

REGIONE: PUGLIA

PROVINCIA: FOGGIA

COMUNE: BICCARI

ELABORATO:

**R.STRU**

OGGETTO:

**PARCO EOLICO DA 9 WTG da 6,2 MW/CAD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE**

PROPONENTE:



**SORGENIA RENEWABLES S.R.L.**

Via Algardi, 4

20148 Milano (MI)

[sorgenia.renewables@legalmail.it](mailto:sorgenia.renewables@legalmail.it)

PROGETTISTA:



**STIM ENGINEERING S.r.l.**

VIA GARRUBA, 3 - 70121 BARI

Tel. 080.5210232 - Fax 080.5234353

[www.stimeng.it](http://www.stimeng.it) - [segreteria@stimeng.it](mailto:segreteria@stimeng.it)

**ing. Massimo CANDEO**

Ordine Ing. Bari n° 3755

Via Canello Rotto, 3

70125 Bari

Mobile 328.9569922

**m.candeo@pec.it**

COLLABORAZIONE:

**ing. Marco Evangelista**

Ordine Ing. Bari n° 4245

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
Dicembre 2022	0	Emissione	ing. Marco Evangelista	ing. Massimo Candeo

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE  
SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>4</b>
2.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN GENERALE .....	4
2.2	FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	6
2.3	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E STRATIGRAFIA.....	8
2.3	DATI STRUTTURALI DI PROGETTO .....	9
<b>3</b>	<b>NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>INPUT DI MODELLAZIONE NUMERICA FEM</b> .....	<b>13</b>
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DI BICCARI.....	13
4.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	17
4.3	IPOSTESI DI PROGETTO E PARAMETRI SISMICI .....	18
4.4	CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE: EFFICACIA DEL MODELLO .....	18
<b>5</b>	<b>ANALISI STRUTTURALE</b> .....	<b>19</b>
5.1	VALORI DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEI MATERIALI STRUTTURALI.....	20
5.2	PRESCRIZIONI SUL CALCESTRUZZO DI FONDAZIONE.....	20
5.3	ACCIAIO PER OPERE IN C.A. ....	20
5.4	DEFINIZIONE DEL COPRIFERRO.....	21
5.5	CLASSE DI ESPOSIZIONE.....	22
5.6	AZIONI DI PROGETTO.....	22
5.7	COMBINAZIONI DI CARICO .....	23
5.8	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU) .....	25
<b>6</b>	<b>DATI</b> .....	<b>27</b>
6.1	MATERIALI .....	27
6.2	GEOMETRIA .....	27
6.3	SPESSORI PIASTRA .....	28
6.4	DESCRIZIONE TERRENI.....	28
6.5	CARICHI.....	29
6.6	DETTAGLI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE.....	34
<b>7</b>	<b>PRINCIPALI VERIFICHE</b> .....	<b>34</b>
7.1	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	34
7.2	VERIFICHE STRUTTURALI .....	35
7.4	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE) .....	56
<b>8</b>	<b>METODOLOGIE DI CALCOLO, TIPO DI ANALISI E STRUMENTI UTILIZZATI</b> .....	<b>68</b>

## **1      PREMESSA**

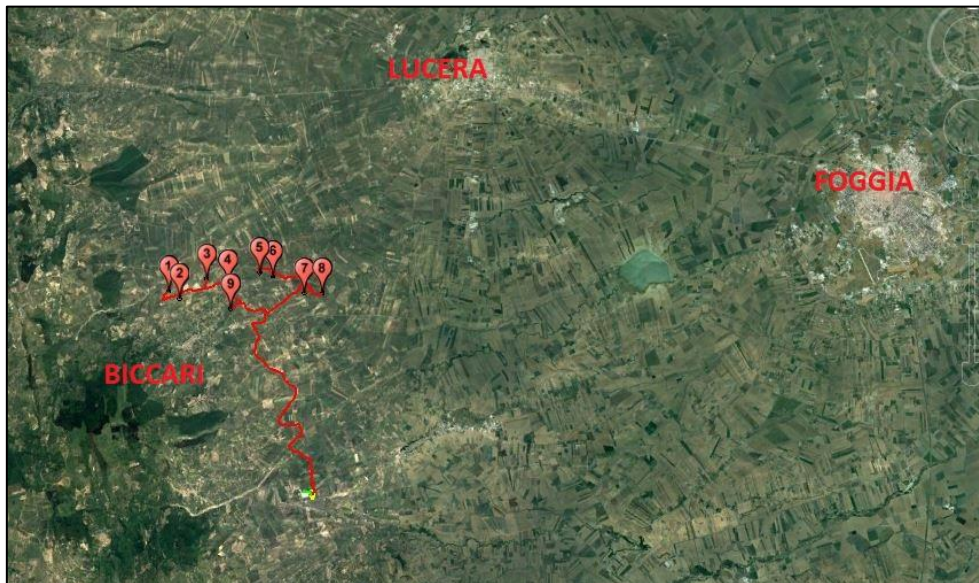
La presente Relazione è strutturata come di seguito:

- Il CAPITOLO 2 è introduttivo e descrittivo;
- il CAPITOLO 3 riporta le norme di riferimento;
- il CAPITOLO 4 individua la categoria sismica del sottosuolo del sito di realizzazione;
- il CAPITOLO 5 indica l'origine e la tipologia delle condizioni di carico elementari considerate permanenti e variabili in termini di carico accidentale generico ed indica le modalità secondo norma in cui saranno combinati per l'analisi dei diversi stati limite (ultimi e di esercizio);
- il CAPITOLO 6 definisce i dati di calcolo in termini di geometria del modello e di resistenza di progetto dei materiali strutturali utilizzati nonché condizioni di carico elementari e le successive combinazioni individuate
- il CAPITOLO 7 riporta i principali risultati dell'analisi;
- il CAPITOLO 8 riporta le metodologie di calcolo e software commerciale utilizzati.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN GENERALE

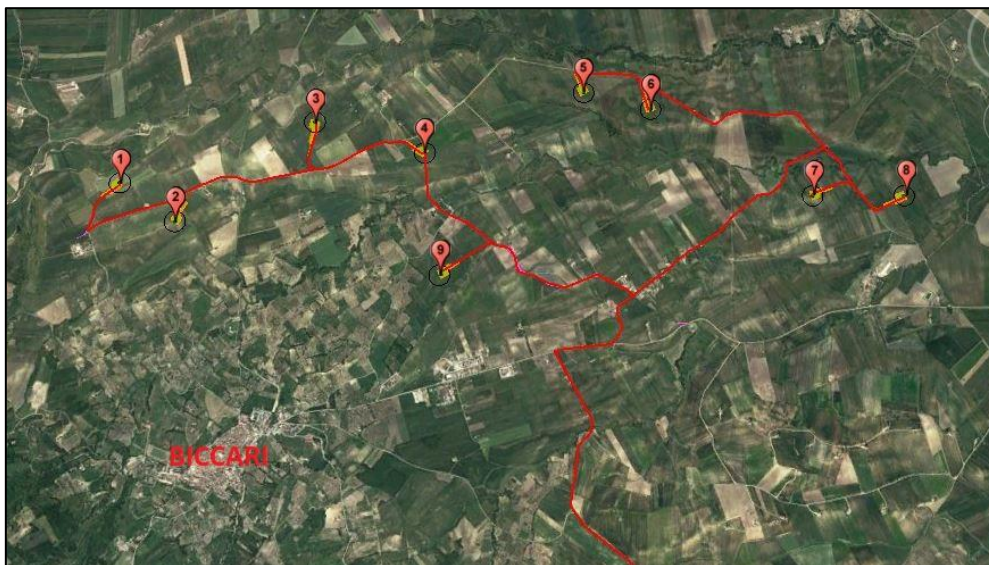
La presente relazione contiene la Relazione dei calcoli preliminari delle strutture di un progetto per la realizzazione di un impianto eolico in Agro del Comune di Biccari (FG), costituito da 9 aerogeneratori tripala (WTG) ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a 6,2 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 55,8 MW.



*Inquadramento a scala ampia dell'area di intervento con limiti comunali*

In particolare l'area oggetto di intervento è ubicata in agro del Comune di Biccari.

Nell'immagine precedente è riportato un inquadramento su ortofoto del layout dell'impianto, in cui sono mostrate le posizioni degli aerogeneratori, la viabilità di nuova realizzazione ed il percorso del cavidotto di connessione alla rete elettrica nazionale.



*Inquadramento a scala ridotta dell'area di intervento*

WTG	COMUNE	Estremi catastali		Coordinate WGS84 UTM 33T	
		Fg.	P.IIa	E	N
1	BICCARI	15	62	515327,24	4584997,75
2	BICCARI	15	65	515787,16	4584699,09
3	BICCARI	16	382	516877,81	4585556,59
4	BICCARI	16	320	517780,94	4585340,70
5	BICCARI	17	327	519075,47	4585898,87
6	BICCARI	17	132	519635,53	4585776,34
7	BICCARI	19	14	520984,56	4585090,00
8	BICCARI	19	86	521746,82	4585117,91
9	BICCARI	22	111	517948,62	4584337,02

Layout di progetto – Posizione aerogeneratori

Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, comunque sarà meglio dettagliato nelle **Tavole di Progetto**.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a **125 mt** dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a **170 m**, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di **210 mt** rispetto al suolo.

Sarà impiegata una turbina eolica del tipo **SG 6.0-170 SIEMENS Gamesa da 6,2 MW o similare**.

Immediatamente prima della realizzazione si opterà per il modello fra i più performanti disponibili al momento, fermo restando che quello che sarà installato manterrà gli stessi parametri geometrici precedentemente indicati e le medesime emissioni acustiche, tenendo conto delle caratteristiche anemometriche proprie del sito e le altre esigenze di impianto.

A servizio degli aerogeneratori saranno realizzate le seguenti OPERE EDILI:

- realizzazione di viabilità di accesso all'area ed ai punti macchina,
- realizzazione delle piazzole di cantiere e definitive;
- posa dei cavidotti di impianto;
- fondazioni per gli aerogeneratori;
- sistemazione dell'area Sotto Stazione Elettrica Utente;
- fondazioni per componenti elettromeccaniche nella stessa;
- ripristini nell'area a fine cantiere.

Per lo stesso scopo saranno realizzate le seguenti OPERE ELETTRICHE:

### OPERE DI UTENZA:

- realizzazione di una SOTTO STAZIONE UTENTE di connessione e consegna AT/MT, ubicata all'interno dei confini amministrativi del Comune di Troia (FG), in prossimità della citata stazione elettrica TERNA e suo futuro ampliamento;
- posa in opera di cavi interrati MT per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori d'impianto alla SOTTO STAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU) di connessione e consegna AT/MT.

Il collegamento elettrico tra l'area d'installazione degli aerogeneratori e la stazione MT/AT per l'innalzamento della tensione dell'energia elettrica prodotta dal parco eolico a 150kV, per la successiva connessione alla rete di trasmissione nazionale, gestita da TERNA SpA, sarà realizzato mediante la messa in opera, all'interno del medesimo scavo a sezione ristretta, dei cavidotti (in numero variabile in funzione della tratta considerata) a 30 kV afferenti a sotto-campi in cui è stato elettricamente suddiviso l'impianto.

### OPERE DI RETE:

- posa in opera di cavo AT 150kV per il trasporto dell'energia elettrica dalla SOTTO STAZIONE UTENTE di connessione e consegna AT/MT allo stallo dedicato della stazione TERNA Spa.

Si rimanda agli elaborati grafici di riferimento per la visualizzazione del tracciato di posa in opera dei cavidotti interrati e la posizione geografica delle sopra citate stazioni elettriche.

## 2.2 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

---

La realizzazione dell'intervento proposto riguarderà le AREE d'installazione delle WTG non necessariamente contemporaneamente attivate:

- apertura cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piste d'accesso alle piazzole, che dalla viabilità interpodereale esistente consentano il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle piazzole per l'installazione degli aerogeneratori;
- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione degli aerogeneratori;
- realizzazione della stazione elettrica di connessione e consegna;
- installazione cabina di sezionamento/parallelo;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di trasmissione gestita da TERNA.

Qui di seguito una possibile suddivisione delle FASI DI LAVORO:

- preparazione del cantiere attraverso i rilievi sull'area e picchettamento delle aree di intervento;
  - apprestamento delle aree di cantiere;
  - realizzazione delle piste d'accesso all'area di intervento dei mezzi di cantiere;
  - livellamento e preparazione delle piazzole;
  - modifica della viabilità esistente fino alla finitura per consentire l'accesso dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori;
  - realizzazione delle fondazioni in ciascuna piazzola (scavi, casseforme, armature, getto cls, disarmi, riempimenti);
  - montaggio aerogeneratori;
  - montaggio impianto elettrico aerogeneratori;
  - posa cavidotto in area piazzola e pista di accesso;
  - finitura piazzola e pista;
  - posa cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori; posa cavidotti di collegamento alla stazione elettrica di connessione e consegna MT/AT (scavi, posa cavidotti, riempimenti, finitura) compresa la risoluzione di eventuali interferenze; posa cavidotto di collegamento tra la stazione elettrica MT/AT lo stallo dedicato dell'ampliamento della stazione RTN esistente;
  - preparazione area cabina elettrica di sezionamento/parallelo (livellamento, scavi e rilevati);
  - fondazioni stazione elettrica MT/AT;
  - montaggio stazione elettrica MT/AT;
  - fondazioni cabina elettrica sezionamento/parallelo ed installazione della stessa;
  - cavidotti interrati interni: opere edili;
  - cavidotti interrati interni: opere elettriche;
  - impianto elettrico MT/AT di connessione e consegna;
  - collaudi impianto elettrico generazione e trasformazione;
  - opere di ripristino e mitigazione ambientale;
  - conferimento inerti provenienti dagli scavi e dai movimenti terra;
- posa terreno vegetale per favorire recupero situazione preesistente.

### 2.3 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E STRATIGRAFIA

---

L'area designata per la realizzazione dell'impianto eolico è posta a nord e nord est dal centro abitato di Biccari, ad una quota va da un minimo di 270 m ad un massimo di 430 m sul livello del mare e una distanza dalla costa di circa 35 Km.

La morfologia dell'area in studio risulta fortemente condizionata dall'attività tettonica e dall'azione delle acque superficiali, generando una pendenza generale in direzione orientale. Le pendenze sono mediamente inferiori al 5%.

L'idrografia superficiale è rappresentata principalmente dal Can.le Guado di Lucera, dal T. Calvino, dal T. Celone e da una rete di piccoli tributari minori a carattere più stagionale. I tre impluvi principali scorrono parallelamente in direzione orientale. Il Can.le Guado di Lucera e il T. Calvino si congiungono più ad est per formare il T. Vulgano, mentre il T. Celone prosegue sempre in direzione orientale fino a giungere nel lago Celone. Tuttavia, dal rilevamento in campo e dal confronto dell'ortofoto con la carta idrogeomorfologica della regione Puglia è stata evidenziata la presenza di diversi piccoli impluvi incisi nei terreni argillosi a carattere prettamente stagionale, caratterizzati da alvei stretti e molto profondi.

Le stratigrafie di numerosi pozzi per acqua esistenti in zona mostrano una successione di terreni sabbiosi-ghiaioso, permeabili, con ruolo di acquiferi, interstratificati con livelli limoso-argillosi, a minore permeabilità, con ruolo di acquitardi (strati semipermeabili) o acquicludi (strati impermeabili). La base della circolazione idrica è rappresentata dalle argille grigio-azzurre (Argille subappennine), impermeabili. La realizzazione di numerosi pozzi e il prelievo incontrollato d'acqua dal sottosuolo ha determinato negli ultimi decenni un impoverimento della falda con conseguente abbassamento della superficie piezometrica. Le schede di alcuni pozzi censiti nell'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) indicano la presenza di falde idriche a pochi metri al di sotto del piano campagna. Nelle misure condotte in questi pozzi indicano un livello piezometrico in condizioni statiche che varia tra -7,00 e -12,00 m dal p.c. per pozzi realizzati a circa 220 m s.l.m.

Le aree ricadono nel territorio conosciuto come Appennino Dauno, caratterizzato da una serie di accavallamenti tettonici a vergenza adriatica che coinvolgono unità tettoniche individuate tra l'Oligocene e il Pliocene. Tra i terreni affioranti, di origine sedimentaria, prevalgono unità prevalentemente lapidee (Formazione della Daunia o Flysch di Faeto) e termini prevalentemente argillosi (Complesso indifferenziato o Argille Varicolori).

Per quanto riguarda il solo parco eolico, questo ricade all'interno dei limiti della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000 Foglio n. 407 "San Bartolomeo in Galdo". La geologia di dettaglio ricavata dalla sovrapposizione degli aerogeneratori con la carta geologica è la seguente:

- L'aerogeneratore 1 ricade nel Sintema Cava di Petrelli. si tratta di depositi terrazzati di II ordine costituiti da ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa-argillosa.



- Gli aerogeneratori 2, 3 e 7 ricadono in depositi argillo-siltose e marne argillose grigie a cui si intercalano sottili strati di sabbia. I terreni appena descritti rientrano nella formazione delle Argille sub-appennine.
- Gli aerogeneratori 4, 5 e 6 ricadono in depositi terrazzati di IV ordine costituiti da ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa grossolana
- Gli aerogeneratori 8 e 9 ricadono nel Sistema di Foggia costituito da depositi terrazzati del V ordine: depositi ciottolosi grossolani con alternanza di livelli sabbiosi e siltosi argillosi grigi scuri.

Gli aerogeneratori 1, 2, 3 e 9, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI ricadono in aree classificate ad alta pericolosità geomorfologica PG1 e pertanto sono soggetti alle prescrizioni previste dall'art. 15 delle Norme Tecniche di Attuazione (novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico della Puglia .

Dai sopralluoghi effettuati e dalla conseguente verifica morfologica eseguita, è possibile asseverare che il tipo di intervento è idoneo con una morfologia poco ondulata, priva di elementi critici che contrasterebbero con il tipo di intervento.

In conclusione, il progetto dell'impianto eolico proposto non modificherebbe in maniera sostanziale la situazione geomorfologica delle aree.

### 2.3 DATI STRUTTURALI DI PROGETTO

---

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 125 mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 170 m (lunghezza pala 85 mt circa), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 210 mt.

Come detto potrebbe essere impiegata una turbina eolica del tipo **SG 6.2-170 SIEMENS Gamesa da 6,2 MW o similare**.

L'ancoraggio alle fondazioni in oggetto avverrà tramite opportuno sistema di ancoraggio fornito dal costruttore delle turbine e precisamente tramite 104+104 tirafondi precaricati preassemblati su due flange, superiore ed inferiore, la cui circonferenza media avrà un diametro pari a mt 4,35 come da documento "**D2370721-004 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation loads T115-50**".

In relazione alle stratigrafie ed ai modelli geotecnici assunti per gli aerogeneratori si adotterà una fondazione di tipo indiretto (plinto su pali) per gli aerogeneratori denominati 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

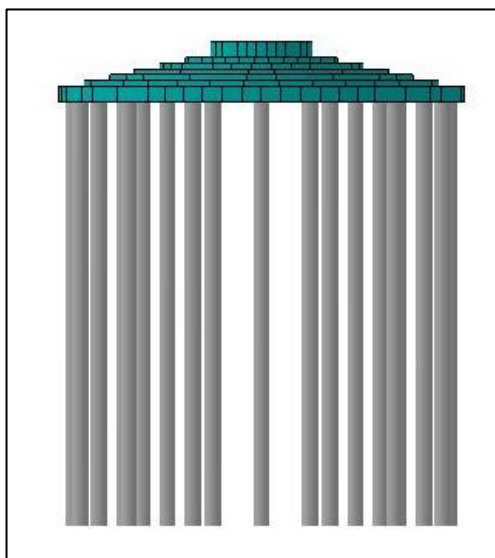
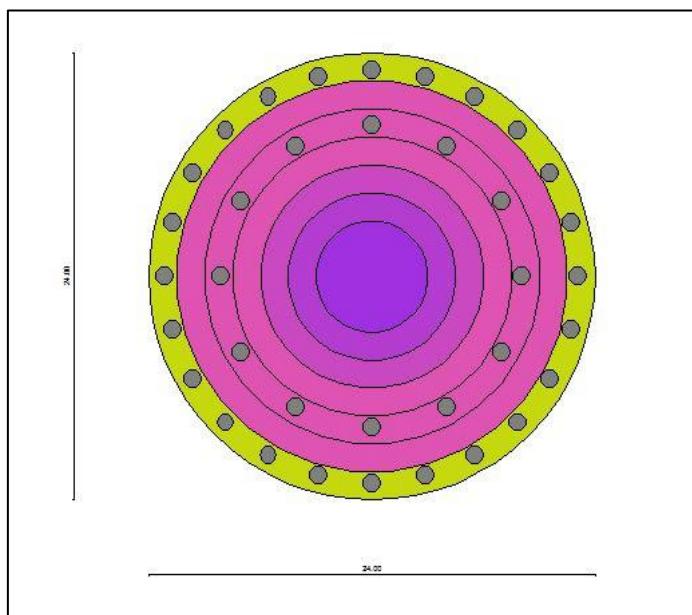
La struttura di fondazione è costituita da UNA piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00.

A partire da detta circonferenza, spessore costante della platea fino al centro pari a mt 3,35.

Il modello di calcolo relativo viene discretizzato in un solido a gradoni come da figura seguente.

La piastra sarà interrata per circa 3,45 mt in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00

La fondazione su pali prevede, su piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00, la realizzazione di due corone: la corona esterna ha diametro pari a 22,20 mt e 24 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 34,00 mt, la corona interna ha diametro pari a 16,20 mt con 12 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 34,00 mt.



Geometria della fondazione su pali (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)

### 3 **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

**Legge n. 1086 05.11.1971** “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;

**Legge 02/02/1974 n. 64**, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

**D.M. LL.PP. 11.03.1988** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e relativa **Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988**;

**ORDINANZA P.C.M. N: 3274 del 02/05/2003** (G.U. 08/05/2003, n. 105 suppl.) modificata ed integrata ai sensi della ORDINANZA P.C.M. N. 3316 del 02/10/2003 (G.U. 10/10//2003, n. 236) e della ORDINANZA P.C.M. N. 3431 del 03/05/2005 (G.U. 10-5-2005, n. 107 -suppl.): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

D.P.C.M. n° 3685 del 21/10/03, G.U. n° 252, del 29/10/03;

**Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, 29/03/04:** Elementi informativi sull’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (G.U. n. 105 del 8.5.2003);

**DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONE PUGLIA 2 marzo 2004, n. 153:** “L.R. Puglia 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 - Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.” (B.U.R. Puglia n. 33 del 18.03.2004);

**Del G.R. n° 597** del 27/04/2004, B.U.R. n°56 del 06/05/04;

**Del G.R. n° 260** del 07/03/2005, B.U.R. n°50 del 16/04/05;

**O.P.C.M. n° 3519** del 28/04/06, G.U. n° 108, del 11/05/06;

**D.M. 17 gennaio 2018.** Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni.

**Circolare del 21/01/2019 n. 7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

**EUROCODICE 2 (EN 1992)** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo

**EUROCODICE 7 (EN 1997)** – Progettazione geotecnica

**CEI EN 61400-1** (2007). Turbine eoliche, parte 1: prescrizioni di progettazione.

## 4 INPUT DI MODELLAZIONE NUMERICA FEM

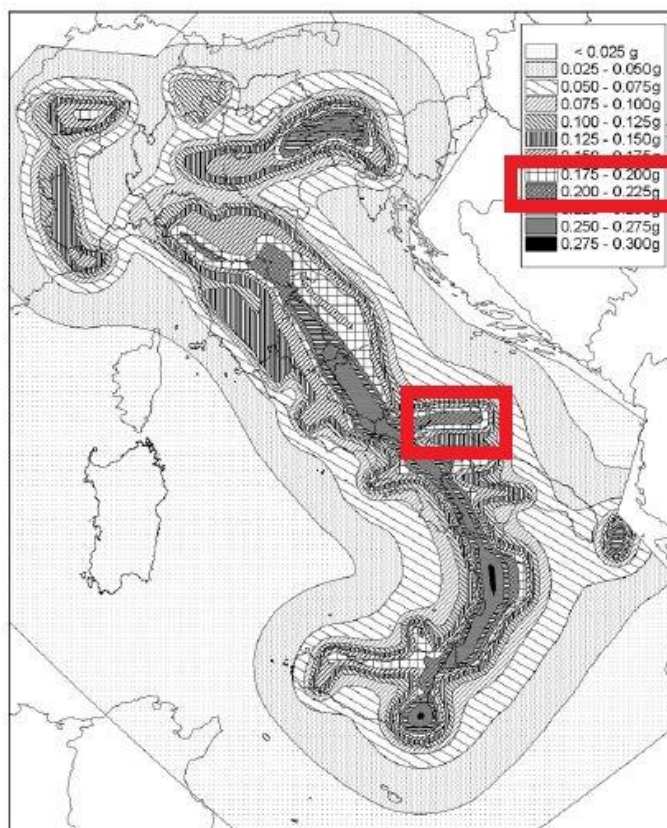
### 4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DI BICCARI

Ai fini sismici il territorio di Biccari (FG) è incluso nell'elenco delle località sismiche appartenenti alla zona 2. Tale classificazione, dettata dalla O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica", è stata recepita dalla Regione Puglia con Delibera Giunta Regionale n. 153 del 2 marzo 2004.

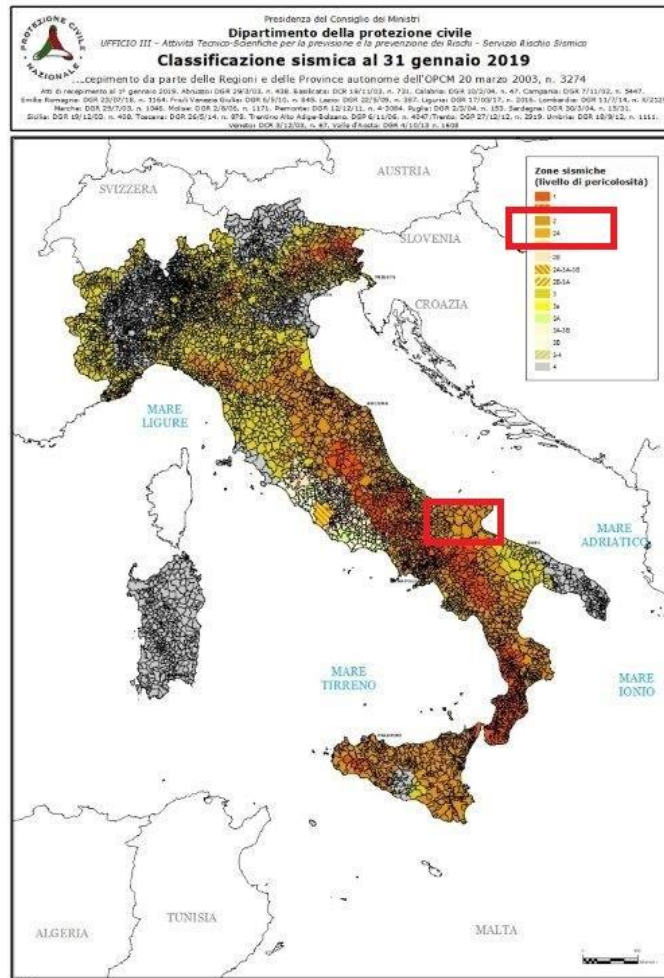
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>v</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>v</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozone è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (ag). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione, basandosi su una classificazione a priori:



Mapa sismica OPCM 3519 del 28 aprile 2006



Mappa sismica aggiornata al gennaio 2019

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 e Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La **classificazione sismica** (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

I parametri di pericolosità sismica sono deducibili a partire dalle coordinate geografiche dall'allegato I alle NTC 14/01/2008 o in ultima analisi da applicativi in genere freeware

<b><u>WTG1</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,183406°	41,416386°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> *
SLO	30	0.47	2.4	0.3
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.4	2.62	0.44
SLC	975	1.79	2.62	0.5
<b><u>WTG2</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,188900°	41,413686°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> *
SLO	30	0.47	2.4	0.3
SLD	50	0.59	2.5	0.33
SLV	475	1.4	2.62	0.44
SLC	975	1.79	2.62	0.5
<b><u>WTG3</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,201976°	41,421389°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> *
SLO	30	0.47	2.4	0.3
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.4	2.62	0.44
SLC	975	1.78	2.62	0.5
<b><u>WTG4</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,212777	41,419424°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> *
SLO	30	0.47	2.4	0.3
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.39	2.62	0.44
SLC	975	1.76	2.63	0.51
<b><u>WTG5</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,228285°	41,424422°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> *
SLO	30	0.47	2.39	0.31
SLD	50	0.59	2.49	0.33
SLV	475	1.37	2.63	0.44
SLC	975	1.74	2.63	0.5
<b><u>WTG6</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,234984°	41,423305°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*
SLO	30	0.47	2.36	0.31
SLD	50	0.59	2.49	0.33
SLV	475	1.37	2.63	0.44
SLC	975	1.74	2.63	0.5
<b><u>WTG7</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,251104°	41,417089°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*
SLO	30	0.46	2.4	0.30
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.37	2.63	0.45
SLC	975	1.75	2.62	0.51
<b><u>WTG8</u></b>	WGS84 LONG-LAT	15,260216°	41,417312°	

	TR	ag (m/s <sup>2</sup> )	F0	Tc*
SLO	30	0.46	2.4	0.30
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.37	2.63	0.45
SLC	975	1.75	2.62	0.51
<b>WTG9</b>	WGS84 LONG-LAT	15,214754°	41,410380°	
	TR	ag (m/s <sup>2</sup> )	F0	Tc*
SLO	30	0.47	2.4	0.30
SLD	50	0.58	2.5	0.33
SLV	475	1.39	2.62	0.44
SLC	975	1.78	2.62	0.50

Tabella 1 – Coordinate geografiche e parametri di pericolosità sismica



## 4.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

---

Per **individuare la categoria sismica del suolo di fondazione** dell'area indagata, in corrispondenza del sito di installazione dell'aerogeneratore saranno eseguite indagini sismiche con metodologia MASW. Allo stato attuale come si rileva dalla Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Raffaele Sassone la categoria del sottosuolo **può ascrivere alla C**: sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".

*La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.*

Attraverso l'analisi delle onde superficiali è possibile determinare il parametro Vs30, come previsto dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018, **Vs,eq**:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Quanto affermato si desume dalla **Tabella 3.2. II D.M. 17 Gennaio 2018** – Categorie di sottosuolo

Categoria Descrizione

**A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

**B** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

**C** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

**D** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 100 e 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

**E** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per ciò che attiene la **classificazione delle condizioni topografiche** secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC, considerato l'assetto plano-altimetrico della porzione di territorio in esame, l'area

d'intervento può essere classificata come appartenente alla **Categoria 'T1'**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

#### 4.3 IPOTESI DI PROGETTO E PARAMETRI SISMICI

---

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 2018 [XI], l'azione sismica sull'opera in esame è stata valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria C).

Ad oggi, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Nello specifico, le azioni di progetto sono ricavate, ai sensi del DM 2018, a partire dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Quest'ultime sono definite, secondo norma, su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei tre parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $FO$ ,  $T^*C$ ) - Tabella B, [XI] - e da prescelte probabilità di superamento  $P_{VR}$  e vite di riferimento  $V_R$ .

Per il calcolo dei parametri sismici locali e delle accelerazioni e tempi di ritorno riferiti ai differenti stati limite considerati sono state assunte le seguenti IPOTESI DI PROGETTO ai sensi del Par. 2.4. delle NTC 2018 [XI]:

- Tipo di costruzione: **2** *"Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale"*
- Vita nominale di progetto:  **$V_N = 50$  [anni]**
- Classe d'uso: **II(\*)** *"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti."*
- Periodo di riferimento:  **$V_R = 50$  [anni]**

Nel caso specifico valgono i parametri sismici riportati nella precedente Tabella 1.

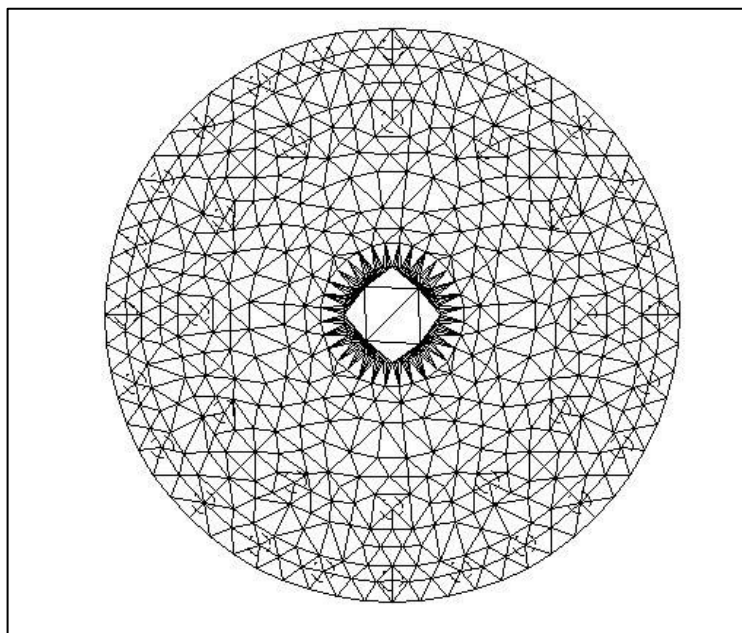
**NOTA (\*)** *Ai sensi della DGR n. 1214 del 31/05/2011 i singoli aerogeneratori possono essere verificati per le sollecitazioni sismiche derivanti dalla **Classe d'uso II**.*

#### 4.4 CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE: EFFICACIA DEL MODELLO

---

La progettazione e la verifica delle opere strutturali in oggetto sono state eseguite con il codice di calcolo numerico ad elementi finiti denominato "**API++Platee e Graticci 14.0**" e sviluppato dall'Aztec Informatica. Per la descrizione completa del software e per approfondimenti sui criteri di calcolo, si faccia riferimento a quanto dettagliatamente riportato nei tabulati di calcoli .

La struttura di fondazione e il suo comportamento sotto le azioni statiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello tridimensionale realizzato (Figura 1) e descritto in premessa al fine di eseguire una corretta analisi ad elementi finiti FEA.



Mesh Modello: n. elementi = 1222; n. nodi = 644

Il calcolo è stato condotto mediante analisi lineare.

Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati, inoltre, valutati tutti i possibili effetti o le azioni che possano essere significative e avere implicazione per la struttura in esame.

Per l'analisi della platea di fondazione è stato utilizzato il metodo degli elementi finiti (FEM).

La struttura è stata suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo degli spostamenti, interno all'elemento, viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma ha utilizzato, per l'analisi tipo piastra, elementi triangolari. Nello specifico, è stata generata una mesh triangolare strutturata su una maglia stabilita a priori.

Infine, il comportamento del terreno è stato sostanzialmente modellato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler (una serie di molle non reagenti a trazione disposte in corrispondenza dei nodi), principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna rigidità laterale, che è funzione delle caratteristiche del terreno .

In considerazione dell'assetto litostratigrafico e geotecnico dell'area, rivelatasi nell'insieme omogenea, la caratterizzazione stratigrafica determinata è da considerarsi caratteristica per i siti di realizzazione degli aerogeneratori denominati 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

## 5 ANALISI STRUTTURALE

## 5.1 VALORI DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEI MATERIALI STRUTTURALI

---

I materiali da costruzione da impiegare per la realizzazione delle strutture di fondazione per singolo aerogeneratore sono rappresentati, rispettivamente, da tondini in acciaio per armatura e da conglomerato cementizio con specifiche caratteristiche prestazionali dettagliate.

In generale, detti materiali rientrano fra i tipi previsti dalla normativa tecnica vigente in materia.

Nello specifico, per le opere in fondazione (piastra e pali), l'acciaio per armatura consiste in barre ad aderenza migliorata per cemento armato del tipo "B450C", mentre il calcestruzzo è di Classe "C35/45".

Per i valori di progetto della resistenza dei materiali si è fatto riferimento ai seguenti coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_M$ .

SLU:  $\gamma_M=1,50$  per il Calcestruzzo  $\gamma_M=1,15$  per l'Acciaio

SLE:  $\gamma_M=1,00$  per il Calcestruzzo  $\gamma_M=1,00$  per l'Acciaio

## 5.2 PRESCRIZIONI SUL CALCESTRUZZO DI FONDAZIONE

---

Controllo di accettazione:	tipo A
Classe di resistenza del calcestruzzo:	C35/45
Resistenza a compressione sui cubetti	$R_{ck} > 45 \text{ N/mm}^2$
Copriferro minimo nominale:	5 cm
Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza	S4 (fluida)
Massimo rapporto A/C:	0,55
Tipo/classe di cemento:	CEM II/AL 42,5 R
Diametro massimo inerte:	16-20 mm
Impiego di additive di tipo	"superfluidificante".

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

D.M. 2018, UNI EN 206-1:2001, UNI EN 11104:2004, UNI 8987, UNI 8520-2:2005, UNI EN 1744, UNI EN 1367, UNI EN 197-1:2007, UNI EN 934-2:2009

## 5.3 ACCIAIO PER OPERE IN C.A.

---

Acciaio dolce da Carpenteria del tipo Fe B 450 C qualificati secondo le procedure D.M. 14/01/2008 cap.11.3.1.2 e cap 11.3.3.5 nel seguente formato:

Barre tonde ad aderenza migliorata di diametri pari, rispettivamente, a 32, 25, 22, 20, 16, 12 mm e rispondente alle seguenti caratteristiche:

$$f_{y \text{ nom}} > 450\text{N/mm}^2$$

$$f_{t \text{ nom}} > 540\text{N/mm}^2$$

$$A_s > 7,5\%$$

$$1,15 < (f_t / f_y)k < 1,35$$

$$(f_t / f_{y \text{ nom}})k < 1,25$$

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

D.M. 2018

UNI EN 10020 :2001

UNI EN 10021 :2007

UNI EN 10080 :2005

Il campionamento e le prove saranno condotte secondo:

D.M. 2018

UNI EN ISO 7438 : 2005

#### 5.4 DEFINIZIONE DEL COPRIFERRO

---

Classe di esposizione XC2

Classe strutturale S4

Copriferro nominale=Copriferro minimo + $\Delta C_{DEV}$

Copriferro minimo= $\max(C_{minb}; C_{min,dur} + \Delta C_{DUR\gamma} - \Delta C_{ST} + \Delta C_{DUR,ADD}; 10 \text{ mm})$

$C_{minb}$ = diametro barra isolata 32 mm

$C_{min,dur}$ =25 mm

$$\Delta C_{DUR\gamma} = 0$$

$$\Delta C_{ST} = 0$$

$$\Delta C_{DUR,ADD} = 0$$

$$\Delta C_{DEV} = 10 \text{ mm}$$

Copriferro minimo=  $C_{minb}$ = 32 mm

Copriferro nominale = 32 +10 = 42 mm

Copriferro nominale scelto= 50 mm

## 5.5 CLASSE DI ESPOSIZIONE

---

La classe di esposizione ambientale prevista per la struttura in oggetto è siglata XC sia nelle Linee Guida sia nelle UNI 11104 ed è relativa al rischio di corrosione dei ferri di armatura per carbonatazione del calcestruzzo.

In particolare, l'ossidazione dei ferri di armatura causa la formazione di sostanze chimiche aventi un volume ben superiore al ferro stesso; la matrice cementizia, di conseguenza, viene sollecitata a trazione, con successive espulsioni di porzioni di calcestruzzo (fenomeni "spalling" in corrispondenza degli spigoli, fenomeni di "delaminazione" in corrispondenza delle superfici piane).

La prevenzione di tale fenomeno è stato circoscritto alla qualità del calcestruzzo prescritto, quindi idonea resistenza caratteristica conforme alle reali condizioni ambientali, ad una corretta posa del materiale, unitamente al rispetto del copriferro di progetto.

In generale, la XC presenta in tutto 4 sottoclassi, connesse con le condizioni di umidità dell'ambiente ed, in particolare, passando dalla XC1 alla XC4, l'ambiente aumenta la propria umidità relativa e di conseguenza il pericolo da corrosione.

Sia la UNI 11104 sia le Linee Guida hanno operato un accorpamento della XC1 e XC2, con rapporto a/c = 0,6 e stessa resistenza caratteristica. In realtà, trattandosi di due ambienti diversi, è opportuno operare con due miscele diverse per migliorare il calcestruzzo dal punto di vista qualitativo.

In particolare per le strutture di fondazioni, la miscela dovrà essere formulata in modo da migliorare la sua "impermeabilità" mediante un rapporto a/c inferiore, trattandosi di un calcestruzzo destinato ad opere prevalentemente a contatto con acqua.

## 5.6 AZIONI DI PROGETTO

---

La progettazione strutturale delle opere in fondazione, è stata eseguita partendo dai carichi di progetto "Characteristics loads" e "Extreme Wind Loads" .

Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

azioni dovute a peso proprio della struttura in elevazione e della struttura di fondazione

carichi permanenti e variabili

dedotte dalle seguenti tabelle del documento "D2370721-004 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Loads T115-50"

Load case	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kNm)	M <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>z</sub> (kNm)
D1c62_V42.5_060_s9	1535,05	50,5	-6826,1	4163,87	178349,5	374,9

Table 4 SG 6.0-170 HH115m Characteristics Loads at the base of the tower

Load case	Load factor	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	F <sub>xy</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kNm)	M <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>z</sub> (kNm)	M <sub>xy</sub> (kNm)
Dlc22_3bn_V11.0_n_s7	1,1	1688,55	55,55	-7508,71	1689,47	4580,25	196184,46	412,39	<b>196237,91</b>
Dlc22_3bn_V11.0_n_s7	1.0	1535,05	50,5	-6826,1	1535,88	4163,87	178349,5	374,9	<b>178398,1</b>

Table 3 SG 6.0-170 HH115m Factored/Unfactored Extreme loads at tower bottom

Per la geometria delle macchine installate sopra la torre non sono stati considerati carichi da neve.

In particolare, i carichi di progetto includono il comportamento dinamico della struttura e corrispondono alla condizione di carico più sfavorevole alla base della torre metallica.

Generalmente dalle Relazioni di Calcolo della Torre emerge che di fatto sarà considerata come dimensionante la condizione di carico da vento amplificata di 1.5, in quanto è quella che fornisce le maggiori sollecitazioni di progetto sulla torre.

Per la geometria delle macchine installate sopra la torre non sono stati considerati carichi neve sia quanto influenti ai fini della verifica, sia perché non esistono in pratica possibilità di accumulo neve sia sulle pale che sulla navicella.

Dal valore complessivo dell'azione flettente ( $M_{xy} = V(M_x^2 + M_y^2 + V(T_x^2 + T_y^2)) \times H_{fond}$ ) alla base per sisma, sensibilmente inferiore a quella derivante da vento estremo (in rapporto di 1 a 10 circa) in SLV, possiamo sicuramente concludere che tale azione non è dimensionante per le verifiche strutturali che seguono, anche se sommata a sollecitazioni dovute a vento in esercizio della macchina riportate in seguito.

A tal proposito è bene ricordare che per la norma italiana di riferimento, DM 17/01/2018 (8), il fattore di sicurezza per le combinazioni sismiche è 1,00 mentre è 1,50 per il vento, normative di settore quali la CEI IEC 61400-1 prevedono un fattore pari a 1,1.

## 5.7 COMBINAZIONI DI CARICO

La progettazione strutturale per singolo aerogeneratore è stata eseguita, ai sensi del D.M. 2018 [XI], verificando che l'opera soddisfi i requisiti di sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi SLU (Combinazione n° 1) e degli Stati Limite di Esercizio SLE (Combinazioni n° 2,3,4).

Pertanto, sono state considerate combinazioni di carico per azioni verticali e orizzontali, tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto sia della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli sia della probabilità che l'azione si verifichi con specifica intensità in relazione alle diverse situazioni analizzate.

Per gli Stati Limite Ultimi è stata adottata la combinazione fondamentale per soli carichi statici, affinché siano soddisfatte le verifiche allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Combinazione n° 1}$$

dove:

$G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$  coefficienti parziali come definiti nella tabella 6.2.I delle NTC;

$\psi_{0j}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici, come definiti nella tabella 2.5.I. delle NTC

Per gli Stati Limite di Esercizio degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti le verifiche sono state condotte facendo riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

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

#### **Combinazione n° 2 (quasi permanente)**

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

#### **Combinazione n° 3 (frequente)**

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

#### **Combinazione caratteristica n° 4 (rara)**

dove:

$G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici, come definiti nella tabella



### 2.5.I.

In zona sismica, le sollecitazioni derivanti dalle sole azioni sismiche sono combinate con quelle derivanti dai soli carichi statici secondo un'opportuna combinazione sismica,

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \text{ (Sisma X+, Sisma Y+)}$$

E è l'azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

G<sub>1</sub> rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

G<sub>2</sub> rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

P rappresenta pretensione e precompressione;

$\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili Q<sub>i</sub> come definiti in tab. 2.5.I. delle NTC

Q<sub>ki</sub> valore caratteristico dell'azione variabile Q<sub>i</sub>

$\gamma_E, \gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$  coefficienti parziali pari ad 1.

### 5.8 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU)

---

La progettazione strutturale è stata condotta in conformità a quanto stabilito nella normativa strutturale attualmente in vigore. In particolare le Norme Tecniche per le Costruzioni [XI], nel Capitolo 'Sesto' relativo alla 'Progettazione Geotecnica', impongono la effettuazione di verifiche geotecniche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) secondo due approcci che impongono nelle combinazioni differenti coefficienti parziali nei confronti delle azioni (A), dei parametri geotecnici del terreno (M) e delle resistenze caratteristiche (R):

Approccio 1: sono previste due combinazioni di gruppi di coefficienti, di cui la prima (A1+M1+R1) più cautelativa nei confronti delle verifiche strutturali (STR) e la seconda (A2+M1+R2) più cautelativa nei confronti delle verifiche geotecniche (GEO).

Approccio 2: è prevista una unica combinazione di gruppi di coefficienti (A1+M1+R3), da adottare sia nelle verifiche geotecniche, sia nelle verifiche strutturali.

Nello specifico, trattandosi di fondazione su pali la progettazione ha tenuto conto nelle verifiche allo SLU del contenimento delle azioni di progetto (con i pertinenti fattori amplificativi) da parte delle resistenze strutturali, nelle verifiche allo SLE degli effetti delle azioni di progetto (con i pertinenti fattori amplificativi) rilevandone la compatibilità con l'utilizzo della sovrastruttura.

In particolare, le verifiche SLU e SLE sono state condotte soddisfacendo i requisiti riportati, rispettivamente, nel § 6.4.3.1. e § 6.4.3.2 del DM 2018 [XI].

La citata normativa (§ 6.4.3.1. di [XI]) impone le seguenti verifiche SLU:

#### SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno

## Collasso per scorrimento sul piano di posa

Le verifiche GEO sono riportate al paragrafo 6.6.

### SLU di tipo strutturale (STR)

#### Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche STR sono riportate al paragrafo 6.7

### EQU verifica allo stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) per le sole fondazioni dirette

Nel caso in esame è stato adottato l'**Approccio 2**, pertanto le azioni di progetto in fondazione derivano da un'analisi strutturale svolta impiegando un'**unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali A1+M1+R3 (Tabb. 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II di [XI])**.

In particolare, la resistenza della fondazione soggetta a carichi assiali è stata eseguita ai sensi di quanto indicato dalla normativa DM 2018 [XI] nel § 6.4.2.1.:

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  della fondazione è stato 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 Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specificato nella Tab. 6.4.I per ciascun tipo di opera.

Il valore della resistenza caratteristica  $R_k$  è stato determinato, facendo riferimento alle procedure analitiche che prevedono l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito.

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	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

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	$\gamma_R = 1,1$

## 6 DATI

### 6.1 MATERIALI

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
$\gamma_{cls}$	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [N/mm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{cls}$ [kN/mc]	E [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	n	TA
1	C35/45	C35/45	45,000	24,52	34625,349	0.200	15.00	B450C

### 6.2 GEOMETRIA

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]
1	27,00	15,00	2	26,94	16,18	3	26,77	17,34	4	26,48	18,48
5	26,09	19,59	6	25,58	20,66	7	24,98	21,67	8	24,28	22,61
9	23,49	23,49	10	22,61	24,28	11	21,67	24,98	12	20,66	25,58
13	19,59	26,09	14	18,48	26,48	15	17,34	26,77	16	16,18	26,94
17	15,00	27,00	18	13,82	26,94	19	12,66	26,77	20	11,52	26,48
21	10,41	26,09	22	9,34	25,58	23	8,33	24,98	24	7,39	24,28
25	6,51	23,49	26	5,72	22,61	27	5,02	21,67	28	4,42	20,66
29	3,91	19,59	30	3,52	18,48	31	3,23	17,34	32	3,06	16,18
33	3,00	15,00	34	3,06	13,82	35	3,23	12,66	36	3,52	11,52
37	3,91	10,41	38	4,42	9,34	39	5,02	8,33	40	5,72	7,39
41	6,51	6,51	42	7,39	5,72	43	8,33	5,02	44	9,34	4,42
45	10,41	3,91	46	11,52	3,52	47	12,66	3,23	48	13,82	3,06
49	15,00	3,00	50	16,18	3,06	51	17,34	3,23	52	18,48	3,52
53	19,59	3,91	54	20,66	4,42	55	21,67	5,02	56	22,61	5,72
57	23,49	6,51	58	24,28	7,39	59	24,98	8,33	60	25,58	9,34
61	26,09	10,41	62	26,48	11,52	63	26,77	12,66	64	26,94	13,82

## 6.3 SPESSORI PIASTRA

### Simbologia adottata

Sp	Spessore, espresso in [mm]
n°	Indice del punto
X, Y	Ascissa e ordinata del punto, espresso in [mm]

Sp [mm]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	
900,0	1	3,00	3,00	2	27,00	3,00	3	27,00	27,00	4	3,00	27,00	
	1241,6	1	13,97	4,53	2	16,03	4,53	3	18,05	4,94	4	19,96	5,72
		5	21,67	6,87	6	23,13	8,33	7	24,28	10,04	8	25,06	11,95
		9	25,47	13,97	10	25,47	16,03	11	25,06	18,05	12	24,28	19,96
		13	23,13	21,67	14	21,67	23,13	15	19,96	24,28	16	18,05	25,06
		17	16,03	25,47	18	13,97	25,47	19	11,95	25,06	20	10,04	24,28
		21	8,33	23,13	22	6,87	21,67	23	5,72	19,96	24	4,94	18,05
		25	4,53	16,03	26	4,53	13,97	27	4,94	11,95	28	5,72	10,04
		29	6,87	8,33	30	8,33	6,87	31	10,04	5,72	32	11,95	4,94
		1583,2	1	14,12	6,03	2	15,88	6,03	3	17,62	6,37	4	19,25
5	20,72		8,03	6	21,97	9,28	7	22,95	10,75	8	23,63	12,38	
9	23,97		14,12	10	23,97	15,88	11	23,63	17,62	12	22,95	19,25	
13	21,97		20,72	14	20,72	21,97	15	19,25	22,95	16	17,62	23,63	
17	15,88		23,97	18	14,12	23,97	19	12,38	23,63	20	10,75	22,95	
21	9,28		21,97	22	8,03	20,72	23	7,05	19,25	24	6,37	17,62	
25	6,03		15,88	26	6,03	14,12	27	6,37	12,38	28	7,05	10,75	
29	8,03		9,28	30	9,28	8,03	31	10,75	7,05	32	12,38	6,37	
1924,8	1		14,26	7,52	2	15,74	7,52	3	17,18	7,81	4	18,54	8,37
	5		19,77	9,19	6	20,81	10,23	7	21,63	11,46	8	22,19	12,82
	9	22,48	14,26	10	22,48	15,74	11	22,19	17,18	12	21,63	18,54	
	13	20,81	19,77	14	19,77	20,81	15	18,54	21,63	16	17,18	22,19	
	17	15,74	22,48	18	14,26	22,48	19	12,82	22,19	20	11,46	21,63	
	21	10,23	20,81	22	9,19	19,77	23	8,37	18,54	24	7,81	17,18	
	25	7,52	15,74	26	7,52	14,26	27	7,81	12,82	28	8,37	11,46	
	29	9,19	10,23	30	10,23	9,19	31	11,46	8,37	32	12,82	7,81	
	2266,4	1	14,41	9,02	2	15,59	9,02	3	16,74	9,25	4	17,83	9,70
		5	18,81	10,35	6	19,65	11,19	7	20,30	12,17	8	20,75	13,26
9		20,98	14,41	10	20,98	15,59	11	20,75	16,74	12	20,30	17,83	
13		19,65	18,81	14	18,81	19,65	15	17,83	20,30	16	16,74	20,75	
17		15,59	20,98	18	14,41	20,98	19	13,26	20,75	20	12,17	20,30	
21		11,19	19,65	22	10,35	18,81	23	9,70	17,83	24	9,25	16,74	
25		9,02	15,59	26	9,02	14,41	27	9,25	13,26	28	9,70	12,17	
29		10,35	11,19	30	11,19	10,35	31	12,17	9,70	32	13,26	9,25	
2608,0		1	14,56	10,51	2	15,44	10,51	3	16,31	10,69	4	17,12	11,02
		5	17,86	11,52	6	18,48	12,14	7	18,98	12,88	8	19,31	13,69
	9	19,49	14,56	10	19,49	15,44	11	19,31	16,31	12	18,98	17,12	
	13	18,48	17,86	14	17,86	18,48	15	17,12	18,98	16	16,31	19,31	
	17	15,44	19,49	18	14,56	19,49	19	13,69	19,31	20	12,88	18,98	
	21	12,14	18,48	22	11,52	17,86	23	11,02	17,12	24	10,69	16,31	
	25	10,51	15,44	26	10,51	14,56	27	10,69	13,69	28	11,02	12,88	
	29	11,52	12,14	30	12,14	11,52	31	12,88	11,02	32	13,69	10,69	
	3550,0	1	14,71	12,01	2	15,29	12,01	3	15,87	12,12	4	16,42	12,35
		5	16,91	12,68	6	17,32	13,09	7	17,65	13,58	8	17,88	14,13
9		17,99	14,71	10	17,99	15,29	11	17,88	15,87	12	17,65	16,42	
13		17,32	16,91	14	16,91	17,32	15	16,42	17,65	16	15,87	17,88	
17		15,29	17,99	18	14,71	17,99	19	14,13	17,88	20	13,58	17,65	
21		13,09	17,32	22	12,68	16,91	23	12,35	16,42	24	12,12	15,87	
25		12,01	15,29	26	12,01	14,71	27	12,12	14,13	28	12,35	13,58	
29		12,68	13,09	30	13,09	12,68	31	13,58	12,35	32	14,13	12,12	

## 6.4 DESCRIZIONE TERRENI

Le aree ricadono nel territorio conosciuto come Appennino Dauno, caratterizzato da una serie di accavallamenti tettonici a vergenza adriatica che coinvolgono unità tettoniche individuate tra l'Oligocene e il Pliocene. Tra i terreni affioranti, di origine sedimentaria, prevalgono unità prevalentemente lapidee (Formazione della Daunia o Flysch di Faeto) e termini prevalentemente argillosi (Complesso indifferenziato o Argille Varicolori).

Relativamente alla tipologia di terreno in affioramento al di sotto di ognuno dei 9 generatori eolici interessati dal progetto di sostituzione dei generatori eolici e della sottostazione elettrica in progetto, è possibile distinguere tre formazioni geologiche distinte:

- al di sotto della stazione elettrica, la carta geologica scala 1:100000 riporta la presenza di sedimenti quaternari riferibili alla formazione Qc1 - ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni, a volte cementati. I depositi distinti con questa sigla sono composti da ciottolame misto a sabbie sciolte o in puddinga, costituito da elementi di arenaria e di calcare

detrítico derivanti dal flysch, di dimensioni medie tra 10 e 30 cm di diametro, alternato con sabbie ad andamento lenticolare e talora a stratificazione incrociata. Superiormente si presentano con concrezioni e crostoni calcarei. Esso poggia con lieve discordanza sui sedimenti sottostanti. Questi depositi vengono interpretati come accumuli deltizi formati in corrispondenza di fasi pluviali durante le quali le capacità di trasporto dei corsi d'acqua ed i processi di denudamento sarebbero stati straordinariamente attivi.

Per quanto riguarda il solo parco eolico, questo ricade all'interno dei limiti della Carta Geologica d'Italia scala 1:50000 Foglio n. 407 "San Bartolomeo in Galdo". La geologia di dettaglio ricavata dalla sovrapposizione degli aerogeneratori con la carta geologica è la seguente:

- L'aerogeneratore 1 ricade nel Sintema Cava di Petrelli. si tratta di depositi terrazzati di II ordine costituiti da ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa-argillosa.
  - Gli aerogeneratori 2, 3 e 7 ricadono in depositi argillo-siltose e marne argillose grigie a cui si intercalano sottili strati di sabbia. I terreni appena descritti rientrano nella formazione delle Argille sub-appennine.
  - Gli aerogeneratori 4, 5 e 6 ricadono in depositi terrazzati di IV ordine costituiti da ghiaie poligeniche con abbondante matrice sabbiosa grossolana.
  - Gli aerogeneratori 8 e 9 ricadono nel Sintema di Foggia costituito da depositi terrazzati del V ordine: depositi ciottolosi grossolani con alternanza di livelli sabbiosi e siltosi argillosi grigi scuri.
- È possibile definire il seguente modello geologico e geotecnico dell'area d'interesse:

Modello geologico di riferimento per il parco eolico		
Profondità (dal p.c.)		Litologia
da 0.00 m	a -2,00 m	depositi ghiaiosi e sabbioso-siltosi poco o debolmente coesi molto alterati
da -2,00 m	a -8,00 m	depositi conglomeratici immersi in matrice sabbioso-argillosa
da -8,00 m	a -13,00 m	depositi argilloso-sabbiosi

Modello geotecnico di riferimento per il parco eolico									
Unità	Descrizione	g (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>0</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	K (Kg/cm <sup>2</sup> )	E (kg/cm <sup>2</sup> )	M (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)
A	depositi ghiaiosi e sabbioso-siltosi poco o debolmente coesi molto alterati	1.79	3022.5	4797.0	7797.1	10213.4	0.29	0,47	19,50
B	depositi conglomeratici immersi in matrice sabbioso-argillosa	2.11	11246.6	47390.6	32081.2	65319.1	0.43	0,76	24,40
C	depositi argilloso-sabbiosi	2.16	10265.1	69348.6	29431.1	87507.0	0.43	0,99	30,80

## 6.5 CARICHI

### Convenzioni adottate

#### Carichi e reazioni vincolari

Fz	Carico verticale positivo verso il basso
Fx	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

## Sollecitazioni

Mx	Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
My	Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
Mxy	Momento flettente XY.

## Condizioni di carico

### Carichi concentrati

### Simbologia adottata

Ic	Indice carico
X	Ascissa carico espressa in [m]
Y	Ordinata carico espressa in [m]
N	Carico verticale espresso in [kN]
Mx	Momento intorno all'asse X espresso in [kNm]
My	Momento intorno all'asse Y espresso in [kNm]
Tx	Forza orizzontale in direzione X espressa in [kN]
Ty	Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kN]

### Condizione n° 1 - Permanenti torre [Permanente]

Oggetto	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
Piastra	17,18	15,00	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,17	15,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,16	15,26	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,14	15,39	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,11	15,52	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,08	15,65	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,03	15,77	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,98	15,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,93	16,01	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,86	16,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,79	16,24	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,71	16,34	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,63	16,44	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,54	16,54	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,44	16,63	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,34	16,71	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,24	16,79	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,13	16,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,01	16,93	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,89	16,98	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,77	17,03	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,65	17,08	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,52	17,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,39	17,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,26	17,16	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,13	17,17	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,00	17,18	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,87	17,17	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,74	17,16	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,61	17,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,48	17,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,35	17,08	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,23	17,03	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,11	16,98	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,99	16,93	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,87	16,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,76	16,79	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,66	16,71	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,56	16,63	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,46	16,54	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,37	16,44	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,29	16,34	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,21	16,24	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,14	16,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,07	16,01	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,02	15,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,97	15,77	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,92	15,65	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,89	15,52	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,86	15,39	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,84	15,26	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,83	15,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,82	15,00	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000

Oggetto	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
Piastra	12,83	14,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,84	14,74	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,86	14,61	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,89	14,48	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,92	14,35	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,97	14,23	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,02	14,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,07	13,99	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,14	13,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,21	13,76	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,29	13,66	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,37	13,56	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,46	13,46	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,56	13,37	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,66	13,29	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,76	13,21	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,87	13,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,99	13,07	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,11	13,02	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,23	12,97	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,35	12,92	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,48	12,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,61	12,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,74	12,84	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,87	12,83	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,00	12,82	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,13	12,83	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,26	12,84	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,39	12,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,52	12,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,65	12,92	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,77	12,97	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,89	13,02	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,01	13,07	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,13	13,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,24	13,21	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,34	13,29	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,44	13,37	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,54	13,46	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,63	13,56	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,71	13,66	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,79	13,76	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,86	13,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,93	13,99	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,98	14,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,03	14,23	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,08	14,35	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,11	14,48	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,14	14,61	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,16	14,74	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,17	14,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000

Condizione n° 2 - Estremi torre [Variabile -  $\Psi_0=1.00$   $\Psi_1=0.90$   $\Psi_2=0.80$ ]

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	17,00	15,00	1715,366	0,000	0,000	14,768	1,802
Piastra	17,00	15,12	1712,237	0,000	0,000	14,659	1,799
Piastra	16,99	15,24	1702,859	0,000	0,000	14,551	1,789
Piastra	16,97	15,36	1687,268	0,000	0,000	14,443	1,773
Piastra	16,94	15,48	1665,521	0,000	0,000	14,337	1,750
Piastra	16,91	15,60	1637,696	0,000	0,000	14,232	1,721
Piastra	16,87	15,71	1603,895	0,000	0,000	14,129	1,685
Piastra	16,82	15,82	1564,242	0,000	0,000	14,028	1,644
Piastra	16,77	15,93	1518,881	0,000	0,000	13,930	1,596
Piastra	16,71	16,03	1467,978	0,000	0,000	13,836	1,542
Piastra	16,65	16,14	1411,719	0,000	0,000	13,744	1,483
Piastra	16,57	16,23	1350,308	0,000	0,000	13,657	1,419
Piastra	16,50	16,33	1283,970	0,000	0,000	13,573	1,349
Piastra	16,41	16,41	1212,947	0,000	0,000	13,494	1,274
Piastra	16,33	16,50	1137,498	0,000	0,000	13,419	1,195
Piastra	16,23	16,57	1057,899	0,000	0,000	13,349	1,112
Piastra	16,14	16,65	974,439	0,000	0,000	13,285	1,024
Piastra	16,03	16,71	887,424	0,000	0,000	13,226	0,932
Piastra	15,93	16,77	797,170	0,000	0,000	13,172	0,838
Piastra	15,82	16,82	704,008	0,000	0,000	13,124	0,740
Piastra	15,71	16,87	608,277	0,000	0,000	13,083	0,639
Piastra	15,60	16,91	510,327	0,000	0,000	13,047	0,536
Piastra	15,48	16,94	410,514	0,000	0,000	13,018	0,431
Piastra	15,36	16,97	309,203	0,000	0,000	12,995	0,325
Piastra	15,24	16,99	206,765	0,000	0,000	12,979	0,217
Piastra	15,12	17,00	103,571	0,000	0,000	12,969	0,109
Piastra	15,00	17,00	0,000	0,000	0,000	12,966	0,000
Piastra	14,88	17,00	-103,571	0,000	0,000	12,969	-0,109
Piastra	14,76	16,99	-206,765	0,000	0,000	12,979	-0,217
Piastra	14,64	16,97	-309,203	0,000	0,000	12,995	-0,325
Piastra	14,52	16,94	-410,514	0,000	0,000	13,018	-0,431
Piastra	14,40	16,91	-510,327	0,000	0,000	13,047	-0,536
Piastra	14,29	16,87	-608,277	0,000	0,000	13,083	-0,639
Piastra	14,18	16,82	-704,008	0,000	0,000	13,124	-0,740
Piastra	14,07	16,77	-797,170	0,000	0,000	13,172	-0,838
Piastra	13,97	16,71	-887,424	0,000	0,000	13,226	-0,932
Piastra	13,86	16,65	-974,439	0,000	0,000	13,285	-1,024
Piastra	13,77	16,57	-1057,899	0,000	0,000	13,349	-1,112
Piastra	13,67	16,50	-1137,498	0,000	0,000	13,419	-1,195
Piastra	13,59	16,41	-1212,947	0,000	0,000	13,494	-1,274
Piastra	13,50	16,33	-1283,970	0,000	0,000	13,573	-1,349
Piastra	13,43	16,23	-1350,308	0,000	0,000	13,657	-1,419
Piastra	13,35	16,14	-1411,719	0,000	0,000	13,744	-1,483
Piastra	13,29	16,03	-1467,978	0,000	0,000	13,836	-1,542
Piastra	13,23	15,93	-1518,881	0,000	0,000	13,930	-1,596
Piastra	13,18	15,82	-1564,242	0,000	0,000	14,028	-1,644
Piastra	13,13	15,71	-1603,895	0,000	0,000	14,129	-1,685
Piastra	13,09	15,60	-1637,696	0,000	0,000	14,232	-1,721
Piastra	13,06	15,48	-1665,521	0,000	0,000	14,337	-1,750
Piastra	13,03	15,36	-1687,268	0,000	0,000	14,443	-1,773
Piastra	13,01	15,24	-1702,859	0,000	0,000	14,551	-1,789
Piastra	13,00	15,12	-1712,237	0,000	0,000	14,659	-1,799
Piastra	13,00	15,00	-1715,366	0,000	0,000	14,768	-1,802
Piastra	13,00	14,88	-1712,237	0,000	0,000	14,877	-1,799
Piastra	13,01	14,76	-1702,859	0,000	0,000	14,985	-1,789
Piastra	13,03	14,64	-1687,268	0,000	0,000	15,093	-1,773
Piastra	13,06	14,52	-1665,521	0,000	0,000	15,199	-1,750
Piastra	13,09	14,40	-1637,696	0,000	0,000	15,304	-1,721
Piastra	13,13	14,29	-1603,895	0,000	0,000	15,407	-1,685
Piastra	13,18	14,18	-1564,242	0,000	0,000	15,508	-1,644
Piastra	13,23	14,07	-1518,881	0,000	0,000	15,606	-1,596
Piastra	13,29	13,97	-1467,978	0,000	0,000	15,701	-1,542
Piastra	13,35	13,86	-1411,719	0,000	0,000	15,792	-1,483
Piastra	13,43	13,77	-1350,308	0,000	0,000	15,880	-1,419
Piastra	13,50	13,67	-1283,970	0,000	0,000	15,963	-1,349
Piastra	13,59	13,59	-1212,947	0,000	0,000	16,043	-1,274
Piastra	13,67	13,50	-1137,498	0,000	0,000	16,117	-1,195
Piastra	13,77	13,43	-1057,899	0,000	0,000	16,187	-1,112
Piastra	13,86	13,35	-974,439	0,000	0,000	16,251	-1,024
Piastra	13,97	13,29	-887,424	0,000	0,000	16,311	-0,932
Piastra	14,07	13,23	-797,170	0,000	0,000	16,364	-0,838
Piastra	14,18	13,18	-704,008	0,000	0,000	16,412	-0,740
Piastra	14,29	13,13	-608,277	0,000	0,000	16,453	-0,639
Piastra	14,40	13,09	-510,327	0,000	0,000	16,489	-0,536
Piastra	14,52	13,06	-410,514	0,000	0,000	16,518	-0,431
Piastra	14,64	13,03	-309,203	0,000	0,000	16,541	-0,325
Piastra	14,76	13,01	-206,765	0,000	0,000	16,557	-0,217
Piastra	14,88	13,00	-103,571	0,000	0,000	16,567	-0,109
Piastra	15,00	13,00	0,000	0,000	0,000	16,570	0,000
Piastra	15,12	13,00	103,571	0,000	0,000	16,567	0,109
Piastra	15,24	13,01	206,765	0,000	0,000	16,557	0,217
Piastra	15,36	13,03	309,203	0,000	0,000	16,541	0,325
Piastra	15,48	13,06	410,514	0,000	0,000	16,518	0,431
Piastra	15,60	13,09	510,327	0,000	0,000	16,489	0,536
Piastra	15,71	13,13	608,277	0,000	0,000	16,453	0,639
Piastra	15,82	13,18	704,008	0,000	0,000	16,412	0,740
Piastra	15,93	13,23	797,170	0,000	0,000	16,364	0,838
Piastra	16,03	13,29	887,424	0,000	0,000	16,311	0,932
Piastra	16,14	13,35	974,439	0,000	0,000	16,251	1,024
Piastra	16,23	13,43	1057,899	0,000	0,000	16,187	1,112
Piastra	16,33	13,50	1137,498	0,000	0,000	16,117	1,195
Piastra	16,41	13,59	1212,947	0,000	0,000	16,043	1,274



Oggetto	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
Piastra	16,50	13,67	1283,970	0,000	0,000	15,963	1,349
Piastra	16,57	13,77	1350,308	0,000	0,000	15,880	1,419
Piastra	16,65	13,86	1411,719	0,000	0,000	15,792	1,483
Piastra	16,71	13,97	1467,978	0,000	0,000	15,701	1,542
Piastra	16,77	14,07	1518,881	0,000	0,000	15,606	1,596
Piastra	16,82	14,18	1564,242	0,000	0,000	15,508	1,644
Piastra	16,87	14,29	1603,895	0,000	0,000	15,407	1,685
Piastra	16,91	14,40	1637,696	0,000	0,000	15,304	1,721
Piastra	16,94	14,52	1665,521	0,000	0,000	15,199	1,750
Piastra	16,97	14,64	1687,268	0,000	0,000	15,093	1,773
Piastra	16,99	14,76	1702,859	0,000	0,000	14,985	1,789
Piastra	17,00	14,88	1712,237	0,000	0,000	14,877	1,799

## Normativa - Coefficienti di sicurezza

### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1}$	1.30
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1}$	1.50
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1, fav}$	0.90

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1.00
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.00
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00

## Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 4

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.30
Permanenti torre	1.30
Estremi torre	1.50

Combinazione n° 2 - SLE Quasi permanente

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	0.80

Combinazione n° 3 - SLE Frequente

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	0.90

Combinazione n° 4 - SLE Rara

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00

Condizione	CP
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	1.00

## Impostazioni di analisi

### Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Hansen  
 Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata  
 Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof

Fattore di rigidità della sovrastruttura 0.00

## 6.6 DETTAGLI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE

### Simbologia adottata

Ic Indice combinazione  
 Nc, Nq, N<sub>γ</sub> coeff. di capacità portante  
 N'<sub>c</sub>, N'<sub>q</sub>, N'<sub>γ</sub> coeff. di capacità portante corretti (fattori di forma, di affondamento, ecc.)

#### Parametri strato equivalente terreno di progetto

H Altezza cuneo di rottura, espresso in [m]  
 γ Peso nell'unità di volume, espresso in [kN/mc]  
 φ Angolo di attrito, espresso in [°]  
 c Coesione, espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

n°	Oggetto	Nc	N' <sub>c</sub>	Nq	N' <sub>q</sub>	Zc [m]	Pp [kN]	PI [kN]	A [kN]
1	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
13	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
25	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
31	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	0,00 0,00	7777,25 7777,25	0,00

## 7 PRINCIPALI VERIFICHE

### 7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

#### Carico limite

##### Simbologia adottata

Ic Indice combinazione  
 N Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kN]  
 Np Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kN]  
 Qu Portanza ultima, espressa in [kN]  
 Qup Portanza ultima dei pali, espressa in [kN]. Solo per fondazione mista  
 Qd Portanza di progetto ((Qu+Qup)/η), espressa in [kN]  
 Nt Carico totale verticale (N+Np), espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/Nt)

#### Combinazione n° 1

n°	Oggetto	N [kN]	Pd [kN]	FSv	T [kN]	Td [kN]	FSo
1	Piastra 1	1794,39	4024,32	2.243 (1)	64,23	116,66	1.816 (1)

n°	Oggetto	N [kN]	Pd [kN]	FSv	T [kN]	Td [kN]	FSo
13	Piastra 1	-646,45	3706,07	5.733 (1)	64,23	153,36	2.388 (1)
25	Piastra 1	3880,16	4024,32	1.037 (1)	64,37	116,66	1.812 (1)
31	Piastra 1	-688,55	4314,57	6.266 (1)	64,37	153,47	2.384 (1)

## 7.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### Risultati Piastra

#### Risultati per combinazione

##### Spostamenti

#### Spostamenti massimi e minimi della piastra

##### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [mm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [mm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [mm]
$\phi_x$	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
$\phi_y$	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm <sup>2</sup> /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

Ic	w [mm]	u [mm]	v [mm]	$\phi_x$ [°]	$\phi_y$ [°]	p [N/mm <sup>2</sup> ]	
1	5,03569 (437)	1,28920 (164)	0,03741 (621)	0,000672 (201)	0,000547 (612)		MAX
	-0,73264 (106)	1,21817 (588)	-0,03741 (161)	-0,000747 (577)	-0,000550 (348)		MIN
2	3,27757 (429)	0,68758 (164)	0,01995 (621)	0,000361 (238)	0,000362 (612)		MAX
	-0,27347 (101)	0,64969 (588)	-0,01995 (161)	-0,000482 (577)	-0,000363 (348)		MIN
3	3,44443 (437)	0,77352 (164)	0,02244 (621)	0,000405 (218)	0,000378 (612)		MAX
	-0,33387 (101)	0,73090 (588)	-0,02245 (161)	-0,000508 (577)	-0,000380 (348)		MIN
4	3,61350 (437)	0,85947 (164)	0,02494 (621)	0,000449 (226)	0,000395 (612)		MAX
	-0,39519 (79)	0,81211 (588)	-0,02494 (161)	-0,000534 (577)	-0,000397 (348)		MIN

##### Sollecitazioni

#### Sollecitazioni massime e minime piastra

##### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
Ny	Tensione normale Y espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

Ic	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	Nx [N/mmq]	Ny [N/mmq]	Nxy [N/mmq]	
1	22174,50 (313) -14003,08 (205)	16014,53 (313) -7712,03 (205)	5017,60 (192) -5008,13 (381)	6163,80 (439) -11187,88 (238)	6163,80 (439) -11187,88 (183)	0,049 (371) -0,050 (159)	0,037 (101) -0,037 (603)	0,032 (381) -0,040 (192)	MAX MIN
2	12791,32 (313) -6502,91 (205)	9519,10 (313) -3135,14 (205)	2678,45 (192) -2674,41 (381)	3411,19 (439) -5983,13 (238)	3411,19 (439) -5983,13 (183)	0,026 (371) -0,026 (159)	0,020 (101) -0,020 (603)	0,017 (381) -0,021 (192)	MAX MIN
3	13996,93 (313) -7709,28 (205)	10310,34 (313) -3925,65 (205)	3012,28 (192) -3007,33 (381)	3787,12 (439) -6724,40 (238)	3787,12 (439) -6724,40 (183)	0,030 (371) -0,030 (159)	0,022 (101) -0,022 (603)	0,019 (381) -0,024 (192)	MAX MIN
4	15202,53 (313) -8915,65 (205)	11101,58 (313) -4716,16 (205)	3346,11 (192) -3340,24 (381)	4163,04 (439) -7465,66 (238)	4163,04 (439) -7465,66 (183)	0,033 (371) -0,033 (159)	0,025 (101) -0,025 (603)	0,021 (381) -0,027 (192)	MAX MIN

## Verifiche strutturali

### Verifica flessione piastra

#### Simbologia adottata

I <sub>s</sub>	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>ñ</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mmq]
A <sub>ñs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [mmq]
M <sub>p</sub>	Momento positivo espresso in [kNm]
N <sub>p</sub>	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
M <sub>n</sub>	Momento negativo espresso in [kNm]
N <sub>n</sub>	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	Momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1-37-P	6434	6434	31,73	-2,45	0,00	-2,45	1950,08	-150,70	61.450
2-43-P	32170	32170	210,62	-10,45	-0,02	-7,62	9854,46	-488,73	46.789
3-40-P	32170	32170	507,48	3,33	-0,69	1,03	14355,33	94,27	28.287
4-46-P	32170	45842	864,98	3,13	0,00	0,00	16955,48	61,35	19.602
5-49-P	32170	34583	1427,90	8,60	0,00	0,00	18650,64	112,33	13.062
6-53-P	32170	48255	2210,73	17,36	0,00	0,00	21332,60	167,48	9.650
7-57-P	32170	33778	3260,04	23,49	0,00	0,00	22955,97	165,44	7.042
8-56-P	32170	40212	4889,72	32,75	0,00	0,00	27314,36	182,94	5.586
9-60-P	32170	32170	6499,02	54,46	0,00	0,00	27268,04	228,51	4.196
10-56-P	32170	36191	10618,96	96,00	0,00	0,00	32820,17	296,71	3.091
11-60-P	32170	32170	12179,63	116,25	0,00	0,00	31642,59	302,03	2.598
12-56-P	32170	64340	21015,99	94,74	0,00	0,00	43629,83	196,68	2.076
13-56-P	32170	64340	21080,66	89,40	0,00	0,00	43610,15	184,94	2.069
14-60-P	32170	32170	12205,80	105,08	0,00	0,00	31606,85	272,11	2.589
15-56-P	32170	36191	10591,33	79,16	0,00	0,00	32755,65	244,81	3.093
16-60-P	32170	32170	6509,83	47,37	0,00	0,00	27238,13	198,22	4.184
17-56-P	32170	40212	4882,09	27,05	0,00	0,00	27281,11	151,18	5.588
18-57-P	32170	33778	3254,55	19,61	0,00	0,00	22932,97	138,19	7.046
19-53-P	32170	48255	2197,18	14,18	0,00	0,00	21307,86	137,53	9.698
20-49-P	32170	34583	1473,56	7,03	0,00	0,00	18634,31	88,84	12.646
21-46-P	32170	45842	889,20	2,25	0,00	0,00	16943,24	42,83	19.055
22-40-P	32170	32170	514,96	2,66	-0,57	0,88	14344,42	74,05	27.856
23-43-P	32170	32170	212,55	-10,51	-0,01	-7,60	9855,01	-487,34	46.367
24-37-P	6434	6434	32,03	-2,45	0,00	-2,45	1950,73	-149,03	60.910
25-13-S	28953	28953	0,28	27,41	-43,11	27,41	-10851,12	6898,67	251.728
26-31-S	32170	38604	0,00	0,00	-94,01	31,95	-15528,02	5278,27	165.181
27-37-S	32170	32170	0,00	0,00	-193,76	35,64	-15838,93	2913,21	81.747
28-42-S	32170	38604	0,00	0,00	-350,38	41,15	-22849,37	2683,63	65.212
29-40-S	32170	35387	0,00	0,00	-601,87	46,53	-23569,61	1822,15	39.161
30-40-S	32170	32170	0,00	0,00	-977,09	48,69	-23821,99	1187,09	24.381
31-43-S	32170	36995	0,00	0,00	-1477,81	52,10	-32111,02	1131,98	21.729
32-46-S	32170	40212	0,00	0,00	-2201,66	48,74	-36600,13	810,20	16.624
33-47-S	32170	32170	0,00	0,00	-3187,23	37,23	-31722,46	370,52	9.953
34-48-S	32170	45038	0,00	0,00	-5636,56	18,69	-60081,21	199,18	10.659
35-48-S	32170	32170	0,00	0,00	-4055,87	19,76	-43306,24	211,00	10.677
36-60-S	32170	32170	3999,13	5,42	-974,60	5,42	31332,49	42,48	7.835
37-44-S	32170	32170	6601,49	-9,67	0,00	0,00	42859,64	-62,80	6.492
38-48-S	32170	32170	12358,68	-19,82	0,00	0,00	42849,75	-68,74	3.467
39-48-S	32170	45038	12917,48	-19,17	0,00	0,00	43054,71	-63,91	3.333
40-47-S	32170	32170	7997,98	-37,37	0,00	0,00	31104,54	-145,35	3.889
41-44-S	32170	41017	5804,19	-50,52	0,00	0,00	28550,94	-248,51	4.919
42-42-S	32170	37800	4276,89	-53,00	0,00	0,00	26750,90	-331,51	6.255
43-40-S	32170	32170	3022,92	-49,41	0,00	0,00	22478,16	-367,41	7.436
44-33-S	32170	41017	1933,86	-41,61	0,00	0,00	18317,55	-394,16	9.472
45-43-S	32170	39408	1326,74	-41,19	0,00	0,00	17372,31	-539,36	13.094
46-25-S	32170	32170	768,99	-36,31	0,00	0,00	13938,53	-658,06	18.126
47-32-S	32170	39408	408,23	-31,99	0,00	0,00	11362,27	-890,28	27.833
48-26-S	28953	28953	215,25	-27,26	-0,02	-5,53	8613,16	-1090,84	40.014

## Verifica a punzonamento

### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
ρ <sub>y</sub> , ρ <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,i</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [N/mmq]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [N/mmq]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mmq]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mmq]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [N/mmq]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti V <sub>Rd,max</sub> /V <sub>Ed,i</sub> , V <sub>Rd,cf</sub> /V <sub>Ed,f</sub> e V <sub>Rd,cs</sub> /V <sub>Ed,f</sub> )

Per il PUNZONAMENTO DELLA TORRE SUL BLOCCO DI FONDAZIONE:



OP	P	c1 [mm]	c2 [mm]	d [mm]	u0 [mm]	u1 [mm]	py [%]	pz [%]	dpc [mm]	duc [mm]	nsc	nc
Piastra n° 1	16,57; 13,77	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,65; 13,86	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,71; 13,97	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,77; 14,07	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,82; 14,18	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,87; 14,29	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,91; 14,40	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,94; 14,52	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,97; 14,64	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,99; 14,76	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 1	995	995	818	2254	5970	7.14501	4.25149	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 2	995	995	818	2352	5128	5.16197	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 3	995	995	818	2352	5129	3.57251	3.87561	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 4	995	995	818	2254	5971	3.12247	3.12247	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 5	995	995	818	2352	5128	3.87561	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 6	995	995	818	2352	5129	3.55533	5.16197	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 7	995	995	818	2254	5971	4.25149	7.14501	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 8	995	995	818	2352	5128	3.55533	5.16197	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 9	995	995	818	2352	5129	3.51240	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 10	995	995	818	2254	5971	2.97866	3.12247	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 11	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.87561	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 12	995	995	818	2352	5129	3.57251	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 13	995	995	818	2254	5971	3.57251	4.25149	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 14	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 15	995	995	818	2352	5129	3.57251	3.51240	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 16	995	995	818	2254	5971	2.97866	2.97866	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 17	995	995	818	2352	5128	3.51240	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 18	995	995	818	2352	5129	3.55533	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 19	995	995	818	2254	5971	4.25149	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 20	995	995	818	2352	5128	3.55533	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 21	995	995	818	2352	5129	3.87561	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 22	995	995	818	2254	5971	3.12247	2.97866	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 23	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.51240	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 24	995	995	818	2352	5129	5.16197	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 25	995	995	1501	3137	22062	2.03147	2.08558	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 26	995	995	1501	3137	22062	2.25493	2.55756	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 27	995	995	1501	3137	22062	2.55756	2.25493	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 28	995	995	1501	3137	22062	2.08558	2.03147	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 29	995	995	1501	3137	22062	2.23689	2.25493	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 30	995	995	1501	3137	22062	3.01673	2.55756	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 31	995	995	1501	3137	22062	2.03147	2.08558	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 32	995	995	1501	3137	22062	3.01673	2.23689	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 33	995	995	1501	3137	22062	2.23689	3.01673	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 34	995	995	1501	3137	22062	2.08558	2.03147	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 35	995	995	1501	3137	22062	2.55756	3.01673	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 36	995	995	1501	3137	22062	2.25493	2.23689	0	0	0	0

**Combinazione n° 1**

OP	P	VEd,i [N/mmqa]	VRd,max [N/mmqa]	VEd,f [N/mmqa]	VRd,cf [N/mmqa]	VRd,cs [N/mmqa]	FS
Piastra n° 1	17,00; 15,00	5,211	5,291	0,140	0,295	0,000	1.015
Piastra n° 1	16,99; 15,24	5,197	5,291	0,140	0,295	0,000	1.018
Piastra n° 1	16,97; 15,36	5,180	5,291	0,139	0,295	0,000	1.021
Piastra n° 1	16,94; 15,48	5,157	5,291	0,139	0,295	0,000	1.026
Piastra n° 1	16,91; 15,60	5,127	5,291	0,138	0,295	0,000	1.032
Piastra n° 1	16,87; 15,71	5,090	5,291	0,137	0,295	0,000	1.039
Piastra n° 1	16,82; 15,82	5,048	5,291	0,136	0,295	0,000	1.048
Piastra n° 1	16,77; 15,93	4,999	5,291	0,134	0,295	0,000	1.059
Piastra n° 1	16,71; 16,03	4,944	5,291	0,133	0,295	0,000	1.070
Piastra n° 1	16,65; 16,14	4,883	5,291	0,131	0,295	0,000	1.084
Piastra n° 1	16,57; 16,23	4,817	5,291	0,129	0,295	0,000	1.099
Piastra n° 1	16,50; 16,33	4,745	5,291	0,128	0,295	0,000	1.115
Piastra n° 1	16,41; 16,41	4,668	5,291	0,125	0,295	0,000	1.133
Piastra n° 1	16,33; 16,50	4,587	5,291	0,123	0,295	0,000	1.154
Piastra n° 1	16,23; 16,57	4,501	5,291	0,121	0,295	0,000	1.176
Piastra n° 1	16,14; 16,65	4,411	5,291	0,119	0,295	0,000	1.200
Piastra n° 1	16,03; 16,71	4,317	5,291	0,116	0,295	0,000	1.226
Piastra n° 1	15,93; 16,77	4,219	5,291	0,113	0,295	0,000	1.254
Piastra n° 1	15,82; 16,82	4,119	5,291	0,111	0,295	0,000	1.285
Piastra n° 1	15,71; 16,87	4,015	5,291	0,108	0,295	0,000	1.318
Piastra n° 1	15,60; 16,91	3,909	5,291	0,105	0,295	0,000	1.353
Piastra n° 1	15,48; 16,94	3,802	5,291	0,102	0,295	0,000	1.392
Piastra n° 1	15,36; 16,97	3,692	5,291	0,099	0,295	0,000	1.433
Piastra n° 1	15,24; 16,99	3,582	5,291	0,096	0,295	0,000	1.477
Piastra n° 1	15,12; 17,00	3,470	5,291	0,093	0,295	0,000	1.525
Piastra n° 1	15,00; 17,00	3,358	5,291	0,090	0,295	0,000	1.576
Piastra n° 1	14,88; 17,00	3,246	5,291	0,087	0,295	0,000	1.630
Piastra n° 1	14,76; 16,99	3,135	5,291	0,084	0,295	0,000	1.688
Piastra n° 1	14,64; 16,97	3,024	5,291	0,081	0,295	0,000	1.750
Piastra n° 1	14,52; 16,94	2,915	5,291	0,078	0,295	0,000	1.815
Piastra n° 1	14,40; 16,91	2,807	5,291	0,075	0,295	0,000	1.885
Piastra n° 1	14,29; 16,87	2,701	5,291	0,073	0,295	0,000	1.959
Piastra n° 1	14,18; 16,82	2,598	5,291	0,070	0,295	0,000	2.037
Piastra n° 1	14,07; 16,77	2,497	5,291	0,067	0,295	0,000	2.119
Piastra n° 1	13,97; 16,71	2,400	5,291	0,065	0,295	0,000	2.205
Piastra n° 1	13,86; 16,65	2,306	5,291	0,062	0,295	0,000	2.295
Piastra n° 1	13,77; 16,57	2,216	5,291	0,060	0,295	0,000	2.388
Piastra n° 1	13,67; 16,50	2,130	5,291	0,057	0,295	0,000	2.484
Piastra n° 1	13,59; 16,41	2,048	5,291	0,055	0,295	0,000	2.583

OP	P	V <sub>Ed,i</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Ed,f</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,cf</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,cs</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	FS
Piastra nº 1	13,50; 16,33	1,972	5,291	0,053	0,295	0,000	2.684
Piastra nº 1	13,43; 16,23	1,900	5,291	0,051	0,295	0,000	2.785
Piastra nº 1	13,35; 16,14	1,834	5,291	0,049	0,295	0,000	2.886
Piastra nº 1	13,29; 16,03	1,773	5,291	0,048	0,295	0,000	2.985
Piastra nº 1	13,23; 15,93	1,718	5,291	0,046	0,295	0,000	3.080
Piastra nº 1	13,18; 15,82	1,669	5,291	0,045	0,295	0,000	3.170
Piastra nº 1	13,13; 15,71	1,626	5,291	0,044	0,295	0,000	3.254
Piastra nº 1	13,09; 15,60	1,590	5,291	0,043	0,295	0,000	3.329
Piastra nº 1	13,06; 15,48	1,560	5,291	0,042	0,295	0,000	3.393
Piastra nº 1	13,03; 15,36	1,536	5,291	0,041	0,295	0,000	3.445
Piastra nº 1	13,01; 15,24	1,519	5,291	0,041	0,295	0,000	3.483
Piastra nº 1	13,00; 15,12	1,509	5,291	0,041	0,295	0,000	3.506
Piastra nº 1	13,00; 15,00	1,506	5,291	0,040	0,295	0,000	3.514
Piastra nº 1	13,00; 14,88	1,509	5,291	0,041	0,295	0,000	3.506
Piastra nº 1	13,01; 14,76	1,519	5,291	0,041	0,295	0,000	3.483
Piastra nº 1	13,03; 14,64	1,536	5,291	0,041	0,295	0,000	3.445
Piastra nº 1	13,06; 14,52	1,560	5,291	0,042	0,295	0,000	3.393
Piastra nº 1	13,09; 14,40	1,590	5,291	0,043	0,295	0,000	3.329
Piastra nº 1	13,13; 14,29	1,626	5,291	0,044	0,295	0,000	3.254
Piastra nº 1	13,18; 14,18	1,669	5,291	0,045	0,295	0,000	3.170
Piastra nº 1	13,23; 14,07	1,718	5,291	0,046	0,295	0,000	3.080
Piastra nº 1	13,29; 13,97	1,773	5,291	0,048	0,295	0,000	2.985
Piastra nº 1	13,35; 13,86	1,834	5,291	0,049	0,295	0,000	2.886
Piastra nº 1	13,43; 13,77	1,900	5,291	0,051	0,295	0,000	2.785
Piastra nº 1	13,50; 13,67	1,972	5,291	0,053	0,295	0,000	2.684
Piastra nº 1	13,59; 13,59	2,048	5,291	0,055	0,295	0,000	2.583
Piastra nº 1	13,67; 13,50	2,130	5,291	0,057	0,295	0,000	2.484
Piastra nº 1	13,77; 13,43	2,216	5,291	0,060	0,295	0,000	2.388
Piastra nº 1	13,86; 13,35	2,306	5,291	0,062	0,295	0,000	2.295
Piastra nº 1	13,97; 13,29	2,400	5,291	0,065	0,295	0,000	2.205
Piastra nº 1	14,07; 13,23	2,497	5,291	0,067	0,295	0,000	2.119
Piastra nº 1	14,18; 13,18	2,598	5,291	0,070	0,295	0,000	2.037
Piastra nº 1	14,29; 13,13	2,701	5,291	0,073	0,295	0,000	1.959
Piastra nº 1	14,40; 13,09	2,807	5,291	0,075	0,295	0,000	1.885
Piastra nº 1	14,52; 13,06	2,915	5,291	0,078	0,295	0,000	1.815
Piastra nº 1	14,64; 13,03	3,024	5,291	0,081	0,295	0,000	1.750
Piastra nº 1	14,76; 13,01	3,135	5,291	0,084	0,295	0,000	1.688
Piastra nº 1	14,88; 13,00	3,246	5,291	0,087	0,295	0,000	1.630
Piastra nº 1	15,00; 13,00	3,358	5,291	0,090	0,295	0,000	1.576
Piastra nº 1	15,12; 13,00	3,470	5,291	0,093	0,295	0,000	1.525
Piastra nº 1	15,24; 13,01	3,582	5,291	0,096	0,295	0,000	1.477
Piastra nº 1	15,36; 13,03	3,692	5,291	0,099	0,295	0,000	1.433
Piastra nº 1	15,48; 13,06	3,802	5,291	0,102	0,295	0,000	1.392
Piastra nº 1	15,60; 13,09	3,909	5,291	0,105	0,295	0,000	1.353
Piastra nº 1	15,71; 13,13	4,015	5,291	0,108	0,295	0,000	1.318
Piastra nº 1	15,82; 13,18	4,119	5,291	0,111	0,295	0,000	1.285
Piastra nº 1	15,93; 13,23	4,219	5,291	0,113	0,295	0,000	1.254
Piastra nº 1	16,03; 13,29	4,317	5,291	0,116	0,295	0,000	1.226
Piastra nº 1	16,14; 13,35	4,411	5,291	0,119	0,295	0,000	1.200
Piastra nº 1	16,23; 13,43	4,501	5,291	0,121	0,295	0,000	1.176
Piastra nº 1	16,33; 13,50	4,587	5,291	0,123	0,295	0,000	1.154
Piastra nº 1	16,41; 13,59	4,668	5,291	0,125	0,295	0,000	1.133
Piastra nº 1	16,50; 13,67	4,745	5,291	0,128	0,295	0,000	1.115
Piastra nº 1	16,57; 13,77	4,817	5,291	0,129	0,295	0,000	1.099
Piastra nº 1	16,65; 13,86	4,883	5,291	0,131	0,295	0,000	1.084
Piastra nº 1	16,71; 13,97	4,944	5,291	0,133	0,295	0,000	1.070
Piastra nº 1	16,77; 14,07	4,999	5,291	0,134	0,295	0,000	1.059
Piastra nº 1	16,82; 14,18	5,048	5,291	0,136	0,295	0,000	1.048
Piastra nº 1	16,87; 14,29	5,090	5,291	0,137	0,295	0,000	1.039
Piastra nº 1	16,91; 14,40	5,127	5,291	0,138	0,295	0,000	1.032
Piastra nº 1	16,94; 14,52	5,157	5,291	0,139	0,295	0,000	1.026
Piastra nº 1	16,97; 14,64	5,180	5,291	0,139	0,295	0,000	1.021
Piastra nº 1	16,99; 14,76	5,197	5,291	0,140	0,295	0,000	1.018
Piastra nº 1	Palo nº 1	0,578	5,291	0,218	0,755	0,000	3.463
Piastra nº 1	Palo nº 2	0,567	5,291	0,260	0,755	0,000	2.903
Piastra nº 1	Palo nº 3	0,507	5,291	0,232	0,755	0,000	3.250
Piastra nº 1	Palo nº 4	0,490	5,291	0,185	0,755	0,000	4.087
Piastra nº 1	Palo nº 5	0,375	5,291	0,172	0,755	0,000	4.392
Piastra nº 1	Palo nº 6	0,302	5,291	0,138	0,755	0,000	5.455
Piastra nº 1	Palo nº 7	0,199	5,291	0,075	0,755	0,000	10.053
Piastra nº 1	Palo nº 8	0,098	5,291	0,045	0,755	0,000	16.717
Piastra nº 1	Palo nº 9	0,096	5,291	0,044	0,755	0,000	17.212
Piastra nº 1	Palo nº 10	0,182	5,291	0,069	0,755	0,000	11.022
Piastra nº 1	Palo nº 11	0,229	5,291	0,105	0,755	0,000	7.199
Piastra nº 1	Palo nº 12	0,273	5,291	0,125	0,755	0,000	6.027
Piastra nº 1	Palo nº 13	0,292	5,291	0,110	0,755	0,000	6.854
Piastra nº 1	Palo nº 14	0,274	5,291	0,126	0,755	0,000	6.003
Piastra nº 1	Palo nº 15	0,230	5,291	0,106	0,755	0,000	7.146
Piastra nº 1	Palo nº 16	0,184	5,291	0,070	0,755	0,000	10.867
Piastra nº 1	Palo nº 17	0,099	5,291	0,045	0,755	0,000	16.665
Piastra nº 1	Palo nº 18	0,101	5,291	0,046	0,755	0,000	16.266
Piastra nº 1	Palo nº 19	0,203	5,291	0,077	0,755	0,000	9.835
Piastra nº 1	Palo nº 20	0,301	5,291	0,138	0,755	0,000	5.469
Piastra nº 1	Palo nº 21	0,372	5,291	0,171	0,755	0,000	4.426
Piastra nº 1	Palo nº 22	0,489	5,291	0,185	0,755	0,000	4.091
Piastra nº 1	Palo nº 23	0,507	5,291	0,233	0,755	0,000	3.245
Piastra nº 1	Palo nº 24	0,567	5,291	0,260	0,755	0,000	2.903
Piastra nº 1	Palo nº 25	1,272	5,291	0,181	0,690	0,000	3.816
Piastra nº 1	Palo nº 26	1,162	5,291	0,165	0,690	0,000	4.175
Piastra nº 1	Palo nº 27	0,874	5,291	0,124	0,690	0,000	5.549
Piastra nº 1	Palo nº 28	0,480	5,291	0,068	0,690	0,000	10.099
Piastra nº 1	Palo nº 29	0,085	5,291	0,012	0,690	0,000	57.303
Piastra nº 1	Palo nº 30	0,229	5,291	0,033	0,690	0,000	21.198

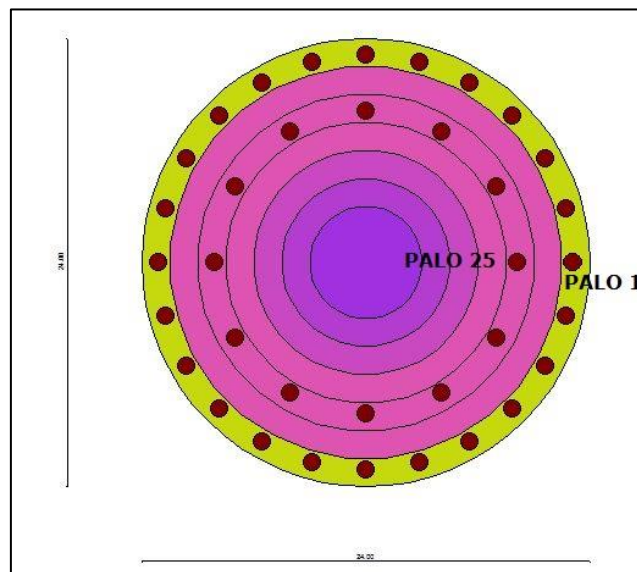


OP	P	V <sub>Ed,i</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Ed,f</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,cf</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,cs</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	FS
Piastra n° 1	Palo n° 31	0,334	5,291	0,047	0,690	0,000	14.529
Piastra n° 1	Palo n° 32	0,229	5,291	0,033	0,690	0,000	21.214
Piastra n° 1	Palo n° 33	0,086	5,291	0,012	0,690	0,000	56.711
Piastra n° 1	Palo n° 34	0,483	5,291	0,069	0,690	0,000	10.046
Piastra n° 1	Palo n° 35	0,875	5,291	0,124	0,690	0,000	5.546
Piastra n° 1	Palo n° 36	1,164	5,291	0,166	0,690	0,000	4.167

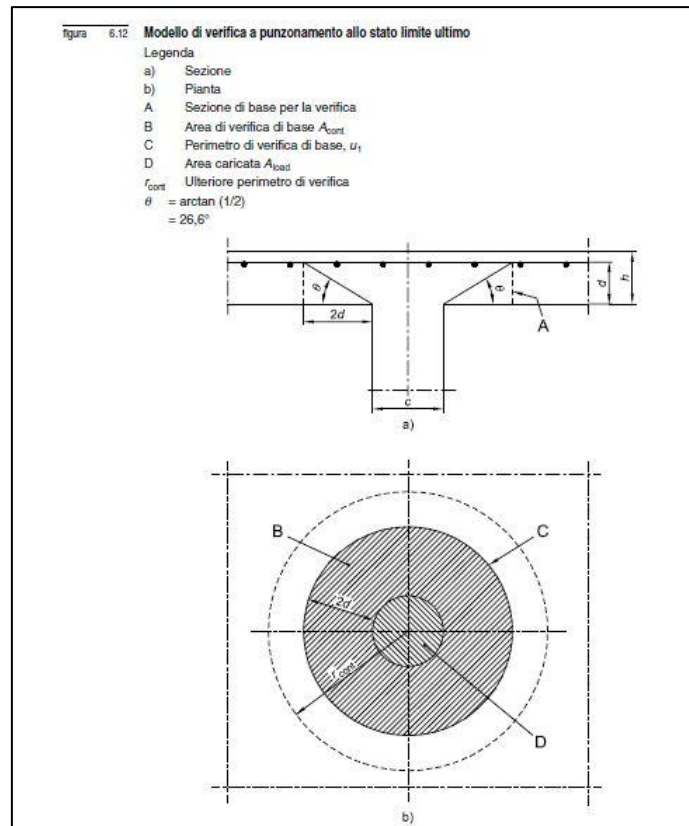
Secondo quanto disposto dal D.M. 17/01/2018 (nonché da EC 1992 – 2005), per la VERIFICA A PUNZONAMENTO di strutture non armate a punzonamento deve verificarsi:

$$V_{ed} < V_{rd,c};$$

Nel caso in esame la verifica sarà condotta sui pali n° 1 e 25 come da figura seguente:



sui perimetri indicati in Eurocodice 2 UNI-EN 1992-1-1.



Nel caso in questione per il PUNZONAMENTO DEI PALI SULLA PIASTRA la verifica condotta sul perimetro di confine fra le zone di influenza dei pali posti ad interasse pari a 3 diametri fornisce:

### PALO 25

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO AGENTE

$d_{ut}=1750$  mm (in corrispondenza del palo 25)

$$u = \pi * (1000 + 2d_{ut} + 2d_{ut}) = \pi * 8000 = 25120 \text{ mm}$$

$$e = 153 / 4500 = 0,034 \text{ mt} = 34 \text{ mm}$$

$$\beta = 1 + 0.6 \pi e / (D + 4 d_{ut}) = 1.00$$

$$N_{ED} = 3900000 \text{ N (PALO 25)}$$

$$V_{ED} = \beta N_{ED} / (u d_{ut}) = 0.089 \text{ N/mm}^2$$

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO RESISTENTE

$$V_{rd,c} = C_{rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = (0,18 / 1,5) * 1.35 * (100 * 0.003 * 35)^{1/3} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{rd,c} > v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.33$$

$$k = 1 + v(200/d) = 1.35$$

$$C_{rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = v \rho_{ly} \rho_{lz} = 3.0 * 10^{-3} < 0.02 \text{ (percentuale di armatura tesa)}$$

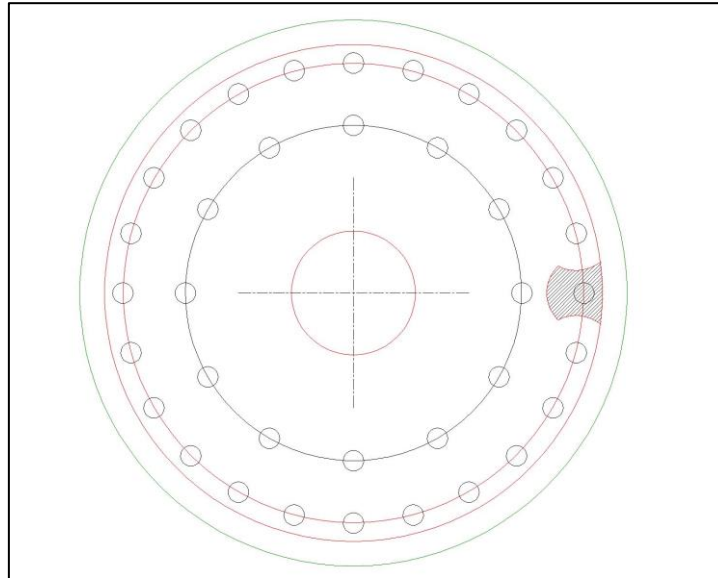
Sussiste dunque la disuguaglianza

$$V_{ed} < V_{rd,c} \Rightarrow \text{FATTORE DI SICUREZZA} = 0.35/0.089 = 3.93$$

### PALO 1

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO AGENTE

$d_{ut} = 1055$  mm (in corrispondenza del palo 1)



$u = 7300$  mm (considerando il perimetro di verifica in figura per tener conto delle mutue influenze)

$$e = 153/2250 = 0,068 \text{ mt} = 68 \text{ mm}$$

$$\beta = 1 + 0.6 \pi e / (D + 4 d_{ut}) = 1.02$$

$$N_{ED} = 1800000 \text{ N (PALO 1)}$$

$$V_{ED} = \beta N_{ED} / (u d_{ut}) = 0.24 \text{ N/mm}^2$$

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO RESISTENTE

$$V_{rd,c} = C_{rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = (0,18 / 1,5) * 1.35 * (100 * 0.003 * 35)^{1/3} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{rd,c} > v_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.33$$

$$k = 1 + v(200/d) = 1.35$$

$$C_{rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.12$$

$$\rho_l = v \rho_{lY} \rho_{lZ} = 3.0 * 10^{-3} < 0.02 \text{ (percentuale di armatura tesa)}$$

Sussiste dunque la disuguaglianza  $V_{ed} < V_{rd,c} \Rightarrow \text{FATTORE DI SICUREZZA} = 0.35/0.24 = 1.46$

## Pali

Numero pali	36
Somma portanza laterale	279980,9 [kN]
Portanza laterale del gruppo	208036,2 [kN]
Efficienza palificata	0,74
Somma portanza di punta	57906,8 [kN]
Somma portanze totali	265943,0 [kN]
Somma portanza trasversale	5603,2 [kN]

### Simbologia adottata

$N_p$	Identificativo del palo
$D$	diametro espresso in [mm]
$L$	lunghezza espressa in [m]
$N$	sforzo normale espresso in [kN]
$T_x, T_y$	taglio in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kN]
$T$	risultante taglio espresso in [kN]
$T_u$	Taglio ultimo espresso in [kN]
$M_x, M_y$	momento in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kNm]
$M_u$	Momento ultimo espresso in [kNm]
$M_{sez}$	Momento ultimo della sezione espresso in [kNm]
$A_f$	Area di armatura espressa in [mm <sup>2</sup> ]
$N_c, N_q$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q$	fattori di capacità portante corretti
$P_{lmed}, P_{lmin}$	portanza per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_{pmed}, P_{pmin}$	portanza di punta in [kN]
$P_d$	portanza di progetto in [kN]
$A_{neg}$	Attrito negativo in [kN]
$u$	spostamento orizzontale in esercizio espresso in [mm]
$u_r$	spostamento orizzontale limite espresso in [mm]
$p$	pressione in esercizio espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$p_r$	pressione limite espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$w$	cedimento in testa espresso in [mm]

## Risultati per combinazione

### *Spostamenti e pressioni*

#### Simbologia adottata

$I_n$	Indice sezione
$Y$	ordinata palo espressa in [m]
$U_r$	spostamento limite espresso in [mm]
$P_r$	pressione limite espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$U_e$	spostamento in esercizio espresso in [mm]
$P_e$	pressione in esercizio espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Combinazione n° 1

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,266	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,853	2,014	0,0125	0,0296
21	6,80	0,318	0,750	0,0047	0,0110
31	10,20	0,031	0,073	0,0005	0,0011
41	13,60	-0,051	-0,120	-0,0007	-0,0018
51	17,00	-0,043	-0,103	-0,0006	-0,0015
61	20,40	-0,019	-0,046	-0,0003	-0,0007
71	23,80	-0,004	-0,009	-0,0001	-0,0001
81	27,20	0,002	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,002	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,266	3,982	0,0000	0,0000
11	3,40	0,853	2,654	0,0125	0,0390
21	6,80	0,318	0,982	0,0047	0,0144
31	10,20	0,031	0,091	0,0005	0,0013
41	13,60	-0,051	-0,160	-0,0007	-0,0024
51	17,00	-0,043	-0,135	-0,0006	-0,0020
61	20,40	-0,019	-0,060	-0,0003	-0,0009
71	23,80	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
81	27,20	0,002	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,002	0,005	0,0000	0,0001

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,269	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,854	2,014	0,0126	0,0296
21	6,80	0,318	0,750	0,0047	0,0110
31	10,20	0,031	0,073	0,0005	0,0011
41	13,60	-0,051	-0,120	-0,0007	-0,0018
51	17,00	-0,043	-0,103	-0,0006	-0,0015
61	20,40	-0,019	-0,046	-0,0003	-0,0007
71	23,80	-0,004	-0,009	-0,0001	-0,0001
81	27,20	0,002	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,002	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 31

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,269	3,991	0,0000	0,0000
11	3,40	0,854	2,656	0,0126	0,0391
21	6,80	0,318	0,982	0,0047	0,0144
31	10,20	0,031	0,091	0,0005	0,0013
41	13,60	-0,051	-0,161	-0,0007	-0,0024
51	17,00	-0,043	-0,135	-0,0006	-0,0020
61	20,40	-0,019	-0,060	-0,0003	-0,0009
71	23,80	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
81	27,20	0,002	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,002	0,005	0,0000	0,0001

Combinazione n° 2

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,675	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,455	2,014	0,0067	0,0296
21	6,80	0,169	0,750	0,0025	0,0110
31	10,20	0,017	0,073	0,0002	0,0011

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmqa]	Pr [N/mmqa]
41	13,60	-0,027	-0,120	-0,0004	-0,0018
51	17,00	-0,023	-0,103	-0,0003	-0,0015
61	20,40	-0,010	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,002	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmqa]	Pr [N/mmqa]
1	0,00	0,675	3,982	0,0000	0,0000
11	3,40	0,455	2,654	0,0067	0,0390
21	6,80	0,169	0,982	0,0025	0,0144
31	10,20	0,017	0,091	0,0002	0,0013
41	13,60	-0,027	-0,160	-0,0004	-0,0024
51	17,00	-0,023	-0,135	-0,0003	-0,0020
61	20,40	-0,010	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,002	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmqa]	Pr [N/mmqa]
1	0,00	0,677	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,456	2,014	0,0067	0,0296
21	6,80	0,170	0,750	0,0025	0,0110
31	10,20	0,017	0,073	0,0002	0,0011
41	13,60	-0,027	-0,120	-0,0004	-0,0018
51	17,00	-0,023	-0,103	-0,0003	-0,0015
61	20,40	-0,010	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,002	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 31

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmqa]	Pr [N/mmqa]
1	0,00	0,677	3,991	0,0000	0,0000
11	3,40	0,456	2,656	0,0067	0,0391
21	6,80	0,170	0,982	0,0025	0,0144
31	10,20	0,017	0,091	0,0002	0,0013
41	13,60	-0,027	-0,161	-0,0004	-0,0024
51	17,00	-0,023	-0,135	-0,0003	-0,0020
61	20,40	-0,010	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,002	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

Combinazione n° 3

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmqa]	Pr [N/mmqa]
1	0,00	0,760	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,512	2,014	0,0075	0,0296
21	6,80	0,191	0,750	0,0028	0,0110
31	10,20	0,019	0,073	0,0003	0,0011
41	13,60	-0,030	-0,120	-0,0004	-0,0018
51	17,00	-0,026	-0,103	-0,0004	-0,0015
61	20,40	-0,012	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,002	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,760	3,982	0,0000	0,0000
11	3,40	0,512	2,654	0,0075	0,0390
21	6,80	0,191	0,982	0,0028	0,0144
31	10,20	0,019	0,091	0,0003	0,0013
41	13,60	-0,030	-0,160	-0,0004	-0,0024
51	17,00	-0,026	-0,135	-0,0004	-0,0020
61	20,40	-0,012	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,002	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,761	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,513	2,014	0,0075	0,0296
21	6,80	0,191	0,750	0,0028	0,0110
31	10,20	0,019	0,073	0,0003	0,0011
41	13,60	-0,031	-0,120	-0,0004	-0,0018
51	17,00	-0,026	-0,103	-0,0004	-0,0015
61	20,40	-0,012	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,002	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 31

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,761	3,991	0,0000	0,0000
11	3,40	0,513	2,656	0,0075	0,0391
21	6,80	0,191	0,982	0,0028	0,0144
31	10,20	0,019	0,091	0,0003	0,0013
41	13,60	-0,031	-0,161	-0,0004	-0,0024
51	17,00	-0,026	-0,135	-0,0004	-0,0020
61	20,40	-0,012	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,002	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,001	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

Combinazione n° 4

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,844	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,568	2,014	0,0084	0,0296
21	6,80	0,212	0,750	0,0031	0,0110
31	10,20	0,021	0,073	0,0003	0,0011
41	13,60	-0,034	-0,120	-0,0005	-0,0018
51	17,00	-0,029	-0,103	-0,0004	-0,0015
61	20,40	-0,013	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,003	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,844	3,982	0,0000	0,0000
11	3,40	0,568	2,654	0,0084	0,0390
21	6,80	0,212	0,982	0,0031	0,0144
31	10,20	0,021	0,091	0,0003	0,0013
41	13,60	-0,034	-0,160	-0,0005	-0,0024
51	17,00	-0,029	-0,135	-0,0004	-0,0020
61	20,40	-0,013	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,003	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,007	0,0000	0,0001

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

### Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,846	2,997	0,0000	0,0000
11	3,40	0,570	2,014	0,0084	0,0296
21	6,80	0,212	0,750	0,0031	0,0110
31	10,20	0,021	0,073	0,0003	0,0011
41	13,60	-0,034	-0,120	-0,0005	-0,0018
51	17,00	-0,029	-0,103	-0,0004	-0,0015
61	20,40	-0,013	-0,046	-0,0002	-0,0007
71	23,80	-0,003	-0,009	0,0000	-0,0001
81	27,20	0,001	0,004	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,006	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,004	0,0000	0,0001

### Palo n° 31

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mm <sup>2</sup> ]	Pr [N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,846	3,991	0,0000	0,0000
11	3,40	0,570	2,656	0,0084	0,0391
21	6,80	0,212	0,982	0,0031	0,0144
31	10,20	0,021	0,091	0,0003	0,0013
41	13,60	-0,034	-0,161	-0,0005	-0,0024
51	17,00	-0,029	-0,135	-0,0004	-0,0020
61	20,40	-0,013	-0,060	-0,0002	-0,0009
71	23,80	-0,003	-0,012	0,0000	-0,0002
81	27,20	0,001	0,006	0,0000	0,0001
91	30,60	0,002	0,007	0,0000	0,0001
101	34,00	0,001	0,005	0,0000	0,0001

## Sollecitazioni

### Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforz normale a rottura, espresso in [kN]
Ne	sforz normale in esercizio, espresso in [kN]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kN]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kN]
Mr	momento a rottura, espresso in [kNm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kNm]

### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	1794,39	9349,88	64,23	151,65	186,89	440,68
11	34,0	1686,75	8682,83	28,51	67,24	7,51	17,22
21	68,0	1545,97	7892,40	1,34	3,10	-40,42	-95,66
31	102,0	1405,19	7101,98	-5,59	-13,22	-30,56	-72,21
41	136,0	1264,41	6311,55	-4,29	-10,15	-12,53	-29,57
51	170,0	1123,63	5521,13	-1,78	-4,20	-1,93	-4,52
61	204,0	982,84	4730,70	-0,28	-0,67	1,50	3,55
71	238,0	842,06	3940,28	0,21	0,49	1,50	3,55
81	272,0	701,28	3149,85	0,21	0,50	0,72	1,69
91	306,0	560,50	2359,43	0,10	0,23	0,16	0,39
101	340,0	419,72	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 13



n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-646,45	9349,88	64,23	199,36	186,90	575,97
11	34,0	-580,28	8682,83	28,57	87,96	7,51	19,83
21	68,0	-513,97	7892,40	1,34	3,68	-40,42	-127,05
31	102,0	-447,66	7101,98	-5,59	-17,56	-30,56	-95,21
41	136,0	-381,36	6311,55	-4,29	-13,38	-12,53	-38,77
51	170,0	-315,05	5521,13	-1,78	-5,51	-1,93	-5,81
61	204,0	-248,74	4730,70	-0,28	-0,86	1,50	4,74
71	238,0	-182,44	3940,28	0,21	0,66	1,50	4,69
81	272,0	-116,13	3149,85	0,21	0,67	0,72	2,22
91	306,0	-49,82	2359,43	0,10	0,30	0,16	0,51
101	340,0	16,48	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	3880,16	9349,88	64,37	151,65	187,30	440,68
11	34,0	3625,09	8682,83	28,57	67,24	7,52	17,22
21	68,0	3308,65	7892,40	1,35	3,10	-40,51	-95,66
31	102,0	2992,22	7101,98	-5,60	-13,22	-30,63	-72,21
41	136,0	2675,78	6311,55	-4,30	-10,15	-12,56	-29,57
51	170,0	2359,35	5521,13	-1,79	-4,20	-1,93	-4,52
61	204,0	2042,91	4730,70	-0,28	-0,67	1,50	3,55
71	238,0	1726,48	3940,28	0,21	0,49	1,51	3,55
81	272,0	1410,05	3149,85	0,21	0,50	0,72	1,69
91	306,0	1093,61	2359,43	0,10	0,23	0,16	0,39
101	340,0	777,18	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 31

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-688,55	9349,88	64,37	199,51	187,30	575,97
11	34,0	-620,20	8682,83	28,57	87,98	7,52	19,48
21	68,0	-551,29	7892,40	1,35	3,64	-40,51	-127,32
31	102,0	-482,37	7101,98	-5,60	-17,60	-30,63	-95,32
41	136,0	-413,46	6311,55	-4,30	-13,39	-12,56	-38,79
51	170,0	-344,55	5521,13	-1,79	-5,52	-1,93	-5,80
61	204,0	-275,64	4730,70	-0,28	-0,86	1,50	4,75
71	238,0	-206,73	3940,28	0,21	0,66	1,51	4,70
81	272,0	-137,82	3149,85	0,21	0,67	0,72	2,22
91	306,0	-68,91	2359,43	0,10	0,30	0,16	0,51
101	340,0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Combinazione n° 2

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	1092,79	9349,88	34,25	151,65	99,68	440,68
11	34,0	1034,74	8682,83	15,20	67,24	4,00	17,22
21	68,0	953,05	7892,40	0,72	3,10	-21,56	-95,66
31	102,0	871,35	7101,98	-2,98	-13,22	-16,30	-72,21
41	136,0	789,65	6311,55	-2,29	-10,15	-6,68	-29,57
51	170,0	707,96	5521,13	-0,95	-4,20	-1,03	-4,52
61	204,0	626,26	4730,70	-0,15	-0,67	0,80	3,55
71	238,0	544,57	3940,28	0,11	0,49	0,80	3,55
81	272,0	462,87	3149,85	0,11	0,50	0,38	1,69
91	306,0	381,18	2359,43	0,05	0,23	0,09	0,39
101	340,0	299,48	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-208,57	9349,88	34,26	199,36	99,68	575,97
11	34,0	-105,05	8682,83	15,20	87,96	4,00	19,83
21	68,0	5,76	7892,40	0,72	3,68	-21,56	-127,05
31	102,0	116,57	7101,98	-2,98	-17,56	-16,30	-95,21
41	136,0	227,38	6311,55	-2,29	-13,38	-6,68	-38,77
51	170,0	338,19	5521,13	-0,95	-5,51	-1,03	-5,81
61	204,0	449,00	4730,70	-0,15	-0,86	0,80	4,74
71	238,0	559,81	3940,28	0,11	0,66	0,80	4,69
81	272,0	670,62	3149,85	0,11	0,67	0,38	2,22
91	306,0	781,43	2359,43	0,05	0,30	0,09	0,51
101	340,0	892,24	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	2445,31	9349,88	34,33	151,65	99,89	440,68
11	34,0	2291,65	8682,83	15,24	67,24	4,01	17,22
21	68,0	2096,06	7892,40	0,72	3,10	-21,60	-95,66
31	102,0	1900,46	7101,98	-2,99	-13,22	-16,34	-72,21
41	136,0	1704,86	6311,55	-2,29	-10,15	-6,70	-29,57
51	170,0	1509,26	5521,13	-0,95	-4,20	-1,03	-4,52
61	204,0	1313,67	4730,70	-0,15	-0,67	0,80	3,55
71	238,0	1118,07	3940,28	0,11	0,49	0,80	3,55
81	272,0	922,47	3149,85	0,11	0,50	0,38	1,69
91	306,0	726,87	2359,43	0,05	0,23	0,09	0,39
101	340,0	531,27	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

Palo n° 31

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	8,27	9349,88	34,33	199,51	99,89	575,97
11	34,0	17,19	8682,83	15,24	87,98	4,01	19,48
21	68,0	15,28	7892,40	0,72	3,64	-21,60	-127,32
31	102,0	13,37	7101,98	-2,99	-17,60	-16,34	-95,32
41	136,0	11,46	6311,55	-2,29	-13,39	-6,70	-38,79
51	170,0	9,55	5521,13	-0,95	-5,52	-1,03	-5,80
61	204,0	7,64	4730,70	-0,15	-0,86	0,80	4,75
71	238,0	5,73	3940,28	0,11	0,66	0,80	4,70
81	272,0	3,82	3149,85	0,11	0,67	0,38	2,22
91	306,0	1,91	2359,43	0,05	0,30	0,09	0,51
101	340,0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Combinazione n° 3

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	1174,04	9349,88	38,54	151,65	112,14	440,68
11	34,0	1110,25	8682,83	17,10	67,24	4,50	17,22
21	68,0	1021,71	7892,40	0,81	3,10	-24,25	-95,66
31	102,0	933,17	7101,98	-3,35	-13,22	-18,34	-72,21
41	136,0	844,64	6311,55	-2,58	-10,15	-7,52	-29,57
51	170,0	756,10	5521,13	-1,07	-4,20	-1,16	-4,52
61	204,0	667,56	4730,70	-0,17	-0,67	0,90	3,55
71	238,0	579,02	3940,28	0,12	0,49	0,90	3,55
81	272,0	490,48	3149,85	0,13	0,50	0,43	1,69
91	306,0	401,94	2359,43	0,06	0,23	0,10	0,39
101	340,0	313,41	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-290,16	9349,88	38,54	199,36	112,14	575,97
11	34,0	-193,60	8682,83	17,11	87,96	4,50	19,83
21	68,0	-91,08	7892,40	0,81	3,68	-24,25	-127,05
31	102,0	11,44	7101,98	-3,35	-17,56	-18,34	-95,21
41	136,0	113,96	6311,55	-2,58	-13,38	-7,52	-38,77
51	170,0	216,47	5521,13	-1,07	-5,51	-1,16	-5,81
61	204,0	318,99	4730,70	-0,17	-0,86	0,90	4,74
71	238,0	421,51	3940,28	0,12	0,66	0,90	4,69
81	272,0	524,03	3149,85	0,13	0,67	0,43	2,22
91	306,0	626,54	2359,43	0,06	0,30	0,10	0,51
101	340,0	729,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	2597,75	9349,88	38,62	151,65	112,38	440,68
11	34,0	2433,33	8682,83	17,14	67,24	4,51	17,22
21	68,0	2224,89	7892,40	0,81	3,10	-24,30	-95,66
31	102,0	2016,45	7101,98	-3,36	-13,22	-18,38	-72,21
41	136,0	1808,02	6311,55	-2,58	-10,15	-7,53	-29,57
51	170,0	1599,58	5521,13	-1,07	-4,20	-1,16	-4,52

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
61	204,0	1391,15	4730,70	-0,17	-0,67	0,90	3,55
71	238,0	1182,71	3940,28	0,12	0,49	0,90	3,55
81	272,0	974,27	3149,85	0,13	0,50	0,43	1,69
91	306,0	765,84	2359,43	0,06	0,23	0,10	0,39
101	340,0	557,40	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 31

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-143,75	9349,88	38,62	199,51	112,38	575,97
11	34,0	-34,70	8682,83	17,14	87,98	4,51	19,48
21	68,0	82,70	7892,40	0,81	3,64	-24,30	-127,32
31	102,0	200,10	7101,98	-3,36	-17,60	-18,38	-95,32
41	136,0	317,49	6311,55	-2,58	-13,39	-7,53	-38,79
51	170,0	434,89	5521,13	-1,07	-5,52	-1,16	-5,80
61	204,0	552,29	4730,70	-0,17	-0,86	0,90	4,75
71	238,0	669,68	3940,28	0,12	0,66	0,90	4,70
81	272,0	787,08	3149,85	0,13	0,67	0,43	2,22
91	306,0	904,48	2359,43	0,06	0,30	0,10	0,51
101	340,0	1021,88	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Combinazione n° 4

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	1255,30	9349,88	42,82	151,65	124,60	440,68
11	34,0	1185,76	8682,83	19,01	67,24	5,00	17,22
21	68,0	1090,38	7892,40	0,90	3,10	-26,94	-95,66
31	102,0	995,00	7101,98	-3,72	-13,22	-20,38	-72,21
41	136,0	899,62	6311,55	-2,86	-10,15	-8,35	-29,57
51	170,0	804,24	5521,13	-1,19	-4,20	-1,28	-4,52
61	204,0	708,86	4730,70	-0,19	-0,67	1,00	3,55
71	238,0	613,47	3940,28	0,14	0,49	1,00	3,55
81	272,0	518,09	3149,85	0,14	0,50	0,48	1,69
91	306,0	422,71	2359,43	0,06	0,23	0,11	0,39
101	340,0	327,33	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 13

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-371,75	9349,88	42,82	199,36	124,60	575,97
11	34,0	-282,14	8682,83	19,01	87,96	5,00	19,83
21	68,0	-187,92	7892,40	0,90	3,68	-26,95	-127,05
31	102,0	-93,69	7101,98	-3,72	-17,56	-20,38	-95,21
41	136,0	0,53	6311,55	-2,86	-13,38	-8,35	-38,77
51	170,0	94,76	5521,13	-1,19	-5,51	-1,28	-5,81
61	204,0	188,98	4730,70	-0,19	-0,86	1,00	4,74
71	238,0	283,21	3940,28	0,14	0,66	1,00	4,69
81	272,0	377,43	3149,85	0,14	0,67	0,48	2,22
91	306,0	471,66	2359,43	0,06	0,30	0,11	0,51
101	340,0	565,89	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

#### Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	2750,20	9349,88	42,91	151,65	124,87	440,68
11	34,0	2575,00	8682,83	19,05	67,24	5,02	17,22
21	68,0	2353,72	7892,40	0,90	3,10	-27,00	-95,66
31	102,0	2132,45	7101,98	-3,73	-13,22	-20,42	-72,21
41	136,0	1911,18	6311,55	-2,87	-10,15	-8,37	-29,57
51	170,0	1689,90	5521,13	-1,19	-4,20	-1,29	-4,52
61	204,0	1468,63	4730,70	-0,19	-0,67	1,00	3,55
71	238,0	1247,35	3940,28	0,14	0,49	1,00	3,55
81	272,0	1026,08	3149,85	0,14	0,50	0,48	1,69
91	306,0	804,80	2359,43	0,06	0,23	0,11	0,39
101	340,0	583,53	1648,04	0,00	0,01	0,00	0,00

## Palo n° 31

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	-295,78	9349,88	42,91	199,51	124,87	575,97
11	34,0	-199,69	8682,83	19,05	87,98	5,02	19,48
21	68,0	-97,74	7892,40	0,90	3,64	-27,00	-127,32
31	102,0	4,20	7101,98	-3,73	-17,60	-20,42	-95,32
41	136,0	106,15	6311,55	-2,87	-13,39	-8,37	-38,79
51	170,0	208,10	5521,13	-1,19	-5,52	-1,29	-5,80
61	204,0	310,04	4730,70	-0,19	-0,86	1,00	4,75
71	238,0	411,99	3940,28	0,14	0,66	1,00	4,70
81	272,0	513,94	3149,85	0,14	0,67	0,48	2,22
91	306,0	615,88	2359,43	0,06	0,30	0,11	0,51
101	340,0	717,83	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

## *Scarichi in testa ai pali*

### Combinazione n° 1

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	1794,39	-186,83	4,85	64,21	1,67
13	-646,45	-186,83	-4,85	64,21	-1,67
25	3880,16	-187,26	3,56	64,36	1,22
31	-688,55	-187,26	-3,55	64,36	-1,22

### Combinazione n° 2

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	1092,79	-99,64	2,58	34,24	0,89
13	-208,57	-99,64	-2,58	34,24	-0,89
25	2445,31	-99,87	1,90	34,32	0,65
31	8,27	-99,87	-1,90	34,32	-0,65

### Combinazione n° 3

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	1174,04	-112,10	2,91	38,52	1,00
13	-290,16	-112,10	-2,91	38,52	-1,00
25	2597,75	-112,36	2,13	38,61	0,73
31	-143,75	-112,36	-2,13	38,61	-0,73

### Combinazione n° 4

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	1255,30	-124,55	3,23	42,80	1,11
13	-371,75	-124,55	-3,23	42,81	-1,11
25	2750,20	-124,84	2,37	42,90	0,82
31	-295,78	-124,84	-2,37	42,90	-0,81

## *Verifiche strutturali*

### **Verifica flessione**

### Pali in c.a.

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Mu	Momento ultimo, espresso in [kNm]
Nu	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
N	Sforzo normale agente, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

Y [m]	Ar [mmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
0,00	2714	186,89	1794,39	1346,32	12926,32	7.204
3,40	2714	7,51	1686,75	63,53	14275,21	8.463
6,80	2714	-40,42	1545,97	373,21	14275,21	9.234
10,20	2714	-30,56	1405,19	310,49	14275,21	10.159
13,60	2714	-12,53	1264,41	141,47	14275,21	11.290
17,00	2714	-1,93	1123,63	24,47	14275,21	12.705
20,40	2714	1,50	982,84	21,77	14275,21	14.524
23,80	2714	1,50	842,06	25,48	14275,21	16.953
27,20	2714	0,72	701,28	14,58	14275,21	20.356
30,60	2714	0,16	560,50	4,17	14275,21	25.469
34,00	2714	0,00	419,72	0,00	14275,21	34.011

#### Palo n° 13

Y [m]	Ar [mmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
0,00	3619	186,90	-646,45	240,85	-833,08	1.289
3,40	3619	7,51	-580,28	17,77	-1373,66	2.367
6,80	3619	-40,42	-513,97	93,74	-1192,02	2.319
10,20	3619	-30,56	-447,66	83,12	-1217,42	2.719
13,60	3619	-12,53	-381,36	43,14	-1312,97	3.443
17,00	3619	-1,93	-315,05	8,53	-1395,76	4.430
20,40	3619	1,50	-248,74	8,41	-1396,05	5.612
23,80	3619	1,50	-182,44	11,44	-1388,80	7.613
27,20	3619	0,72	-116,13	8,61	-1395,59	12.017
30,60	3619	0,16	-49,82	4,62	-1405,13	28.202
34,00	3619	0,00	16,48	0,00	14629,25	887.520

#### Palo n° 25

Y [m]	Ar [mmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
0,00	2714	187,30	3880,16	689,07	14275,21	3.679
3,40	2714	7,52	3625,09	29,62	14275,21	3.938
6,80	2714	-40,51	3308,65	174,76	14275,21	4.315
10,20	2714	-30,63	2992,22	146,13	14275,21	4.771
13,60	2714	-12,56	2675,78	67,00	14275,21	5.335
17,00	2714	-1,93	2359,35	11,68	14275,21	6.050
20,40	2714	1,50	2042,91	10,49	14275,21	6.988
23,80	2714	1,51	1726,48	12,45	14275,21	8.268
27,20	2714	0,72	1410,05	7,27	14275,21	10.124
30,60	2714	0,16	1093,61	2,14	14275,21	13.053
34,00	2714	0,00	777,18	0,00	14275,21	18.368

#### Palo n° 31

Y [m]	Ar [mmq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
0,00	3619	187,30	-688,55	232,33	-854,09	1.240
3,40	3619	7,52	-620,20	16,69	-1376,24	2.219
6,80	3619	-40,51	-551,29	88,50	-1204,54	2.185
10,20	3619	-30,63	-482,37	78,07	-1229,48	2.549
13,60	3619	-12,56	-413,46	40,10	-1320,25	3.193
17,00	3619	-1,93	-344,55	7,83	-1397,44	4.056
20,40	3619	1,50	-275,64	7,62	-1397,95	5.072
23,80	3619	1,51	-206,73	10,14	-1391,91	6.733
27,20	3619	0,72	-137,82	7,28	-1398,75	10.149
30,60	3619	0,16	-68,91	3,35	-1408,15	20.434
34,00	3619	0,00	0,00	0,00	0,00	1000.000

## Verifica taglio

### Pali in c.a.

#### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
$V_{Rcd}$	Taglio resistente a compressione, espresso in [kN]
$V_{Rsd}$	Taglio resistente a trazione, espresso in [kN]
$V_{Rd}$	Taglio resistente, espresso in [kN]
T	Taglio agente, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza ( $V_{Rd}/T$ )

### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

Y [m]	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
0,00	1785,78	709,97	709,97	64,23	11.054
3,40	1770,26	709,97	709,97	28,51	24.904
6,80	1749,96	709,97	709,97	1,34	528.414
10,20	1729,65	709,97	709,97	-5,59	127.119
13,60	1709,35	709,97	709,97	-4,29	165.355
17,00	1689,05	709,97	709,97	-1,78	398.574
20,40	1668,75	709,97	709,97	-0,28	2497.784
23,80	1648,45	709,97	709,97	0,21	3417.164
27,20	1628,15	709,97	709,97	0,21	3327.855
30,60	1607,85	709,97	709,97	0,10	7352.085
34,00	1587,55	709,97	709,97	0,00	169974.773

#### Palo n° 13

Y [m]	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
0,00	1527,03	709,97	709,97	64,23	11.054
3,40	1527,03	709,97	709,97	28,51	24.904
6,80	1527,03	709,97	709,97	1,34	528.406
10,20	1527,03	709,97	709,97	-5,59	127.117
13,60	1527,03	709,97	709,97	-4,29	165.352
17,00	1527,03	709,97	709,97	-1,78	398.568
20,40	1527,03	709,97	709,97	-0,28	2497.746
23,80	1527,03	709,97	709,97	0,21	3417.112
27,20	1527,03	709,97	709,97	0,21	3327.804
30,60	1527,03	709,97	709,97	0,10	7351.974
34,00	1529,40	709,97	709,97	0,00	169972.193

#### Palo n° 25

Y [m]	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
0,00	1908,78	709,97	709,97	64,37	11.030
3,40	1908,78	709,97	709,97	28,57	24.850
6,80	1908,78	709,97	709,97	1,35	527.271
10,20	1908,78	709,97	709,97	-5,60	126.844
13,60	1908,78	709,97	709,97	-4,30	164.997
17,00	1867,24	709,97	709,97	-1,79	397.712
20,40	1821,61	709,97	709,97	-0,28	2492.380
23,80	1775,98	709,97	709,97	0,21	3409.771
27,20	1730,36	709,97	709,97	0,21	3320.655
30,60	1684,73	709,97	709,97	0,10	7336.179
34,00	1639,10	709,97	709,97	0,00	169607.037

#### Palo n° 31

Y [m]	$V_{Rcd}$ [kN]	$V_{Rsd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	T [kN]	FS
0,00	1527,03	709,97	709,97	64,37	11.030
3,40	1527,03	709,97	709,97	28,57	24.850
6,80	1527,03	709,97	709,97	1,35	527.269

Y [m]	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
10,20	1527,03	709,97	709,97	-5,60	126.844
13,60	1527,03	709,97	709,97	-4,30	164.997
17,00	1527,03	709,97	709,97	-1,79	397.711
20,40	1527,03	709,97	709,97	-0,28	2492.374
23,80	1527,03	709,97	709,97	0,21	3409.762
27,20	1527,03	709,97	709,97	0,21	3320.646
30,60	1527,03	709,97	709,97	0,10	7336.159
34,00	1527,03	709,97	709,97	0,00	169606.575

## Verifiche geotecniche

### Carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FSv	Fattore di sicurezza (Pd/N)
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Td	Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]
FSo	Fattore di sicurezza (Vd/V)

#### Combinazione n° 1

n°	Oggetto	N [kN]	Pd [kN]	FSv	T [kN]	Td [kN]	FSo
1	Piastra 1	1794,39	4024,32	2.243	64,23	116,66	1.816
13	Piastra 1	-646,45	3706,07	5.733	64,23	153,36	2.388
25	Piastra 1	3880,16	4024,32	1.037	64,37	116,66	1.812
31	Piastra 1	-688,55	4314,57	6.266	64,37	153,47	2.384

### Dettagli calcolo portanza verticale

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
Nc, Nq	Coeff. di capacità portante
N'c, N'q	Coeff. di capacità portante corretti
Zc	Profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]
Pp, Pl	Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]
A	Attrito negativo, espresso in [kN]

n°	Oggetto	Nc	N'c	Nq	N'q	Zc [m]	Pp [kN]	Pl [kN]	A [kN]
1	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
13	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
25	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	1608,52 1608,52	7777,25 7777,25	0,00
31	Piastra 1	9.000	13.582	1.000	1.000	--	0,00 0,00	7777,25 7777,25	0,00

### Armature

### Pali circolari in c.a.

Ip	Indice palo
Tratto	Indice tratto
Ys, Yi	Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]
Lf	Lunghezza ferro, espresso in [m]
Al	Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]
At	Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [mm]

Ip	Tratto	Ys [m]	Yi [m]	Lf [m]	Al [mm]	At [mm] / [mm]
1	1	0,72	-33,95	34,67	6 - $\phi$ 24	$\phi$ 10 / 128
13	1	0,72	-33,95	34,67	8 - $\phi$ 24	$\phi$ 10 / 128
25	1	0,72	-33,95	34,67	6 - $\phi$ 24	$\phi$ 10 / 128
31	1	0,72	-33,95	34,67	8 - $\phi$ 24	$\phi$ 10 / 128

## 7.4 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Dalla lettura delle specifiche normative tecniche (§ 6.4.3.2. di [XI]) si evince che, completata la verifica agli SLU, occorre analizzare il comportamento dei pali nelle condizioni di esercizio in relazione alle opportune combinazioni di carico evidenziate nel § 4.3 della presente relazione.

Specificamente, "si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione".

Pertanto, la struttura della fondazione in oggetto è stata stabilita nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo opportunamente conto degli effetti di interazione tra struttura e terreno.

### Piastra su pali

#### Verifica tensioni (combinazioni SLE)

##### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mmq]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [mmq]
M <sub>p</sub>	Momento positivo espresso in [kNm]
N <sub>p</sub>	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
M <sub>n</sub>	Momento negativo espresso in [kNm]
N <sub>n</sub>	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
$\sigma_{fi}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore espressa in [N/mmq]
$\sigma_{fs}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore espressa in [N/mmq]

#### Verifica tensioni (combinazioni SLE)

##### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mmq]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [mmq]
M <sub>p</sub>	Momento positivo espresso in [kNm]



Np	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
Mn	Momento negativo espresso in [kNm]
Nn	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
σc	Tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σfi	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore espressa in [N/mmq]
σfs	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore espressa in [N/mmq]

## Combinazione n° 2

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	σc [N/mmq]	σfi [N/mmq]	σfs [N/mmq]
1-37-P	6434	6434	20,42	-0,01	-1,31	-1,31	0,214	4,179	2,772
1-8-P	21715	21715	14,71	-11,07	1,88	1,88	0,048	0,832	0,633
2-43-P	32170	32170	134,07	0,00	-5,57	-4,07	0,281	5,445	3,650
2-16-P	32170	36995	31,31	-23,71	0,59	0,59	0,055	1,142	0,758
2-13-P	32170	32170	23,54	-24,80	4,69	4,69	0,055	0,877	0,927
3-40-P	32170	32170	338,72	0,00	1,78	0,00	0,453	9,548	6,112
3-20-P	32170	42625	58,32	-30,48	0,65	0,65	0,066	1,619	0,885
4-52-P	32170	34583	416,37	0,00	3,11	0,00	0,535	11,684	7,203
4-46-P	32170	45842	562,00	0,00	1,67	0,00	0,494	13,280	6,664
4-7-P	32170	32170	2,75	-20,61	0,50	0,50	0,044	0,574	0,818
5-50-P	32170	32170	887,79	0,00	6,05	0,00	0,842	19,325	11,585
5-30-P	32170	37800	198,56	-69,77	-3,50	-3,50	0,161	4,170	2,208
6-48-P	32170	32170	1279,28	0,00	3,32	0,00	0,966	23,638	13,434
6-53-P	32170	48255	1386,22	0,00	9,26	0,00	0,887	26,081	12,178
7-57-P	32170	33778	2000,27	0,00	12,53	0,00	1,404	35,411	19,559
7-53-P	32170	49059	2072,84	0,00	10,73	0,00	1,038	32,512	14,414
7-30-P	32170	32974	62,26	-392,97	-13,01	-13,01	0,275	3,824	7,015
8-54-P	32170	32170	2888,46	0,00	15,02	0,00	1,646	43,288	23,158
8-56-P	32170	40212	2985,36	0,00	17,47	0,00	1,530	44,245	21,432
9-60-P	32170	32170	3896,11	0,00	29,05	0,00	2,224	58,271	31,288
9-57-P	32170	53080	4158,50	0,00	29,33	0,00	1,634	55,618	22,858
10-57-P	32170	33778	6039,97	0,00	49,02	0,00	2,767	77,859	39,172
10-48-P	32170	45038	3248,74	0,00	6,45	0,00	0,847	30,332	12,092
10-6-P	32170	32170	2,02	-13,16	-11,78	-11,78	0,021	0,262	0,698
11-60-P	32170	32170	7184,94	0,00	62,00	0,00	3,362	92,786	47,637
11-55-P	32170	61123	9871,70	0,00	61,66	0,00	2,220	90,471	31,528
11-18-P	32170	32170	0,00	-478,86	0,00	-30,95	0,330	4,578	8,961
12-60-P	32170	32170	8189,89	0,00	67,43	0,00	3,832	105,808	54,283
12-56-P	32170	64340	12160,96	0,00	50,53	0,00	2,653	111,607	37,627
12-5-P	32170	32170	1,13	-6,82	-6,92	-7,90	0,012	0,252	0,486
13-60-P	32170	32170	8170,90	0,00	64,22	0,00	3,822	105,604	54,141
13-56-P	32170	64340	12194,68	0,00	47,68	0,00	2,659	111,960	37,720
13-5-P	32170	32170	1,10	-7,01	-6,91	-7,85	0,012	0,250	0,494
14-60-P	32170	32170	7199,56	0,00	56,04	0,00	3,367	93,057	47,702
14-55-P	32170	61123	9848,51	0,00	51,20	0,00	2,212	90,406	31,416
14-18-P	32170	32170	0,00	-478,35	0,00	-30,31	0,330	4,578	8,944
15-57-P	32170	33778	6036,26	0,00	41,12	0,00	2,763	77,917	39,106
15-48-P	32170	45038	3249,12	0,00	4,50	0,00	0,847	30,363	12,085
15-6-P	32170	32170	2,03	-13,14	-11,53	-11,53	0,021	0,258	0,694
16-60-P	32170	32170	3902,58	0,00	25,27	0,00	2,226	58,419	31,318
16-56-P	32170	58710	4121,32	0,00	23,63	0,00	1,472	53,459	20,568
17-54-P	32170	32170	2880,39	0,00	12,18	0,00	1,640	43,205	23,077
17-56-P	32170	40212	2980,92	0,00	14,43	0,00	1,527	44,221	21,384
18-57-P	32170	33778	1997,64	0,00	10,46	0,00	1,402	35,392	19,520
18-53-P	32170	49059	2057,96	0,00	8,68	0,00	1,030	32,306	14,300
18-30-P	32170	32974	62,29	-392,07	-11,06	-11,06	0,275	3,828	6,974
19-49-P	32170	33778	1350,83	0,00	3,61	0,00	0,946	23,980	13,178
19-53-P	32170	48255	1379,92	0,00	7,56	0,00	0,883	25,986	12,114
20-49-P	32170	34583	942,76	0,00	3,75	0,00	0,860	20,487	11,805
20-30-P	32170	37800	199,73	-68,54	-2,74	-2,74	0,162	4,184	2,226
20-50-P	32170	32170	906,53	0,00	5,14	0,00	0,859	19,747	11,822
21-52-P	32170	34583	422,10	0,00	2,50	0,00	0,542	11,854	7,297
21-46-P	32170	45842	575,70	0,00	1,20	0,00	0,505	13,611	6,823
22-40-P	32170	32170	342,73	0,00	1,42	0,00	0,458	9,666	6,182
22-20-P	32170	42625	58,49	-30,23	0,99	0,99	0,067	1,619	0,890
23-43-P	32170	32170	135,16	0,00	-5,61	-4,05	0,284	5,490	3,680
23-16-P	32170	36995	31,14	-23,77	0,80	0,80	0,055	1,132	0,758
23-13-P	32170	32170	23,68	-24,59	4,72	4,72	0,055	0,882	0,918
24-37-P	6434	6434	20,59	-0,01	-1,30	-1,30	0,216	4,212	2,795
24-8-P	21715	21715	14,53	-11,08	1,93	1,93	0,048	0,821	0,626
24-6-P	17693	17693	5,73	-11,62	3,62	3,62	0,049	0,650	0,753
25-7-S	19302	19302	14,00	-0,02	8,63	1,76	0,058	0,736	0,775
26-15-S	32170	35387	33,93	-0,61	14,04	5,54	0,076	1,156	0,998
27-9-S	32170	32170	47,64	-0,05	10,60	4,23	0,107	1,759	1,411
28-36-S	32170	33778	0,00	-110,63	0,00	24,00	0,114	1,593	2,003
28-10-S	32170	41821	53,32	-0,06	10,10	10,10	0,091	1,805	1,197
28-33-S	32170	37800	0,00	-88,28	0,00	23,58	0,091	1,282	1,389
29-40-S	32170	35387	0,00	-177,23	0,00	24,82	0,157	2,196	2,942
29-70-S	32170	34583	60,90	-0,49	6,07	6,07	0,127	2,345	1,656
29-34-S	32170	39408	0,00	-141,69	0,00	24,54	0,119	1,673	1,983
30-41-S	32170	32170	0,00	-283,30	0,00	26,08	0,213	2,992	4,701
30-69-S	32170	32974	124,25	-5,27	7,24	7,24	0,167	3,407	2,261
30-36-S	32170	32170	0,00	-202,70	0,00	23,85	0,155	2,172	3,295
31-42-S	32170	37800	0,00	-469,88	0,00	28,09	0,269	3,811	5,748
31-20-S	32170	41821	216,97	-14,54	9,31	9,31	0,181	4,556	2,484
31-43-S	32170	36995	0,00	-461,64	0,00	27,78	0,265	3,758	5,761
32-47-S	32170	41017	0,00	-754,16	0,00	25,55	0,384	5,468	8,212

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	oc [N/mmqa]	ofi [N/mmqa]	ofs [N/mmqa]
32-25-S	32170	55493	382,15	-21,95	10,66	10,66	0,216	6,760	2,969
32-40-S	32170	41821	0,00	-503,82	0,00	24,72	0,269	3,830	5,477
33-47-S	32170	32170	0,00	-1132,74	0,00	19,85	0,534	7,564	14,493
33-68-S	32170	36191	598,71	-41,24	4,79	4,79	0,406	10,550	5,653
33-43-S	32170	32170	0,00	-856,31	0,00	22,70	0,406	5,758	10,854
34-48-S	32170	45038	0,00	-2144,07	0,00	9,97	0,596	8,600	14,682
34-64-S	32170	32170	999,27	-82,35	3,68	3,68	0,569	14,996	8,003
34-46-S	32170	45038	0,00	-1971,02	0,00	15,26	0,560	8,077	13,619
35-60-S	32170	32170	1825,14	-231,20	5,65	5,65	0,851	23,705	12,047
35-59-S	32170	38604	1964,91	-258,60	8,02	8,02	0,767	23,526	10,861
36-60-S	32170	32170	2635,38	-248,73	2,89	2,89	1,226	34,300	17,367
36-34-S	32170	64340	2111,50	-84,44	3,07	2,88	0,687	26,692	9,587
37-44-S	32170	32170	4497,72	0,00	-5,16	0,00	1,343	42,798	19,249
37-40-S	32170	64340	3854,02	0,00	-14,78	0,00	0,833	35,811	11,811
38-48-S	32170	32170	7569,31	0,00	-10,57	0,00	2,260	72,051	32,386
38-41-S	32170	61123	5658,86	0,00	-24,16	0,00	1,258	52,710	17,850
39-48-S	32170	45038	7751,64	0,00	-10,23	0,00	2,014	72,729	28,747
39-43-S	32170	54689	6164,09	0,00	-20,53	0,00	1,588	61,504	22,522
40-47-S	32170	32170	4832,73	0,00	-19,93	0,00	2,240	63,238	31,712
40-39-S	32170	50668	3594,02	0,00	-21,81	0,00	1,335	46,213	18,727
40-3-S	32170	32170	0,39	-37,24	-0,36	-0,36	0,079	1,025	1,496
41-45-S	32170	40212	3519,82	0,00	-26,53	0,00	1,648	49,748	23,135
41-42-S	32170	42625	3408,58	0,00	-26,44	0,00	1,549	48,066	21,722
41-3-S	32170	32170	0,72	-7,70	-1,26	-1,26	0,016	0,201	0,326
42-43-S	32170	36995	2593,20	0,00	-27,92	0,00	1,370	39,172	19,196
42-36-S	32170	47451	2268,19	0,00	-22,99	0,00	1,146	36,115	15,904
43-36-S	32170	32170	1765,20	0,00	-23,61	0,00	1,321	33,000	18,352
43-40-S	32170	32170	1851,58	0,00	-26,35	0,00	1,315	33,372	18,313
44-34-S	32170	39408	1178,99	0,00	-22,43	0,00	0,989	25,849	13,513
44-32-S	32170	41017	1148,92	0,00	-22,00	0,00	0,942	25,150	12,853
44-4-S	32170	32170	15,86	-21,05	-4,65	-4,65	0,042	0,701	0,909
45-42-S	32170	38604	822,73	0,00	-21,88	0,00	0,740	18,987	10,075
45-43-S	32170	39408	823,46	0,00	-21,97	0,00	0,732	18,989	9,958
46-25-S	32170	32170	479,09	0,00	-19,36	0,00	0,630	13,808	8,470
46-19-S	32170	45842	296,19	0,00	-18,02	0,00	0,313	8,509	4,135
46-9-S	32170	32170	5,20	-57,64	-4,24	-10,61	0,116	1,493	2,458
47-32-S	32170	39408	254,59	0,00	-17,06	0,00	0,381	8,906	4,973
47-20-S	32170	39408	240,76	0,00	-17,13	0,00	0,360	8,436	4,695
47-3-S	14476	14476	7,72	-9,95	-4,64	-4,64	0,041	0,836	1,033
48-26-S	28953	28953	135,11	-0,01	-14,54	-2,95	0,311	6,237	4,018

Combinazione n° 3

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	oc [N/mmqa]	ofi [N/mmqa]	ofs [N/mmqa]
1-37-P	6434	6434	21,55	-0,01	-1,47	-1,47	0,225	4,416	2,921
1-8-P	21715	21715	15,18	-12,66	2,12	2,12	0,050	0,856	0,707
2-43-P	32170	32170	141,96	0,00	-6,27	-4,57	0,298	5,771	3,862
2-17-P	32170	38604	44,37	-22,12	-0,45	-0,45	0,076	1,634	0,982
2-34-P	32170	39408	168,88	-1,19	2,00	2,00	0,259	5,717	3,403
3-40-P	32170	32170	353,16	0,00	2,00	0,00	0,473	9,953	6,374
3-20-P	32170	42625	57,80	-47,32	0,73	0,73	0,066	1,604	1,013
4-52-P	32170	34583	444,38	0,00	3,50	0,00	0,571	12,468	7,689
4-46-P	32170	45842	591,21	0,00	1,88	0,00	0,519	13,968	7,011
5-50-P	32170	32170	940,25	0,00	6,80	0,00	0,892	20,461	12,272
5-33-P	32170	41017	304,05	-94,98	-0,85	-0,85	0,202	5,578	2,790
5-5-P	32170	32170	0,08	-18,46	0,92	0,92	0,040	0,518	0,726
6-48-P	32170	32170	1342,29	0,00	3,73	0,00	1,014	24,799	14,097
6-53-P	32170	48255	1475,06	0,00	10,41	0,00	0,945	27,744	12,962
7-57-P	32170	33778	2143,68	0,00	14,10	0,00	1,505	37,941	20,965
7-53-P	32170	49059	2208,26	0,00	12,07	0,00	1,106	34,627	15,359
7-30-P	32170	32974	62,04	-535,10	-14,64	-14,64	0,375	5,227	9,511
8-64-P	32170	33778	2505,64	0,00	23,21	0,00	1,762	44,255	24,548
8-56-P	32170	40212	3204,66	0,00	19,65	0,00	1,643	47,483	23,011
9-60-P	32170	32170	4207,87	0,00	32,68	0,00	2,402	62,916	33,799
9-56-P	32170	58710	4442,40	0,00	32,06	0,00	1,589	57,530	22,200
10-57-P	32170	33778	6544,04	0,00	55,15	0,00	2,999	84,329	42,452
10-48-P	32170	45038	3318,37	-14,93	7,26	1,43	0,865	30,973	12,354
10-6-P	32170	32170	2,17	-18,84	-10,58	-13,25	0,032	0,393	0,946
11-60-P	32170	32170	7802,16	0,00	69,75	0,00	3,652	100,725	51,742
11-55-P	32170	61123	10736,47	0,00	69,37	0,00	2,415	98,364	34,299
11-18-P	32170	32170	0,00	-602,50	0,00	-34,81	0,417	5,788	11,218
12-60-P	32170	32170	8898,98	0,00	75,86	0,00	4,164	114,934	58,996
12-56-P	32170	64340	13292,86	0,00	56,84	0,00	2,900	121,972	41,135
12-5-P	32170	32170	0,81	-11,00	-2,80	-8,89	0,022	0,375	0,712
13-60-P	32170	32170	8878,26	0,00	72,25	0,00	4,153	114,713	58,841
13-56-P	32170	64340	13331,11	0,00	53,64	0,00	2,907	122,372	41,241
13-5-P	32170	32170	0,78	-11,24	-2,80	-8,83	0,023	0,370	0,722
14-60-P	32170	32170	7818,33	0,00	63,05	0,00	3,657	101,025	51,813
14-55-P	32170	61123	10709,72	0,00	57,60	0,00	2,406	98,284	34,170
14-18-P	32170	32170	0,00	-601,87	0,00	-34,10	0,417	5,786	11,197
15-57-P	32170	33778	6539,84	0,00	46,26	0,00	2,994	84,394	42,378
15-48-P	32170	45038	3318,48	-14,44	5,06	1,03	0,865	31,005	12,345
15-6-P	32170	32170	2,19	-18,83	-10,35	-12,97	0,032	0,396	0,941
16-60-P	32170	32170	4214,86	0,00	28,42	0,00	2,404	63,078	33,830

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	oc [N/mmq]	ofi [N/mmq]	ofs [N/mmq]
16-56-P	32170	58710	4440,11	0,00	26,58	0,00	1,587	57,578	22,164
17-64-P	32170	33778	2509,58	0,00	20,65	0,00	1,764	44,360	24,570
17-56-P	32170	40212	3199,81	0,00	16,23	0,00	1,639	47,458	22,958
18-57-P	32170	33778	2140,60	0,00	11,77	0,00	1,502	37,918	20,921
18-53-P	32170	49059	2192,19	0,00	9,77	0,00	1,097	34,406	15,235
18-30-P	32170	32974	62,03	-534,12	-12,44	-12,44	0,376	5,231	9,465
19-49-P	32170	33778	1422,10	0,00	4,06	0,00	0,996	25,241	13,875
19-53-P	32170	48255	1467,59	0,00	8,51	0,00	0,939	27,630	12,886
20-50-P	32170	32170	960,51	0,00	5,78	0,00	0,910	20,918	12,529
20-33-P	32170	41017	307,21	-93,19	-0,26	-0,26	0,204	5,627	2,822
20-5-P	32170	32170	0,08	-18,48	1,16	1,16	0,040	0,521	0,723
21-52-P	32170	34583	450,61	0,00	2,81	0,00	0,579	12,653	7,791
21-46-P	32170	45842	606,31	0,00	1,35	0,00	0,532	14,333	7,186
21-6-P	32170	32170	1,67	-19,78	1,51	1,51	0,043	0,560	0,771
22-40-P	32170	32170	357,69	0,00	1,59	0,00	0,478	10,086	6,452
22-20-P	32170	42625	57,98	-47,05	1,11	1,11	0,066	1,603	1,003
23-43-P	32170	32170	143,16	0,00	-6,31	-4,56	0,300	5,820	3,895
23-17-P	32170	38604	43,99	-22,23	-0,18	-0,18	0,075	1,616	0,976
24-37-P	6434	6434	21,73	-0,01	-1,47	-1,47	0,227	4,452	2,946
24-35-P	12064	12064	37,64	-0,04	-3,32	-3,32	0,208	4,143	2,696
25-19-S	31366	31366	24,92	0,00	18,77	0,00	0,065	0,760	0,870
26-15-S	32170	35387	35,24	-1,29	15,79	6,23	0,079	1,184	1,047
27-9-S	32170	32170	53,99	-0,11	11,93	4,76	0,122	1,994	1,598
27-32-S	32170	32170	0,00	-71,33	0,00	21,49	0,106	1,451	1,724
28-36-S	32170	33778	0,00	-145,13	0,00	27,00	0,148	2,060	2,683
28-32-S	32170	38604	0,00	-134,48	0,00	26,25	0,135	1,885	2,179
29-40-S	32170	35387	0,00	-257,99	0,00	27,92	0,225	3,144	4,380
29-28-S	32170	32170	0,00	-111,66	0,00	23,34	0,116	1,612	2,128
30-40-S	32170	32170	0,00	-415,56	0,00	29,21	0,310	4,332	7,016
30-14-S	32170	36995	110,78	-5,96	8,96	8,96	0,141	2,986	1,899
30-32-S	32170	43429	0,00	-193,89	0,00	24,49	0,148	2,097	2,457
31-42-S	32170	37800	0,00	-662,02	0,00	31,60	0,376	5,325	8,187
31-21-S	32170	33778	201,45	-16,57	11,08	11,08	0,191	4,242	2,627
31-43-S	32170	36995	0,00	-652,44	0,00	31,26	0,372	5,267	8,234
32-46-S	32170	40212	0,00	-1017,11	0,00	29,24	0,518	7,371	11,340
32-23-S	32170	64340	353,25	-33,34	10,28	10,28	0,182	6,211	2,484
32-37-S	32170	32170	0,00	-400,84	0,00	23,87	0,236	3,338	5,716
33-47-S	32170	32170	0,00	-1505,49	0,00	22,34	0,708	10,031	19,317
33-68-S	32170	36191	572,54	-58,24	5,39	5,39	0,389	10,078	5,411
33-40-S	32170	44234	0,00	-691,38	0,00	25,64	0,310	4,429	6,405
34-48-S	32170	45038	0,00	-2763,48	0,00	11,21	0,768	11,078	18,939
34-64-S	32170	32170	960,73	-116,38	4,14	4,14	0,547	14,410	7,698
34-44-S	32170	49863	0,00	-1739,96	0,00	21,75	0,504	7,286	11,144
35-60-S	32170	32170	1822,58	-310,10	6,35	6,35	0,850	23,663	12,034
35-59-S	32170	38604	1960,07	-337,68	9,03	9,03	0,765	23,454	10,839
35-48-S	32170	32170	13,86	-1745,77	1,13	11,86	0,525	7,532	16,427
36-60-S	32170	32170	2758,80	-389,14	3,25	3,25	1,284	35,903	18,181
36-34-S	32170	64340	2174,29	-171,57	3,45	3,45	0,708	27,482	9,873
37-44-S	32170	32170	4661,73	0,00	-5,80	0,00	1,392	44,365	19,949
37-40-S	32170	64340	3948,13	0,00	-16,63	0,00	0,853	36,707	12,094
38-48-S	32170	32170	8116,83	0,00	-11,89	0,00	2,423	77,270	34,726
38-41-S	32170	61123	5997,28	0,00	-27,18	0,00	1,333	55,885	18,911
39-48-S	32170	45038	8369,11	0,00	-11,50	0,00	2,175	78,529	31,034
39-43-S	32170	54689	6606,59	0,00	-23,10	0,00	1,702	65,935	24,134
40-47-S	32170	32170	5205,65	0,00	-22,42	0,00	2,413	68,131	34,153
40-38-S	32170	57906	3603,73	0,00	-23,28	0,00	1,241	46,131	17,347
40-3-S	32170	32170	0,61	-40,90	-0,40	-0,40	0,087	1,125	1,643
41-45-S	32170	40212	3786,57	0,00	-29,85	0,00	1,772	53,536	24,882
41-42-S	32170	42625	3661,97	0,00	-29,74	0,00	1,664	51,658	23,329
42-43-S	32170	36995	2784,28	0,00	-31,42	0,00	1,470	42,079	20,602
42-36-S	32170	47451	2422,46	0,00	-25,86	0,00	1,223	38,590	16,979
43-36-S	32170	32170	1888,30	0,00	-26,56	0,00	1,412	35,319	19,623
43-40-S	32170	32170	1985,46	0,00	-29,65	0,00	1,410	35,804	19,629
44-34-S	32170	39408	1261,49	0,00	-25,23	0,00	1,058	27,675	14,450
44-32-S	32170	41017	1227,69	0,00	-24,75	0,00	1,006	26,892	13,726
44-4-S	32170	32170	15,63	-23,70	-5,23	-5,23	0,047	0,701	1,023
45-42-S	32170	38604	878,56	0,00	-24,62	0,00	0,790	20,294	10,750
45-23-S	32170	44234	588,58	0,00	-21,13	0,00	0,555	14,988	7,447
46-25-S	32170	32170	510,87	0,00	-21,78	0,00	0,671	14,740	9,022
46-19-S	32170	45842	314,25	0,00	-20,27	0,00	0,331	9,045	4,379
46-9-S	32170	32170	5,26	-63,91	-4,77	-11,94	0,129	1,654	2,728
47-32-S	32170	39408	271,39	0,00	-19,19	0,00	0,406	9,508	5,294
47-20-S	32170	39408	256,13	0,00	-19,28	0,00	0,382	8,990	4,987
47-3-S	14476	14476	7,97	-11,10	-5,22	-5,22	0,045	0,876	1,154
48-26-S	28953	28953	143,72	-0,01	-16,36	-3,32	0,330	6,649	4,265

#### Combinazione n° 4

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	oc [N/mmq]	ofi [N/mmq]	ofs [N/mmq]
1-37-P	6434	6434	22,68	0,00	-1,63	-1,63	0,237	4,653	3,070
1-35-P	12064	12064	39,71	-0,07	-3,73	-3,73	0,219	4,380	2,839
1-6-P	17693	17693	5,86	-16,35	4,59	4,59	0,069	0,906	1,073
2-43-P	32170	32170	149,86	0,00	-6,96	-5,08	0,314	6,097	4,073
2-17-P	32170	38604	45,64	-27,82	-0,50	-0,50	0,078	1,681	1,010
2-4-P	19302	19302	7,37	-15,31	2,17	2,17	0,057	0,741	0,970
3-40-P	32170	32170	367,61	0,00	2,22	0,00	0,492	10,358	6,636
3-21-P	32170	39408	68,62	-57,94	0,00	0,00	0,081	1,922	1,347
3-7-P	32170	32170	2,59	-36,34	4,39	4,39	0,080	1,043	1,393
4-52-P	32170	34583	472,39	0,00	3,88	0,00	0,608	13,252	8,175

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	oc [N/mmq]	ofi [N/mmq]	ofs [N/mmq]
4-46-P	32170	45842	620,42	0,00	2,09	0,00	0,545	14,657	7,358
4-6-P	32170	32170	1,10	-23,46	1,37	1,37	0,051	0,660	0,920
5-50-P	32170	32170	992,72	0,00	7,56	0,00	0,942	21,598	12,960
5-34-P	32170	39408	340,78	-126,63	0,82	0,82	0,244	6,487	3,372
5-6-P	32170	32170	0,11	-24,66	-0,84	-0,84	0,052	0,673	0,999
6-60-P	32170	32974	1133,74	0,00	9,16	0,00	1,062	24,629	14,608
6-53-P	32170	48255	1563,89	0,00	11,57	0,00	1,002	29,408	13,746
7-57-P	32170	33778	2287,09	0,00	15,66	0,00	1,606	40,470	22,372
7-53-P	32170	49059	2343,67	0,00	13,41	0,00	1,174	36,742	16,303
7-30-P	32170	32974	61,33	-676,73	-16,26	-16,26	0,476	6,625	11,999
8-64-P	32170	33778	2688,36	0,00	25,79	0,00	1,891	47,470	26,343
8-56-P	32170	40212	3423,95	0,00	21,83	0,00	1,755	50,721	24,590
9-60-P	32170	32170	4519,62	0,00	36,31	0,00	2,581	67,561	36,310
9-56-P	32170	58710	4761,45	0,00	35,63	0,00	1,703	61,643	23,800
10-57-P	32170	33778	7048,12	0,00	61,28	0,00	3,230	90,800	45,732
10-49-P	32170	45038	4718,33	0,00	21,60	0,00	1,233	43,884	17,611
10-6-P	32170	32170	2,25	-24,46	-8,80	-14,72	0,043	0,535	1,192
11-60-P	32170	32170	8419,38	0,00	77,50	0,00	3,942	108,663	55,847
11-55-P	32170	61123	11601,24	0,00	77,07	0,00	2,610	106,257	37,069
11-18-P	32170	32170	0,00	-726,13	0,00	-38,68	0,504	6,997	13,475
12-60-P	32170	32170	9608,08	0,00	84,29	0,00	4,497	124,060	63,710
12-56-P	32170	64340	14424,76	0,00	63,16	0,00	3,147	132,337	44,643
12-5-P	32170	32170	0,53	-15,22	-3,11	-9,88	0,033	0,408	0,940
13-60-P	32170	32170	9585,62	0,00	80,28	0,00	4,485	123,822	63,541
13-56-P	32170	64340	14467,54	0,00	59,60	0,00	3,156	132,783	44,762
13-5-P	32170	32170	0,50	-15,49	-3,11	-9,81	0,034	0,418	0,952
14-60-P	32170	32170	8437,11	0,00	70,06	0,00	3,947	108,994	55,924
14-55-P	32170	61123	11570,93	0,00	64,00	0,00	2,600	106,162	36,924
14-18-P	32170	32170	0,00	-725,38	0,00	-37,89	0,504	6,995	13,451
15-57-P	32170	33778	7043,42	0,00	51,40	0,00	3,225	90,872	45,649
15-49-P	32170	45038	4691,89	0,00	16,39	0,00	1,225	43,709	17,492
15-6-P	32170	32170	2,27	-24,45	-8,60	-14,41	0,043	0,538	1,186
16-60-P	32170	32170	4527,13	0,00	31,58	0,00	2,583	67,738	36,343
16-56-P	32170	58710	4758,90	0,00	29,53	0,00	1,701	61,697	23,760
17-64-P	32170	33778	2692,50	0,00	22,94	0,00	1,893	47,583	26,366
17-56-P	32170	40212	3418,70	0,00	18,04	0,00	1,751	50,695	24,532
18-57-P	32170	33778	2283,56	0,00	13,07	0,00	1,603	40,443	22,321
18-53-P	32170	49059	2326,43	0,00	10,85	0,00	1,165	36,506	16,171
18-30-P	32170	32974	61,28	-675,69	-13,83	-13,83	0,476	6,630	11,949
19-60-P	32170	32974	1137,93	0,00	7,51	0,00	1,065	24,743	14,650
19-53-P	32170	48255	1555,26	0,00	9,45	0,00	0,995	29,275	13,658
20-50-P	32170	32170	1014,48	0,00	6,42	0,00	0,962	22,089	13,235
20-34-P	32170	39408	346,05	-124,26	1,22	1,22	0,248	6,582	3,426
20-6-P	32170	32170	0,11	-24,69	-0,48	-0,48	0,052	0,677	0,995
21-52-P	32170	34583	479,12	0,00	3,12	0,00	0,616	13,452	8,285
21-46-P	32170	45842	636,91	0,00	1,50	0,00	0,559	15,056	7,550
21-6-P	32170	32170	1,07	-23,41	1,68	1,68	0,051	0,661	0,913
22-40-P	32170	32170	372,66	0,00	1,77	0,00	0,499	10,507	6,723
22-21-P	32170	39408	68,69	-57,75	0,44	0,44	0,082	1,918	1,338
22-6-P	32170	32170	1,75	-34,90	6,56	6,56	0,078	1,023	1,305
23-43-P	32170	32170	151,17	0,00	-7,01	-5,07	0,317	6,150	4,109
23-17-P	32170	38604	45,24	-27,96	-0,20	-0,20	0,077	1,662	1,003
23-4-P	19302	19302	7,20	-15,23	2,28	2,28	0,056	0,739	0,962
24-37-P	6434	6434	22,87	0,00	-1,63	-1,63	0,239	4,693	3,097
24-35-P	12064	12064	39,90	-0,07	-3,69	-3,69	0,220	4,398	2,854
25-19-S	31366	31366	27,90	0,00	20,86	0,00	0,072	0,854	0,972
25-13-S	28953	28953	0,44	-20,16	18,27	18,27	0,059	0,800	0,621
26-32-S	32170	39408	0,00	-47,35	0,00	21,28	0,091	1,239	1,102
26-23-S	32170	38604	0,00	-46,78	0,00	21,35	0,090	1,229	1,106
27-27-S	32170	32170	0,00	-100,66	0,00	23,99	0,146	1,999	2,518
27-37-S	32170	32170	0,00	-100,68	0,00	23,76	0,146	1,998	2,521
28-42-S	32170	38604	0,00	-183,17	0,00	27,43	0,191	2,660	3,216
28-36-S	32170	33778	0,00	-179,63	0,00	30,00	0,182	2,527	3,364
29-41-S	32170	36995	0,00	-342,26	0,00	30,91	0,294	4,106	5,642
29-42-S	32170	38604	0,00	-344,76	0,00	30,51	0,294	4,108	5,465
29-37-S	32170	36995	0,00	-337,81	0,00	30,84	0,290	4,054	5,565
30-40-S	32170	32170	0,00	-547,94	0,00	32,46	0,406	5,675	9,332
30-8-S	32170	41017	80,84	-2,22	7,56	7,56	0,136	2,849	1,781
31-42-S	32170	37800	0,00	-854,16	0,00	35,12	0,483	6,838	10,626
31-12-S	32170	50668	125,62	-13,17	8,16	8,16	0,131	3,369	1,735
31-43-S	32170	36995	0,00	-843,24	0,00	34,73	0,479	6,775	10,707
32-46-S	32170	40212	0,00	-1283,60	0,00	32,49	0,653	9,278	14,357
32-19-S	32170	40212	252,94	-39,94	8,09	8,09	0,215	5,360	2,947
32-35-S	32170	40212	0,00	-341,65	0,00	24,36	0,195	2,765	3,901
33-47-S	32170	32170	0,00	-1878,25	0,00	24,82	0,882	12,499	24,140
33-24-S	32170	49059	538,36	-74,31	8,10	8,10	0,311	9,307	4,288
33-39-S	32170	50668	0,00	-784,27	0,00	27,37	0,342	4,900	6,404
34-48-S	32170	45038	0,00	-3382,88	0,00	12,46	0,939	13,555	23,195
34-70-S	32170	36191	819,79	-121,36	3,49	3,49	0,529	13,971	7,371
34-43-S	32170	54689	0,00	-1718,45	0,00	26,03	0,509	7,363	10,335
35-60-S	32170	32170	1821,67	-390,65	7,06	7,06	0,850	23,641	12,032
35-29-S	32170	44234	1372,26	-182,78	4,30	4,30	0,668	20,304	9,335
35-48-S	32170	32170	0,00	-2278,69	0,00	13,17	0,685	9,821	21,472
36-60-S	32170	32170	2883,29	-530,61	3,61	3,61	1,342	37,520	19,003
36-34-S	32170	64340	2248,46	-270,09	3,84	3,84	0,732	28,416	10,211
37-44-S	32170	32170	4825,74	0,00	-6,45	0,00	1,441	45,931	20,649
37-40-S	32170	64340	4042,25	0,00	-18,47	0,00	0,873	37,603	12,376
38-48-S	32170	32170	8664,34	0,00	-13,22	0,00	2,587	82,489	37,067
38-41-S	32170	61123	6335,70	0,00	-30,20	0,00	1,408	59,059	19,973
39-48-S	32170	45038	8986,58	0,00	-12,78	0,00	2,335	84,328	33,322
39-43-S	32170	54689	7049,09	0,00	-25,66	0,00	1,816	70,365	25,747
40-47-S	32170	32170	5578,57	0,00	-24,92	0,00	2,585	73,024	36,595
40-38-S	32170	57906	3825,85	0,00	-25,87	0,00	1,317	48,991	18,411

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	$\sigma_c$ [N/mmq]	ofi [N/mmq]	ofs [N/mmq]
40-3-S	32170	32170	0,87	-44,60	-0,45	-0,45	0,094	1,227	1,792
41-45-S	32170	40212	4053,32	0,00	-33,16	0,00	1,897	57,324	26,628
41-42-S	32170	42625	3915,36	0,00	-33,05	0,00	1,779	55,250	24,937
42-43-S	32170	36995	2975,36	0,00	-34,91	0,00	1,570	44,985	22,008
42-36-S	32170	47451	2576,74	0,00	-28,74	0,00	1,301	41,064	18,054
43-40-S	32170	32170	2119,35	0,00	-32,94	0,00	1,504	38,236	20,944
43-39-S	32170	32170	2092,96	0,00	-32,43	0,00	1,486	37,759	20,684
44-34-S	32170	39408	1343,99	0,00	-28,04	0,00	1,127	29,501	15,388
44-32-S	32170	41017	1306,45	0,00	-27,50	0,00	1,070	28,634	14,599
44-4-S	32170	32170	15,47	-26,41	-5,81	-5,81	0,053	0,702	1,140
45-42-S	32170	38604	934,39	0,00	-27,35	0,00	0,839	21,600	11,425
45-23-S	32170	44234	624,16	0,00	-23,48	0,00	0,588	15,909	7,890
46-25-S	32170	32170	542,64	0,00	-24,20	0,00	0,712	15,671	9,575
46-19-S	32170	45842	332,30	0,00	-22,52	0,00	0,350	9,580	4,624
46-9-S	32170	32170	5,33	-70,21	-5,30	-13,26	0,141	1,816	2,999
47-32-S	32170	39408	288,18	0,00	-21,32	0,00	0,430	10,110	5,614
47-18-S	32170	40212	178,27	-0,75	-19,67	-7,57	0,295	6,960	3,796
48-26-S	28953	28953	152,33	-0,01	-18,17	-3,69	0,349	7,060	4,512

## Verifica fessurazione

### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale S: direzione secondaria)
As	Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [mmq]
Ac	Area efficace, espresso in [mmq]
Mpf	Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
Npf	Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
Eps	Deformazione unitaria media, espresso in [%]
sm	Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
wm	Ampiezza della fessura, espressa in [mm]

### Combinazione n° 2

Is	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1-1	6434	13587	-355,71	257,75	0,0000	0,00	0.000

### Combinazione n° 3

Is	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1-1	6434	13587	-355,71	257,75	0,0000	0,00	0.000

## Pali

### Verifica tensioni

#### Pali in c.a.

### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Af	area di armatura, espressa in [mmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
$\sigma_f$	tensione nell'acciaio, espressa in [N/mmq]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
$\sigma_{st}$	tensione nelle staffe, espressa in [N/mmq]

Combinazione n° 2

Palo n° 1

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	2714	2,286	30,583	--	--
3,40	2714	1,299	19,330	--	--
6,80	2714	1,367	19,707	--	--
10,20	2714	1,217	17,655	--	--
13,60	2714	1,026	15,138	--	--
17,00	2714	0,872	13,043	--	--
20,40	2714	0,770	11,526	--	--
23,80	2714	0,671	10,034	--	--
27,20	2714	0,567	8,497	--	--
30,60	2714	0,465	6,973	--	--
34,00	2714	0,365	5,471	--	--

Palo n° 13

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	3619	2,181	167,974	--	--
3,40	3619	0,000	34,195	--	--
6,80	3619	0,485	19,144	--	--
10,20	3619	0,292	4,056	--	--
13,60	3619	0,335	4,889	--	--
17,00	3619	0,415	6,201	--	--
20,40	3619	0,545	8,165	--	--
23,80	3619	0,678	10,157	--	--
27,20	3619	0,807	12,098	--	--
30,60	3619	0,937	14,054	--	--
34,00	3619	1,069	16,035	--	--

Palo n° 25

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	2714	3,935	55,314	--	--
3,40	2714	2,829	42,293	--	--
6,80	2714	2,760	40,594	--	--
10,20	2714	2,471	36,459	--	--
13,60	2714	2,141	31,859	--	--
17,00	2714	1,848	27,682	--	--
20,40	2714	1,608	24,084	--	--
23,80	2714	1,369	20,511	--	--
27,20	2714	1,127	16,893	--	--
30,60	2714	0,886	13,288	--	--
34,00	2714	0,647	9,706	--	--

Palo n° 31

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	3619	2,266	94,709	--	--
3,40	3619	0,063	0,851	--	--
6,80	3619	0,472	16,163	--	--
10,20	3619	0,354	11,660	--	--
13,60	3619	0,132	3,060	--	--
17,00	3619	0,021	0,295	--	--
20,40	3619	0,017	0,234	--	--
23,80	3619	0,014	0,200	--	--
27,20	3619	0,008	0,115	--	--
30,60	3619	0,003	0,045	--	--
34,00	3619	0,000	0,000	--	--

Combinazione n° 3

Palo n° 1

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	2714	2,504	33,394	--	--
3,40	2714	1,395	20,763	--	--

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>sf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
6,80	2714	1,477	21,249	--	--
10,20	2714	1,312	19,001	--	--
13,60	2714	1,101	16,231	--	--
17,00	2714	0,932	13,936	--	--
20,40	2714	0,822	12,291	--	--
23,80	2714	0,714	10,674	--	--
27,20	2714	0,601	9,006	--	--
30,60	2714	0,490	7,353	--	--
34,00	2714	0,382	5,726	--	--

Palo n° 13

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>sf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	3619	2,334	208,101	--	--
3,40	3619	0,000	59,308	--	--
6,80	3619	0,401	54,709	--	--
10,20	3619	0,404	14,199	--	--
13,60	3619	0,207	2,951	--	--
17,00	3619	0,270	4,029	--	--
20,40	3619	0,391	5,841	--	--
23,80	3619	0,513	7,684	--	--
27,20	3619	0,632	9,469	--	--
30,60	3619	0,752	11,272	--	--
34,00	3619	0,873	13,102	--	--

Palo n° 25

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>sf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	2714	4,240	59,430	--	--
3,40	2714	3,007	44,935	--	--
6,80	2714	2,943	43,235	--	--
10,20	2714	2,632	38,796	--	--
13,60	2714	2,274	33,833	--	--
17,00	2714	1,959	29,346	--	--
20,40	2714	1,703	25,510	--	--
23,80	2714	1,449	21,703	--	--
27,20	2714	1,191	17,845	--	--
30,60	2714	0,934	14,001	--	--
34,00	2714	0,679	10,183	--	--

Palo n° 31

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>sf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	3619	2,571	157,983	--	--
3,40	3619	0,000	15,415	--	--
6,80	3619	0,394	5,183	--	--
10,20	3619	0,412	5,804	--	--
13,60	3619	0,451	6,611	--	--
17,00	3619	0,532	7,955	--	--
20,40	3619	0,670	10,034	--	--
23,80	3619	0,811	12,144	--	--
27,20	3619	0,947	14,197	--	--
30,60	3619	1,085	16,267	--	--
34,00	3619	1,224	18,365	--	--

Combinazione n° 4

Palo n° 1

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	τ <sub>c</sub>	σ <sub>sf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
0,00	2714	2,723	36,206	--	--
3,40	2714	1,492	22,195	--	--
6,80	2714	1,586	22,790	--	--
10,20	2714	1,407	20,348	--	--
13,60	2714	1,176	17,325	--	--
17,00	2714	0,992	14,829	--	--
20,40	2714	0,873	13,056	--	--
23,80	2714	0,757	11,314	--	--
27,20	2714	0,636	9,516	--	--
30,60	2714	0,516	7,734	--	--
34,00	2714	0,399	5,980	--	--

### Palo n° 13

Y	Ar	$\sigma_c$	$\sigma_f$	$\tau_c$	$\sigma_{sf}$
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	3619	2,450	248,205	--	--
3,40	3619	0,000	84,421	--	--
6,80	3619	0,000	86,715	--	--
10,20	3619	0,225	51,695	--	--
13,60	3619	0,190	7,972	--	--
17,00	3619	0,126	1,857	--	--
20,40	3619	0,236	3,516	--	--
23,80	3619	0,349	5,210	--	--
27,20	3619	0,457	6,840	--	--
30,60	3619	0,566	8,490	--	--
34,00	3619	0,678	10,170	--	--

### Palo n° 25

Y	Ar	$\sigma_c$	$\sigma_f$	$\tau_c$	$\sigma_{sf}$
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	4,546	63,545	--	--
3,40	2714	3,184	47,576	--	--
6,80	2714	3,125	45,876	--	--
10,20	2714	2,793	41,132	--	--
13,60	2714	2,408	35,807	--	--
17,00	2714	2,070	31,009	--	--
20,40	2714	1,798	26,937	--	--
23,80	2714	1,529	22,894	--	--
27,20	2714	1,254	18,796	--	--
30,60	2714	0,981	14,714	--	--
34,00	2714	0,711	10,660	--	--

### Palo n° 31

Y	Ar	$\sigma_c$	$\sigma_f$	$\tau_c$	$\sigma_{sf}$
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	3619	2,664	222,308	--	--
3,40	3619	0,000	61,652	--	--
6,80	3619	0,464	59,670	--	--
10,20	3619	0,461	18,541	--	--
13,60	3619	0,206	2,914	--	--
17,00	3619	0,261	3,894	--	--
20,40	3619	0,381	5,692	--	--
23,80	3619	0,503	7,525	--	--
27,20	3619	0,620	9,294	--	--
30,60	3619	0,739	11,082	--	--
34,00	3619	0,860	12,901	--	--

## Verifica fessurazione

### Simbologia adottata

Ip	Indice palo
X	ascissa di verifica, espresso in [m]
As	Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [mmq]
Ac	Area dei ferri tesi, espresso in [mmq]
Mpf	Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
Npf	Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
Eps	Deformazione unitaria media, espresso in [%]
sm	Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
wm	Ampiezza della fessura, espressa in [mm]

### Combinazione n° 2

Ip	X	As	Ac	Mpf	Npf	Eps	sm	wm
	[m]	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[%]	[mm]	[mm]
1	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
2	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
3	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000



<b>Ip</b>	<b>X</b> [m]	<b>As</b> [mmq]	<b>Ac</b> [mmq]	<b>Mpf</b> [kNm]	<b>Npf</b> [kN]	<b>Eps</b> [%]	<b>sm</b> [mm]	<b>wm</b> [mm]
4	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
5	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
6	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
7	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
8	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
9	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
10	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
11	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
12	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
13	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
14	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
15	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
16	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
17	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
18	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
19	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
20	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
21	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
22	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
23	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
24	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
25	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
26	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
27	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
28	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
29	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
30	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
31	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
32	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
33	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
34	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
35	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
36	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000

Combinazione n° 3

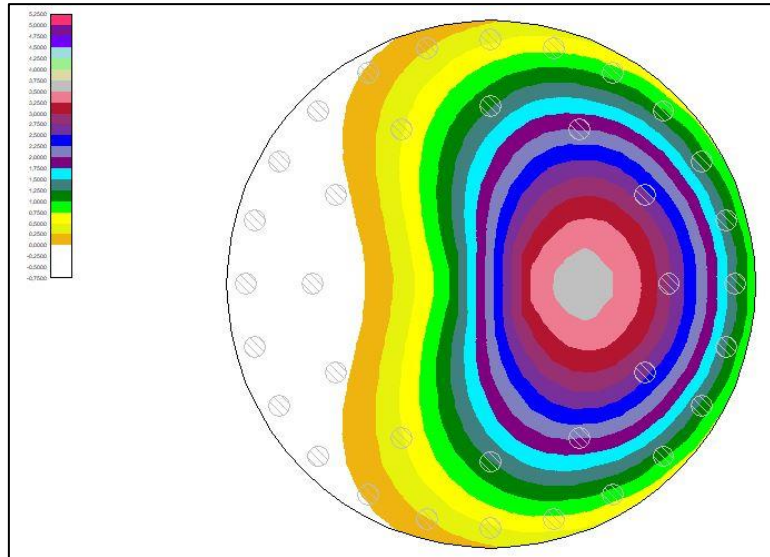
<b>Ip</b>	<b>X</b> [m]	<b>As</b> [mmq]	<b>Ac</b> [mmq]	<b>Mpf</b> [kNm]	<b>Npf</b> [kN]	<b>Eps</b> [%]	<b>sm</b> [mm]	<b>wm</b> [mm]
1	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
2	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
3	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
4	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
5	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
6	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
7	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
8	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
9	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
10	365267224,2 2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000

Ip	X [m]	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
11	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
12	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
13	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
14	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
15	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
16	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
17	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
18	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
19	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
20	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
21	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
22	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
23	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
24	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
25	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
26	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
27	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
28	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
29	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
30	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
31	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
32	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
33	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
34	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
35	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000
36	365267224,2	0	0	0,00	0,00	0,0000	0,00	0.000

## Cedimenti

### Combinazione n° 4

n°	w [mm]
1	1,255
13	-0,372
25	2,750
31	-0,296



*Spostamenti verticali "w" Combinazione caratteristica o rara*

Risultati Analisi			
Numero combinazioni		4	(t = 0,000 sec.)
Analisi carichi verticali		Analisi carichi orizzontali	
Carico Totale	25388,9382 [kN]		
Reazioni vincolari	0,0000 [kN]		
Risultante pali	25388,9382 [kN]		
Reazione terreno	0,0000 [kN]		
Spostamento massimo	3,61350 [mm]	X=19,49	Y=14,56 [m]
Spostamento minimo	-0,39519 [mm]	X=3,06	Y=13,82 [m]
Momento massimo X	15202,5327 [kNm]	X=17,00	Y=15,00 [m]
Momento minimo X	-8915,6479 [kNm]	X=13,00	Y=15,00 [m]
Momento massimo Y	11101,5764 [kNm]	X=17,00	Y=15,00 [m]
Momento minimo Y	-4716,1603 [kNm]	X=13,00	Y=15,00 [m]
Dettagli >>			
Spostamento differenziale massimo	4,01 [mm]	0,02%	
Sforzo normale massimo sul palo	2750,2023 [kN]	(Palo nr. 25)	
Sforzo normale minimo sul palo	-371,7484 [kN]	(Palo nr. 13)	
<< Comb. 4 / 4 - SLER >>		Chiudi	Help

Il cedimento differenziale massimo è contenuto in valori compatibili con l'utilizzo della struttura in elevazione come risulta dal documento "D2431696-002 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Requirements Document T115-52A-WTC - D023-P037-T02\_02 – Foundation" punto 3.8.3.

## **8 METODOLOGIE DI CALCOLO, TIPO DI ANALISI E STRUMENTI UTILIZZATI.**

L'analisi di tipo numerico è stata realizzata mediante il Programma di Calcolo "API++ Platee e Graticci - Analisi fondazione", aggiornato alla Versione 14.0 prodotto da Aztec Informatica (Casole Bruzio) con Licenza d'uso n. AIU40280G.

### **Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)**

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per il calcolo di piastre, plinti e graticci si utilizza il metodo degli elementi finiti. Il generatore di mesh permette di utilizzare elementi triangolari o quadrangolari, anche a deformabilità tagliante.

Per le strutture di fondazione il terreno viene modellato con una serie di molle alla Winkler non reagenti a trazione. Il calcolo delle tensioni indotte nel terreno può essere condotto con i metodi di Boussinesq, Westergaard o Frohlich. Il calcolo dei cedimenti può essere eseguito con il metodo edometrico (con il modulo edometrico o con la curva edometrica) o elastico. Il calcolo della portanza può essere fatto con i metodi di Terzaghi, Meyerhof, Hansen o Vesic.

In presenza di pali viene eseguito il calcolo di portanza verticale (di punta e laterale) e trasversale (portanza per carichi orizzontali).

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Titolo	API++ Full (Platee, Plinti e Graticci) - Analisi Fondazioni
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	STIM Engineering S.r.l.
Licenza	AIU40280G

### **Affidabilità dei codici di calcolo**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del

codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### **Modalità di presentazione dei risultati**

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

### **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Bari, 16.12.2022

PROGETTAZIONE:

ing. Massimo CANDEO

Ord. Ing.ri Bari n°3755

A circular professional stamp in blue ink. The text around the perimeter reads "Ing. Massimo CANDEO" at the top and "ALBO INGEGNERI PROV. DI BARI" at the bottom. In the center, it says "N. 3755". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in blue ink that appears to read "M. Candeo".