mantenuta (JOG) con protezioni disattivate, è proposto a tutti gli interventi di natura elettrica di regolazione, di manutenzione e di riparazioni. **E' in grado di operare in presenza di tensione all'interno di armadi e scatole di derivazione.**



**Manutentore meccanico:** tecnico qualificato, in grado di condurre il sistema in condizioni normali, di farla funzionare con comando ad azione mantenuta (JOG) con protezioni disattivate, di intervenire sugli organi meccanici per effettuare le regolazioni, le manutenzioni e le riparazioni necessarie. **Tipicamente non è abilitato ad interventi su impianti elettrici in presenza di tensione.**

### **PRESCRIZIONI GENERALI**

- Controllo degli organi meccanici di serraggio (una volta ogni anno);
- Controllo della rettilineità dello stelo (una volta ogni anno);
- Controllo della perpendicolarità dello stelo (una volta ogni anno);
- In caso di malfunzionamento affidare la ricerca guasto solo a personale specializzato o chiamare l'assistenza tecnica della ditta costruttrice del quadro elettrico.
- Controllare la connessione di terra (una volta ogni anno);
- Controllo del valore d'isolamento struttura – conduttori (una volta ogni anno);
- Controllo dei componenti elettrici (una volta ogni anno);
- Controllo delle funi di acciaio e degli accessori (una volta ogni anno);
- Controllo funzionamento dei sistemi di sicurezza (una volta ogni anno);
- Controllo del corretto funzionamento dei rulli di scorrimento (una volta ogni anno);
- Controllo dell'unità di sollevamento motorizzata;
- Controllo della presenza di punti di corrosione e/o ruggine (una volta ogni anno in generale e una volta ogni 6 mesi in zone marine e/o con atmosfera inquinata);

- Verificare con molta attenzione tutta la struttura con particolare attenzione alle giunzioni, ai punti di saldatura, alle parti metalliche dove sono state fatte lavorazioni. Eventuali punti con presenza di corrosione o ruggine devono essere adeguatamente ripristinati applicando idonee protezioni e/o sostituendo l'elemento danneggiato;
- Controllo generale a vista (una volta ogni anno);  
Verificare che:
  - Gli steli siano senza ammaccature o rigonfiamenti ed in particolare nella sezione d'incastro con il basamento;
  - Gli accessori non presentino piegature anomale;
  - Non ci siano fenditure, fori, sgretolamenti nel basamento.
- **Fare molta attenzione prima di procedere con qualsiasi operazione di manutenzione su componenti elettrici che il dispositivo sia isolato dalla rete d'alimentazione elettrica. Non lasciare incustodito il dispositivo quando le porte dell'armadio elettrico sono aperte.**
- Verificare periodicamente che i cavi, le protezioni dei contatti e le prese interbloccate siano in buono stato. In particolare occorre verificare che la spina del cavo non possa staccarsi dalla presa quando il selettore modale è su "I" e che non sia possibile inserire la spina quando il selettore è su "I".
- Nel caso in cui il dispositivo presenti caratteristiche anomale di funzionamento (un assorbimento maggiore di corrente, eccessivo incremento di temperatura su alcuni componenti, ecc.) verificare che le utenze dell'impianto siano in buono stato e che lavorino nelle condizioni previste dal costruttore.
- Il sistema è stato progettato per ridurre al minimo la manutenzione ordinaria, spetta all'operatore giudicare lo stato dell'impianto e della sua idoneità per l'utilizzo;
- Si raccomanda di arrestare e di intervenire con la manutenzione ogni qualvolta si avverte un funzionamento non ottimale, ciò consentirà di avere sempre il massimo dell'efficienza.



### **AVVERTENZE**

- ✓ ***Prima di ogni operazione di manutenzione, il manutentore deve escludere l'alimentazione elettrica agendo sul sezionatore principale, chiudere il lucchetto in dotazione del quadro elettrico, e tenere la chiave in tasca.***
- ✓ ***Utilizzare sempre gli appositi D.P.I Dispositivi di Protezione Individuale:***
  - ***Guanti;***
  - ***Scarpe antiscivolo;***
  - ***Idoneo abbigliamento.***

**TABELLA DI RIEPILOGO**

<b>TIPO DI INTERVENTO</b>	<b>1° anno</b>	<b>5° anno</b>	<b>10° anno</b>	<b>Metodologia di intervento</b>
REVISIONE ORGANI DI SERRAGGIO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
REVISIONE GIUNZIONI AD INNESTO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA RETTILINEITÀ STELO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA PERPENDICOLARITÀ STELO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA CONNESSIONE DI TERRA	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA ISOLAMENTO ELETTRICO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA COMPONENTI ELETTRICI	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA FUNI DI ACCIAIO E ACCESSORI	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
REVISIONE GRUPPO SICUREZZA	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
REVISIONE RULLI DI SCORRIMENTO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
VERIFICA CORROSIONE O RUGGINE	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
ESAME A VISTA	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
REVISIONE ACCURATA TESTA DI TRASCINAMENTO		X		impiego della Piattaforma Mobile
REVISIONE RULLINI PORTACAPO		X		impiego della Piattaforma Mobile
REVISIONE PULEGGE CAVO ACCIAIO		X		impiego della Piattaforma Mobile
REVISIONE STRUTTURA PORTANTE (fusto, flange, tirafondi, bulloneria, ecc.)			X	impiego della Piattaforma Mobile
CONTROLLO BILANCIAMENTO CORONA MOBILE	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
RIPRISTINO SERRAGGIO BULLONI TIRAFONDI			X	impiego della Piattaforma Mobile
CONTROLLO GENERALE UNITA' ELETTRICA DI SOLLEVAMENTO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile
CONTROLLO TRAVE AGGANCIO PARANCO	X			"a terra" senza l'impiego della piattaforma Mobile

**Tab. 7.5.1**

**AVVERTENZE**

- ✓ **I controlli e gli interventi riportati in tabella vanno effettuati immediatamente nei seguenti casi:**
- **Lesioni o danneggiamenti;**
  - **Interferenze incontrollate di flora e fauna;**
  - **Operazioni di verifica e manutenzione non corrette;**
  - **Evento sismico di qualunque entità;**
  - **Altre situazioni eccezionali.**

**Manutenzione programmata**

Le operazioni di seguito descritte, sono da eseguirsi con le tempistiche indicate.


**AVVERTENZE**

- ✓ **Il mancato rispetto di quanto richiesto, esonera il costruttore da qualunque responsabilità agli effetti della Garanzia.**

Tali operazioni, seppur semplici, devono essere eseguite da Personale Qualificato.

La Manutenzione ordinaria programmata, comprende ispezioni, controlli e interventi che, per prevenire fermate e guasti, tengono sotto controllo sistematico:

- Lo stato di lubrificazione del sistema;
- Lo stato delle parti soggette ad usura.

## **6. DIAGNOSI INCONVENIENTI/ANOMALIE**

I principali inconvenienti cui si può far fronte durante l'utilizzo della TORRE FARO CON CORONA MOBILE vengono riportati nelle tabelle seguenti:

### **6.1 ANOMALIE GENERICHE**

#### **• Vibrazioni e rumorosità in fase di esercizio**

<b>Pos.</b>	<b>cause</b>	<b>intervento</b>
A	<i>Allentamento o rottura di organi di serraggio</i>	- <i>Ripristino corrette condizioni di serraggio</i>
B	<i>Anomali sulle giunzioni degli steli</i>	- <i>Verifiche e segnalazione dello stato delle giunzioni al Responsabile della struttura</i>
C	<i>Lesione o rottura di elementi strutturali</i>	- <i>Isolamento della struttura con transenne;</i> - <i>Disattivare la struttura;</i> - <i>Convocare il Responsabile.</i>
D	<i>Rottura o lesione di accessori</i>	- <i>Effettuare adeguate operazioni di manutenzione</i>

#### **• Oscillazioni di elementi strutturali e/o accessori**

<b>Pos.</b>	<b>cause</b>	<b>intervento</b>
A	<i>Allentamento o rottura di organi di serraggio</i>	- <i>Ripristino corrette condizioni di serraggio</i>
B	<i>Non corretto fissaggio degli accessori e dei relativi cavi di alimentazione</i>	- <i>Ripristino corrette condizioni di serraggio e dei sistemi di fissaggio dei cavi.</i>

#### **• Vibrazioni e/o rumorosità in fase di manovra e/o manutenzione**

<b>Pos.</b>	<b>cause</b>	<b>intervento</b>
A	<i>Allentamento o rottura di organi di serraggio</i>	- <i>Ripristino corrette condizioni di serraggio</i>
B	<i>Malfunzionamento dell'unità di sollevamento motorizzata</i>	- <i>Consultare il manuale del motore e del riduttore o del paranco</i>
C	<i>Non corretta installazione dell'unità di sollevamento motorizzata</i>	- <i>Mettere in sicurezza e fissare la corona mobile in posizione adeguata;</i> - <i>Ripristinare la corretta installazione dell'unità motorizzata;</i> - <i>Consultare il manuale.</i>
D	<i>Malfunzionamento del distributore (elemento concentratore)</i>	- <i>Mettere in sicurezza e fissare la corona mobile in posizione adeguata;</i> - <i>Controllare il distributore e i golfari di attacco;</i> - <i>Ripristinare corrette condizioni di lavoro.</i>
E	<i>Non corretto parallelismo tra corona mobile e testa di sollevamento</i>	- <i>Ripristinare il corretto parallelismo</i>
F	<i>Anomalia su una o più giunzioni degli steli</i>	- <i>Effettuare adeguate verifiche;</i> - <i>Segnalare lo stato delle giunzioni al Responsabile.</i>
G	<i>Lesione o rottura di elementi strutturali</i>	- <i>Isolamento della struttura con transenne;</i> - <i>Disattivare la struttura;</i> - <i>Convocare il Responsabile.</i>
H	<i>Rottura o lesione di accessori</i>	- <i>Effettuare adeguate operazioni di manutenzione</i>
I	<i>Non corretto funzionamento dei rulli di scorrimento</i>	- <i>Effettuare adeguati controlli ed eventuali regolazioni.</i>

### **6.2 SENSAZIONE DI ELETTROCUZIONE AL CONTATTO CON LA STRUTTURA**

In caso sensazione di elettrocuzione occorre:

- Sezionare l'alimentazione dell'energia elettrica;
- Allontanare tutto il personale dalla struttura ad una distanza di almeno 20 metri;
- Convocare il responsabile della struttura.

- **Difettosità del sistema di messa a terra e/o delle relative connessioni**

Pos.	cause	intervento
A	<i>Malfunzionamento collegamento di terra</i>	- Ripristinare un corretto collegamento di terra: Sostituire eventuali elementi difettosi.
B	<i>Malfunzionamento dell'impianto di terra</i>	- Effettuare adeguate ricerche e verifiche: ripristinare corrette condizioni di funzionamento
C	<i>Valori di dispersione non idonei secondo i limiti di legge</i>	- Effettuare adeguate ricerche e verifiche: ripristinare adeguati valori di dispersione.
D	<i>Anomalie elettriche nell'unità di sollevamento motorizzata</i>	- Consultare il manuale

- **Difettosità dell'isolamento dei cavi e/o delle relative connessioni**

Pos.	cause	intervento
A	<i>Diminuzione del valore d'isolamento delle guaine dei cavi</i>	- Ripristinare corretti valori d'isolamento: sostituire gli elementi difettosi
B	<i>Diminuzione del valore d'isolamento delle morsettiere di distribuzione</i>	- Ripristinare corretti valori d'isolamento: sostituire gli elementi difettosi
C	<i>Presenza di corpi estranei a contatto tra parti in tensione ed elementi della struttura</i>	- Pulire accuratamente le zone interessate: prendere eventuali provvedimenti precauzionali contro l'intrusione di corpi estranei.

- **Difettosità dell'isolamento degli accessori e/o delle relative connessioni**

Pos.	cause	intervento
A	<i>Diminuzione del valore d'isolamento nei circuiti degli accessori</i>	- Consultare il costruttore e ripristinare corrette condizioni d'isolamento;
B	<i>Diminuzione del valore d'isolamento delle morsettiere di alimentazione</i>	- Consultare il costruttore e ripristinare corrette condizioni d'isolamento: sostituire eventuali elementi difettosi;
C	<i>Presenza di corpi estranei a contatto tra parti in tensione ed elementi della struttura</i>	- Pulire accuratamente le zone interessate: prendere eventuali provvedimenti precauzionali contro l'intrusione di corpi estranei.

### **6.3 ANOMALIE STRUTTURALI**

- **Non corretta perpendicolarità dello stelo**

Pos.	cause	intervento
A	<i>Cedimento del terreno nella zona del basamento</i>	- effettuare adeguati controlli e sondaggi: ripristinare corrette condizioni con adeguati interventi di consolidamento
B	<i>Lesioni al blocco di fondazione di alimentazione</i>	- effettuare adeguati controlli e sondaggi: ripristinare corrette condizioni con adeguati interventi di consolidamento
C	<i>Lesioni dello stelo nel punto d'innesto e nelle giunzioni</i>	- verificare le cause che hanno determinato la lesione: consultare la SEIESSE LIGHTING SRL per un esame congiunto dell'anomalia.

- **Non corretta rettilineità dello stelo**

Pos.	cause	intervento
A	<i>Allentamento di uno o più innesti degli elementi dello stelo</i>	- consultare la SEIESSE LIGHTING srl per un esame congiunto dell'anomalia
B	<i>Deformazioni per urti o lesioni</i>	- verificare le cause che hanno determinato la lesione: consultare la SEIESSE LIGHTING SRL per un esame congiunto dell'anomalia.
C	<i>Fattore climatico eccezionale; elevata temperatura diurna.</i>	- Effettuare adeguati controlli in ore serali, in condizioni diverse di temperatura ambientale;
D	<i>Uso anomalo</i>	- ripristinare corrette condizioni di utilizzo

- **Instabilità della corona mobile**

Pos.	cause	intervento
A	Allentamento o rottura di organi di serraggio	- Ripristino corrette condizioni di serraggio
B	Non corretto innesto di uno o più ganci di sicurezza	- Effettuare controlli a terra sullo stato di lavoro della balestra e del sistema
C	Rottura e/o lesione grave di uno o più ganci di sicurezza	- Ripristinare le condizioni originali con operazioni di aggiustaggio e/o sostituzione dell'elemento difettoso;
D	Rottura e/o lesione grave di uno o più ganci di sicurezza	- consultare la SEIESSE LIGHTING SRL per un esame congiunto dell'anomalia
E	Allentamento o grave malfunzionamento di uno o più innesti degli elementi dello stelo.	- consultare la SEIESSE LIGHTING SRL per un esame congiunto dell'anomalia

### 7. INATTIVITA'

Nel caso d'inattività del sistema **TORRE FARO CON CORONA MOBILE** occorre prima eseguire le seguenti operazioni:

- Smontare tutti gli elementi strutturali e successivamente pulirli con cura;
- Effettuare un controllo generale a vista degli elementi strutturali per individuare lesioni, corrosioni, punti di ruggine;
- In caso di presenza di lesioni, abrasioni o danni provvedere alle riparazioni adeguate;
- Mettere tutti i componenti di serraggio in contenitori, possibilmente suddivisi per tipologia: ingrassare tutti gli organi di serraggio;
- Coprire la struttura con un telo e applicare un cartello con indicata la data dell'operazione di smontaggio e un cartello con la sigla della struttura.

### 8. IMBALLO/TRASPORTO/MONTAGGIO/INSTALLAZIONE

La struttura TORRE FARO CON CORONA MOBILE viene fornita dalla SEIESSE LIGHTING srl insieme agli elementi strutturali di corredo: non esiste un imballaggio standard in quanto legato alle dimensioni della struttura.

Le componenti che vengono fornite con il sistema sono le seguenti:

- STELO: in 2 o più elementi da montare mediante operazione d'innesto forzato;
- ELEMENTI STRUTTURALI: raggruppati per tipologia con indicata la sigla corrispondente allo schema di montaggio;
- ORGANI DI FISSAGGIO: in sacchetti di contenimento normalmente suddivisi per tipologia;
- UNITA' DI SOLLEVAMENTO CARRELLATA O SEMI – INTEGRATA (se presente nell'ordine).

La torre faro a corona mobile è composta di:

- Acciaio;
- Gomma;
- Resine;
- Zinco;
- Alluminio;
- Nylon.



### AVVERTENZE

- ✓ **L'utente, in caso di demolizione della macchina, dovrà comportarsi, per lo smaltimento dei materiali sopraindicati, in conformità alle vigenti norme del paese in cui è stata installata.**

## A1

## APPENDICE

**1. DETTAGLIO MONTAGGIO MORSETTI A CAVALLOTTO**

Ad integrazione del Capitolo 5, Paragrafo 3, Punto (j) del “Manuale di istruzioni per l'uso”, si riportano i criteri di montaggio dei morsetti a cavallotto consigliati dai Costruttori; eventuali norme tecniche in vigore devono essere consultate prima del montaggio. In caso di divergenza fra le indicazioni qui riportate e le normative in vigore, **SONO LE NORME AD ESSERE PREVALENTI**.

Con riferimento a “Figura 1” procedere come segue:

- Predisporre la redance (2) all'interno dell'occhiello della vite (3), avvolgere la fune intorno alla redance (2)
- Assicurarsi di avere sul lato rinvio della fune (4) una lunghezza almeno pari a  $L \approx 24 \times D$
- Applicare il morsetto a cavallotto M3 tenendo conto che  $L1 \approx 6 \times D$  e serrare i dadi
- Applicare il morsetto a cavallotto M1 subito a ridosso della redance e serrare i dadi
- Tenere ben tesi i due tratti di fune e applicare il morsetto a cavallotto M2 e serrare i dadi

**! AVVERTENZE**

*Eeguire il montaggio in maniera corretta, posizionando i cavallotti sul tratto rinvio della fune (4) e i ponti sul tratto in tiro (1).*

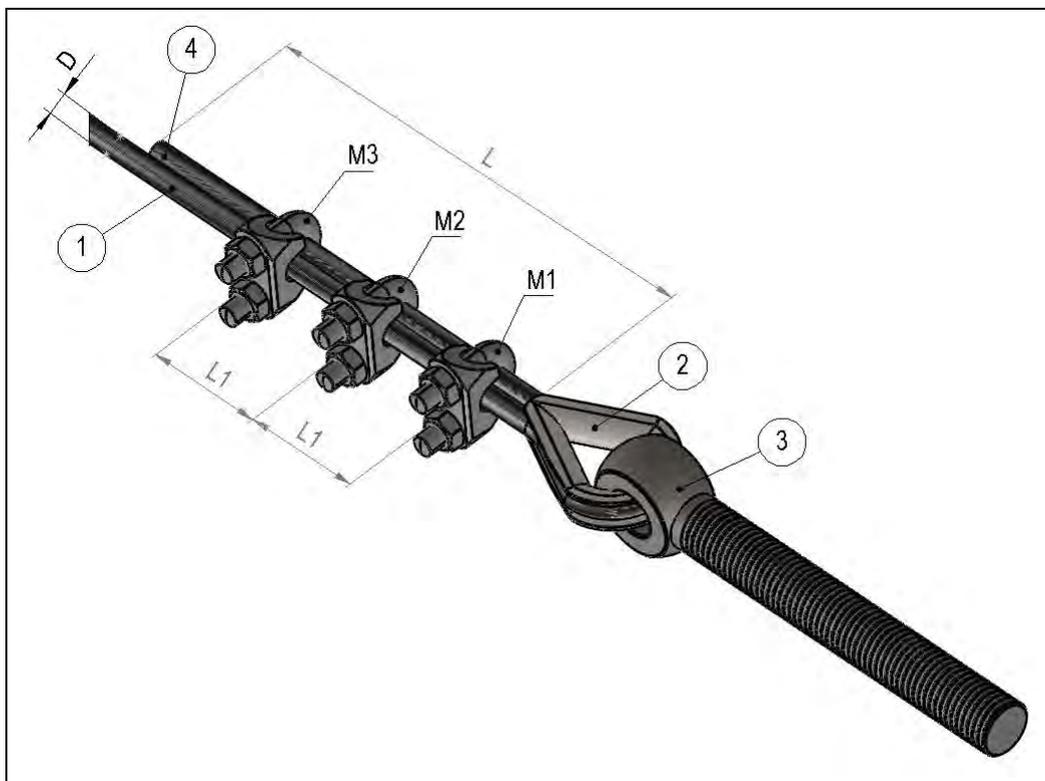


Figura 1