



REGIONE BASILICATA PROVINCIA DI POTENZA COMUNE DI MONTEMILONE

Progetto di due impianti agrivoltaici avanzati per la produzione di energia elettrica, denominati Montemilone 1 CP: 202300145 della potenza nominale di 68.445kW e Montemilone 2 CP: 202300146 della potenza nominale di 51.660kW, ubicati in Località Perillo Soprano, La Sterpara, Santa Maria nel Comune di Montemilone (PZ) per una potenza nominale complessiva di 120.105 kW comprensivo delle opere di rete per la connessione a 36kV alla RTN di Terna Spa



PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

ELABORATO

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

DATA: Dicembre 2023

Scala: -

Nome file: *NPB1_MTM_C14_TAV - RELAZIONE GEOTECNICA*

PROPONENTE

NP Basilicata 1

NP Basilicata 1 S.r.l.
Galleria Passarella n. 2, 20122 Milano (MI)
Partita IVA 13004260967
PEC: npbasilicata1@legalmail.it

NP Basilicata 1 S.r.l.
Via San Marco, 21
20121 MILANO
P.IVA - C.F. 13004260967

ELABORATO DA:



Ing. Aniello Romano - Geol. Mattia Lettieri - Geol. Antonio Viggiano
Via Firenze, 41 - 84085 Mercato San Severino (SA) tel. e fax. 089826537

Il Tecnico
ing. Aniello Romano



revisione	descrizione	data	Elab. n.
A			C14
B			
C			

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	13
5. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA GENERALE DELL'AREA DI STUDIO	18
6. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA DELL'AREA DI STUDIO	28
6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO DELL'EX AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALE PUGLIA	28
9. MODELLAZIONE SISMICA ED INDAGINI GEOFISICHE	45
9.1 PROSPEZIONI SISMICHE M.A.S.W. (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)	45
10. ANALISI SISMICA DELL'AREA DI STUDIO	55
11.3 CONDIZIONI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA	66
12. MICROZONAZIONE SISMICA	68
12.1 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA E RELATIVI PARAMETRI	72
12.2 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	73
13. VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ DOVUTI AGLI EFFETTI COSISMICI	81
15. CARICHI AGENTI	88
15.1 SCARICHI IN FONDAZIONE	106
16. VERIFICHE FONDAZIONI DI PROGETTO	109
16.1 OPERE DI FONDAZIONE PER I TRACKERS	110
16.2 VERIFICA DEL CARICO LIMITE DEI PALI DI FONDAZIONE A TRAZIONE	114
16.3 CALCOLO DELLA RESISTENZA LATERALE DEL PALO DI FONDAZIONE	115
16.4 ANALISI DEL PALO SOGGETTO A FORZE ORIZZONTALI	116
16.5 RESISTENZA ALLA PUNTA DEL PALO	117
16.6 VERIFICA FONDAZIONI LOCALI CABINE	119

Allegati alla relazione:

1. *Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker Lotto 1 – Lotto 2 - Lotto 3;*
 - 1.1 *Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker Lotto 1*
 - 1.2 *Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker Lotto 2*
 - 1.3 *Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker Lotto 3*
2. *Tabulato di calcolo fondazioni cabine*

1. Premessa

Su incarico ricevuto dalla soc. **NP Babilicata 1 S.r.l.**, con sede in Milano (MI) alla via San Marco n°21, i sottoscritti geologi *dott. Mattia Lettieri*, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania con n°1448, e *dott. Antonio Viggiano*, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania con n°2397, redigono la presente relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica, di compatibilità geologica e di modellazione sismica del sito di costruzione (*DPR 328/01, art. 41; D.M. 17/01/2018, 3.2.2, 6.2.2;*) per il "Progetto di due impianti agrivoltaici avanzati per la produzione di energia elettrica, denominati Montemilone 1 CP: 202300145 della potenza nominale di 61.920 kW e Montemilone 2 CP: 202300146 della potenza nominale di 51.660 kW, ubicati in località Perillo Soprano, La Sterpara, Santa Maria nel Comune di Montemilone (PZ) per una potenza nominale complessiva di 113.580 kW comprensivo delle opere di rete per la connessione a 36kV alla RTN di Terna Spa".

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato, ovvero un impianto caratterizzato da un utilizzo "ibrido" di terreni che saranno infatti utilizzati sia per la produzione agricola che per la produzione di energia elettrica del tipo ad inseguitori monoassiali sito nel Comune di Montemilone (PZ). L'area dove sorgerà l'impianto agrifotovoltaico ha un'estensione di circa 152 ettari, è attualmente utilizzata ai fini agricoli

L'impianto è configurato con un sistema ad inseguitore solare monoassiale di tilt. L'inseguitore solare orienta i pannelli fotovoltaici posizionandoli sempre nella direzione migliore per assorbire più radiazione luminosa possibile. È prevista l'installazione di complessivi 181.728 pannelli fotovoltaici bifacciali da 625 W per una potenza complessiva di generazione di 113.580 kWp, raggruppati in stringhe e collegate ai rispettivi inverter.

Per il progetto, suddiviso in due impianti, saranno realizzate complessivamente n. 54 cabine elettriche per la conversione DC/AC e per l'elevazione della potenza a 36 kV. Sono previste inoltre cabine locale tecnico e O&M, e le cabine di raccolta cavi 36kV provenienti dai singoli sottocampi per la partenza dei cavidotti interrati per la connessione alla rete elettrica nazionale.

L'impianto sarà idoneamente dotato dei dovuti sistemi di allarme e videosorveglianza. Saranno realizzati una rete di cavidotti interrati interni al campo fotovoltaico per la distribuzione della corrente continua e per la distribuzione della corrente alternata in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari. È prevista la costituzione di una fascia arborea-arbustiva perimetrale di 5 metri con la finalità di mitigazione e schermatura paesaggistica.

Gli impianti saranno collegati in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Genzano – Melfi".

I cavidotti saranno esclusivamente interrati, compatibilmente con le caratteristiche tecniche dell'impianto stesso (punto 7.6 della PAS CEI 82-93), sulla viabilità di collegamento tra le varie cabine elettriche e perimetralmente in corrispondenza della recinzione.

La presente relazione tecnica descrive la caratterizzazione geotecnica e sismica dei siti in oggetto in uno con le verifiche preliminari geotecniche relative alle fondazioni dei Tracker e alle strutture di servizio dell'impianto fotovoltaico (cabine per la conversione DC/AC ed elevazione, cabine storage, cabine ad uso locale tecnico, cabine locale O&M, cabine di raccolta, cabina di sezionamento), sulla base dei dati forniti allo scrivente dalla società committente. Le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni sono state desunte dallo studio geologico redatto dai Geologi Lettieri Mattia e Viggiano Antonio allegato al presente progetto.

2. Normativa di riferimento

La normativa a cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e verifica sono le “Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. 17/01/2018, oltre alle seguenti normative:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971 “Norme per la disciplina delle opere in c.a. normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Eurocodice 2 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”.
- Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio”.
- Eurocodice 4 “Progettazione delle strutture composte acciaio - calcestruzzo”.
- Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica”.
- Eurocodice 8 “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”.
- D.M. 14.01.2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero Infrastrutture e dei Trasporti “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”.
- D.M. 17.01.2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.
- Linee Guida ed Istruzioni Tecniche del Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR-DT 207 R1/2018

3. Inquadramento territoriale e cartografico

Il territorio del Comune di Montemilone (PZ) è compreso tra l'altopiano delle Murge a est, la depressione bradanica (Forra di Venosa) a sud, e il Tavoliere delle Puglie a nord.

Nella cartografia prodotta dall'I.G.M. in scala 1:25.000, Serie 25DB, il territorio esaminato ricade nei Fogli "435-II Montemilone" (Campi n°1, 2, 3, 4 e 5) e "452-I Palazzo San Gervasio" (Campi n°6 e 7 e opere di rete) (Fig. 1).

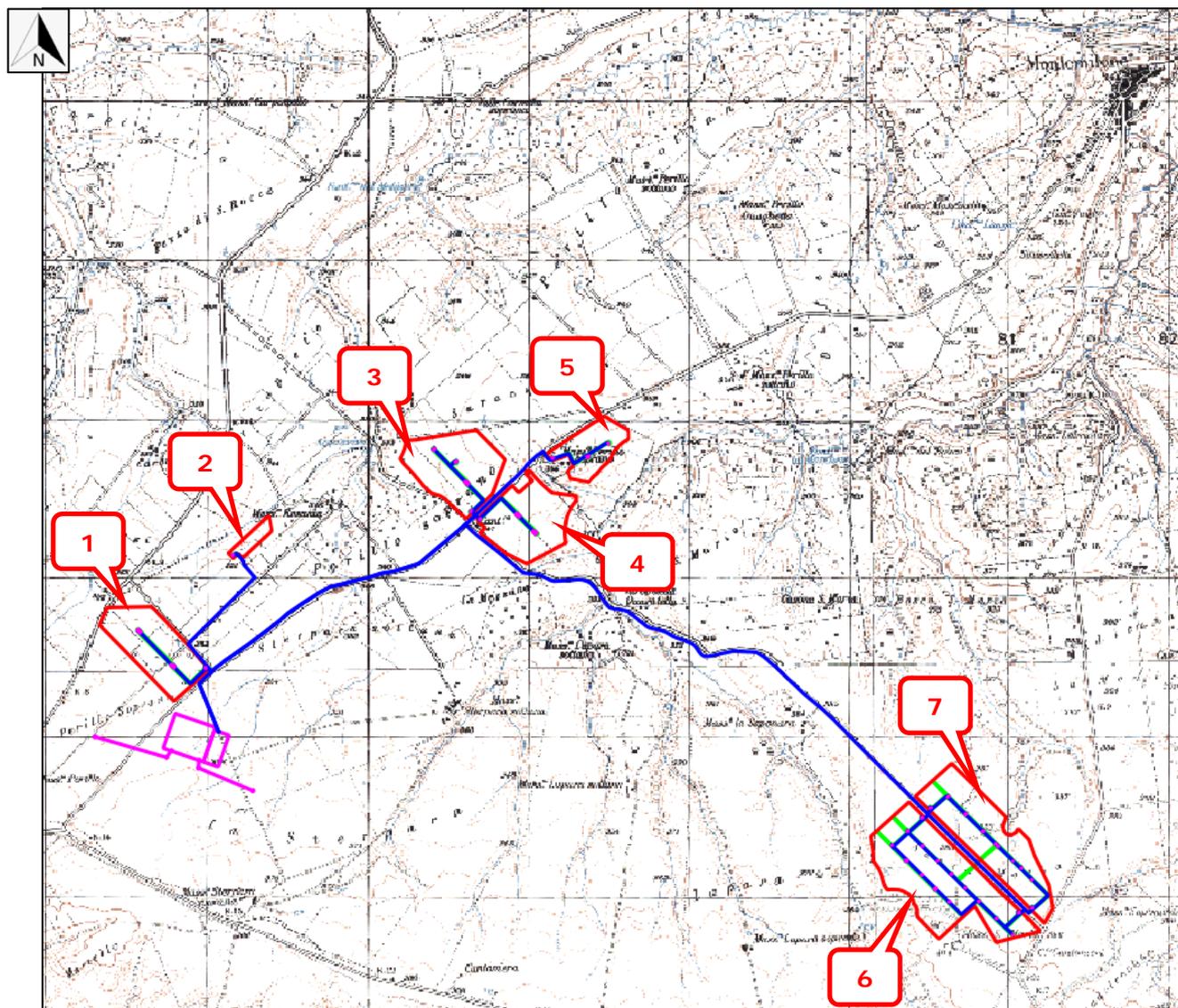
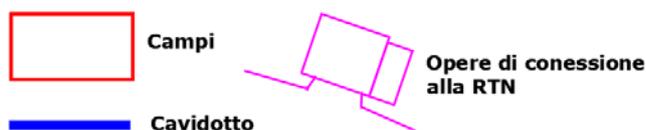


Fig. 1 - Stralcio cartografico dell'I.G.M. Serie 25DB – Fogli "435-II Montemilone" e "452-I Palazzo San Gervasio"

Legenda



Le aree di studio sono ubicate nelle località di Perillo Soprano, La Sterpara e Santa Maria nella zona pianeggiante che si sviluppa a sud-ovest dell'abitato di Montemilone (Fig. 2).

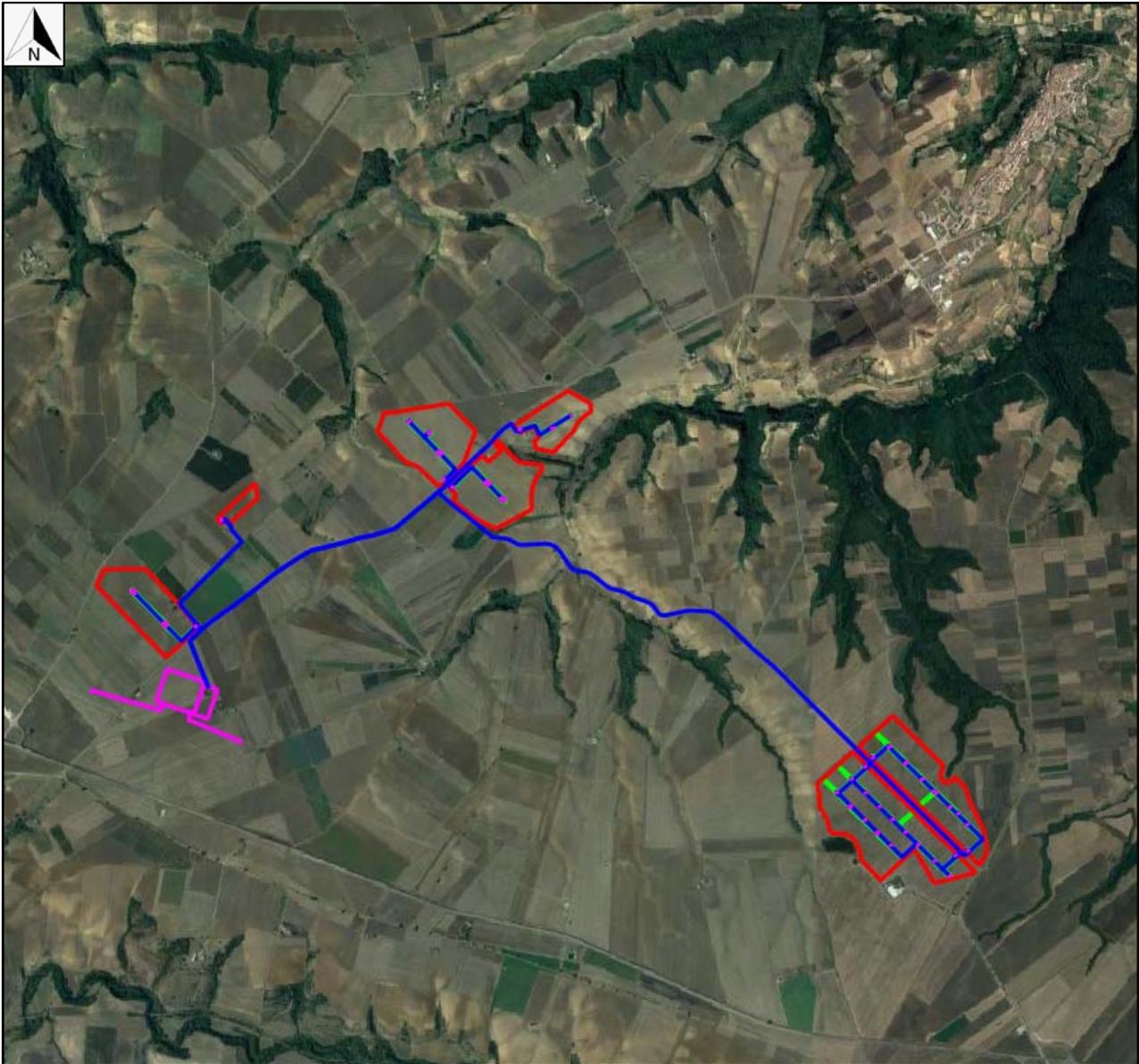
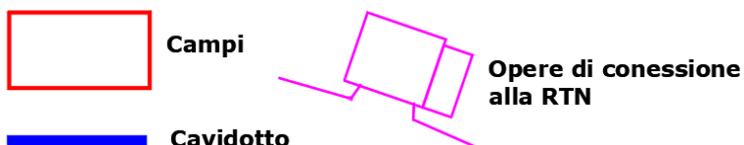
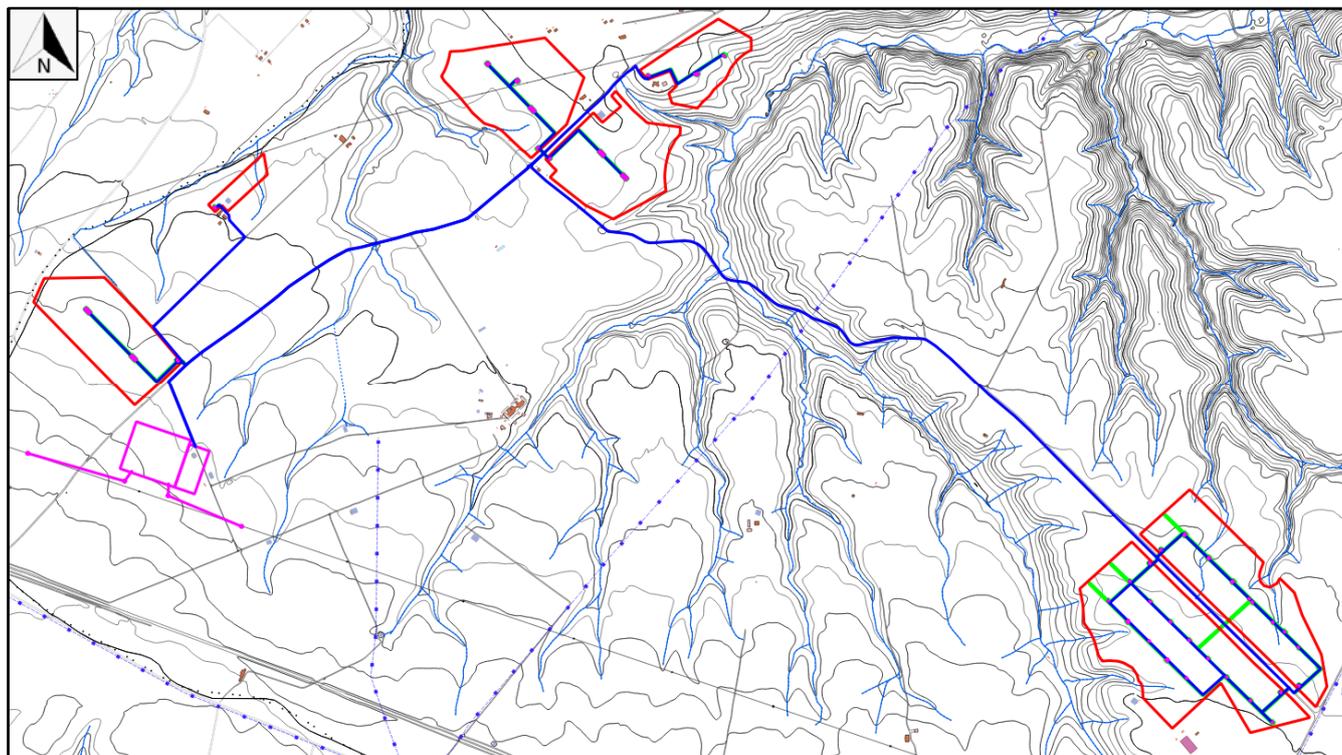


Fig. 2 - Ortofoto tratta da Google Satellite con ubicazione delle aree interessate dall'impianto agrivoltaico

Legenda



Nell'ambito della Carta Tecnica della Regione Basilicata, in scala 1:5.000, la zona di studio è compresa nei fogli contraddistinti con gli Elementi n°435163 "Masseria Perillo Sottano" e n°452041 "Masseria Ginestrelli" (Fig. 3).



*Fig. 3 – Aerofotogrammetria CTR con ubicazione delle aree interessate dall'impianto agrivoltaico
Elementi n°435163 "Masseria Perillo Sottano" e n°452041 "Masseria Ginestrelli"*

L'impianto agrivoltaico di progetto è identificato catastalmente alle seguenti particelle del Comune di Montemilone:

Montemilone 1 CP: 202300145

Foglio 26 – Particelle 10, 12, 13, 249, 250;

Foglio 34 – Particelle 190, 191, 119, 194;

Foglio 32 – Particelle 253, 49, 66.

Montemilone 2 CP: 202300146

Foglio 26 – Particelle 264, 15, 266, 265, 242;

Foglio 32 – Particelle 2, 153, 154, 141, 3, 72, 253, 49, 66.

Opere di rete

Foglio 32 – Particelle 253, 49, 66, 58, 50, 105, 67, 51, 48, 66.

Il progetto suddiviso tra i diversi campi può essere identificato alle seguenti coordinate geografiche:

Montemilone 1 CP: 202300145 Campo n.5:	41.012983° - 15.931400°
Montemilone 1 CP: 202300145 Campo n.6:	40.988740° - 15.957514°
Montemilone 1 CP: 202300145 Campo n.7:	40.990814° - 15.960190°
Montemilone 2 CP: 202300146 Campo n.1:	41.001583° - 15.899472°
Montemilone 2 CP: 202300146 Campo n.2	41.007885° - 15.906036°
Montemilone 2 CP: 202300146 Campo n.3:	41.011612° - 15.921727°
Montemilone 2 CP: 202300146 Campo n.4:	41.008924° - 15.926752°
Opere di connessione alla RTN:	40.996404° - 15.902101°

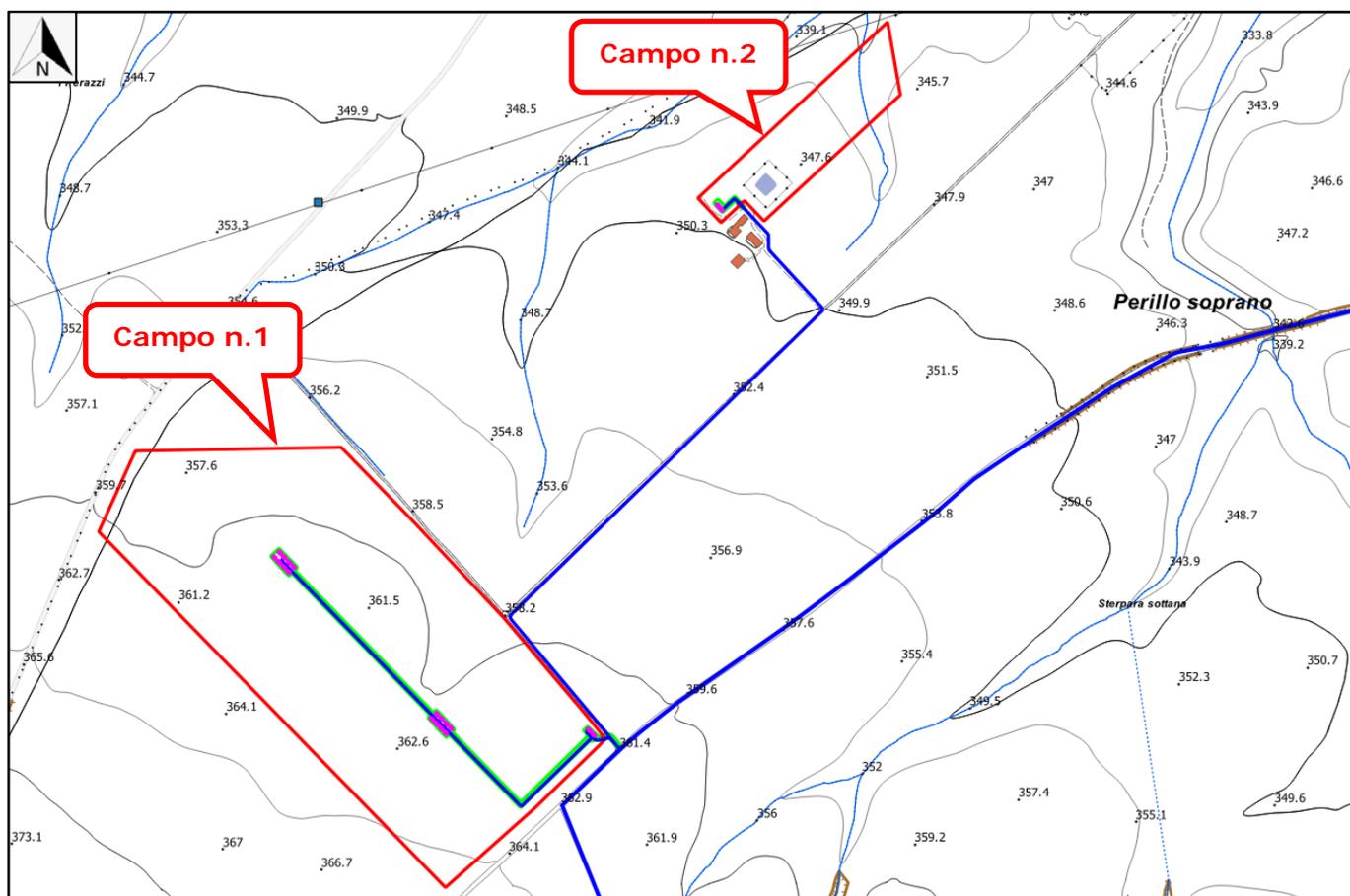


Fig. 4 – Stralcio aerofotogrammetrico CTR con ubicazione dei Campo n.1 e Campo n.2

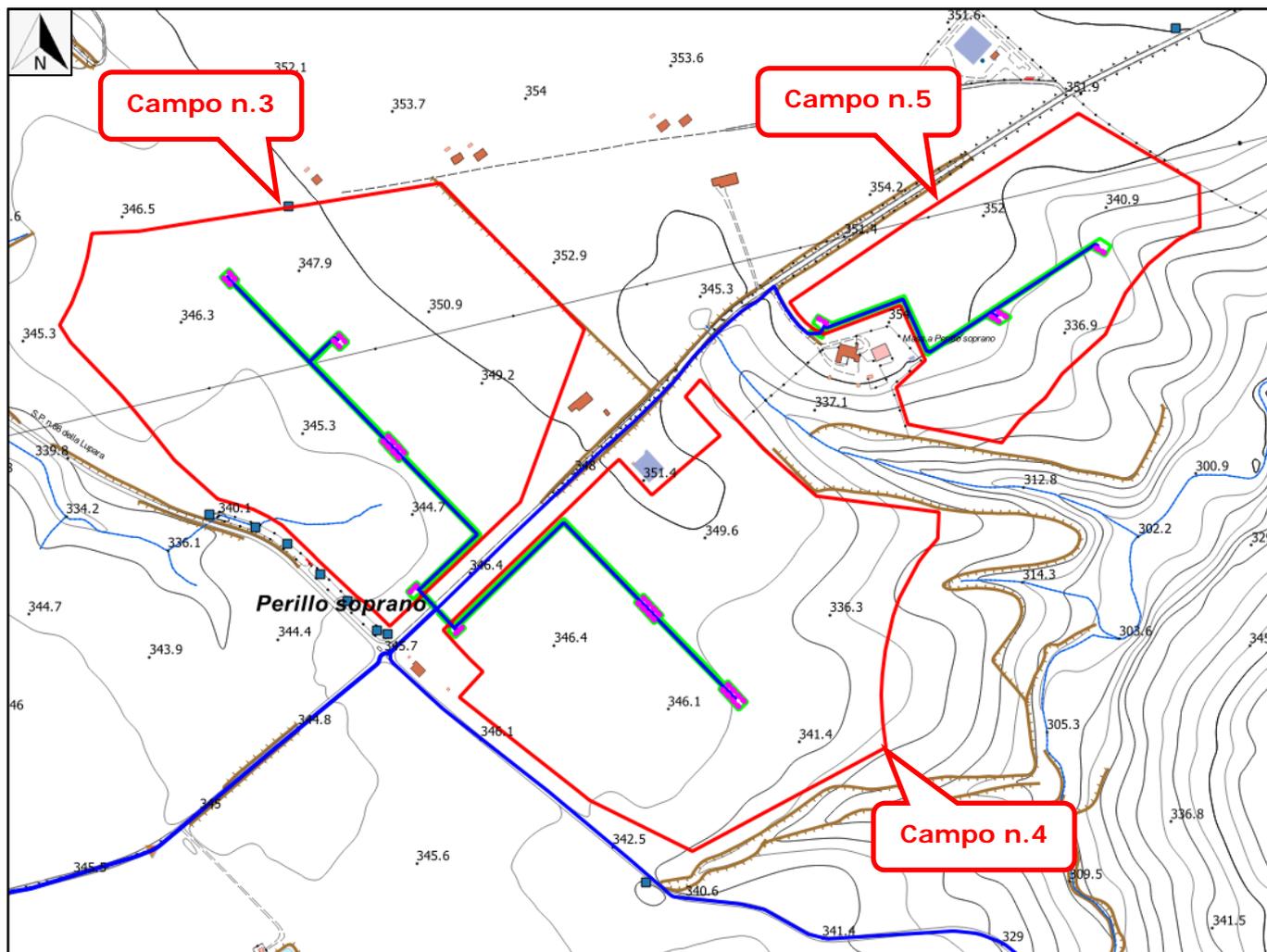


Fig. 5 – Stralcio aerofotogrammetrico CTR con ubicazione dei Campo n.3, Campo n.4 e Campo n.5

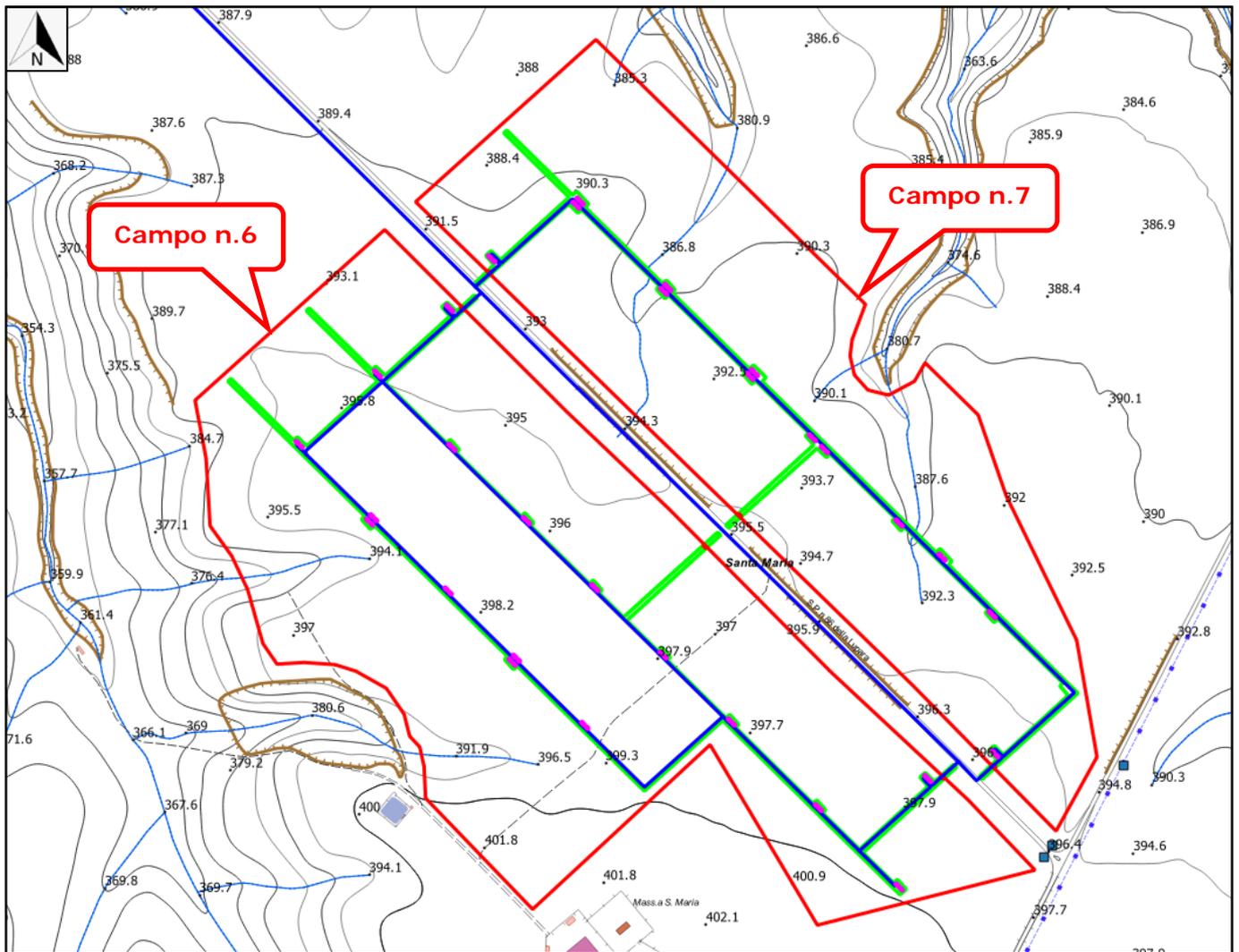


Fig. 6 – Stralcio aerofotogrammetrico CTR con ubicazione dei Campo n.6 e Campo n.7

Su ampia scala si osserva che il territorio esaminato è caratterizzato da un vasto altopiano che si sviluppa tra le quote di 350 e 450 m s.l.m., debolmente inclinato verso nord-ovest e inciso da numerose piccole incisioni fluviali, con deflusso stagionale, che formano una rete idrografica di tipo dentritico tributaria in destra orografica del fiume Ofanto (Fig. 7).

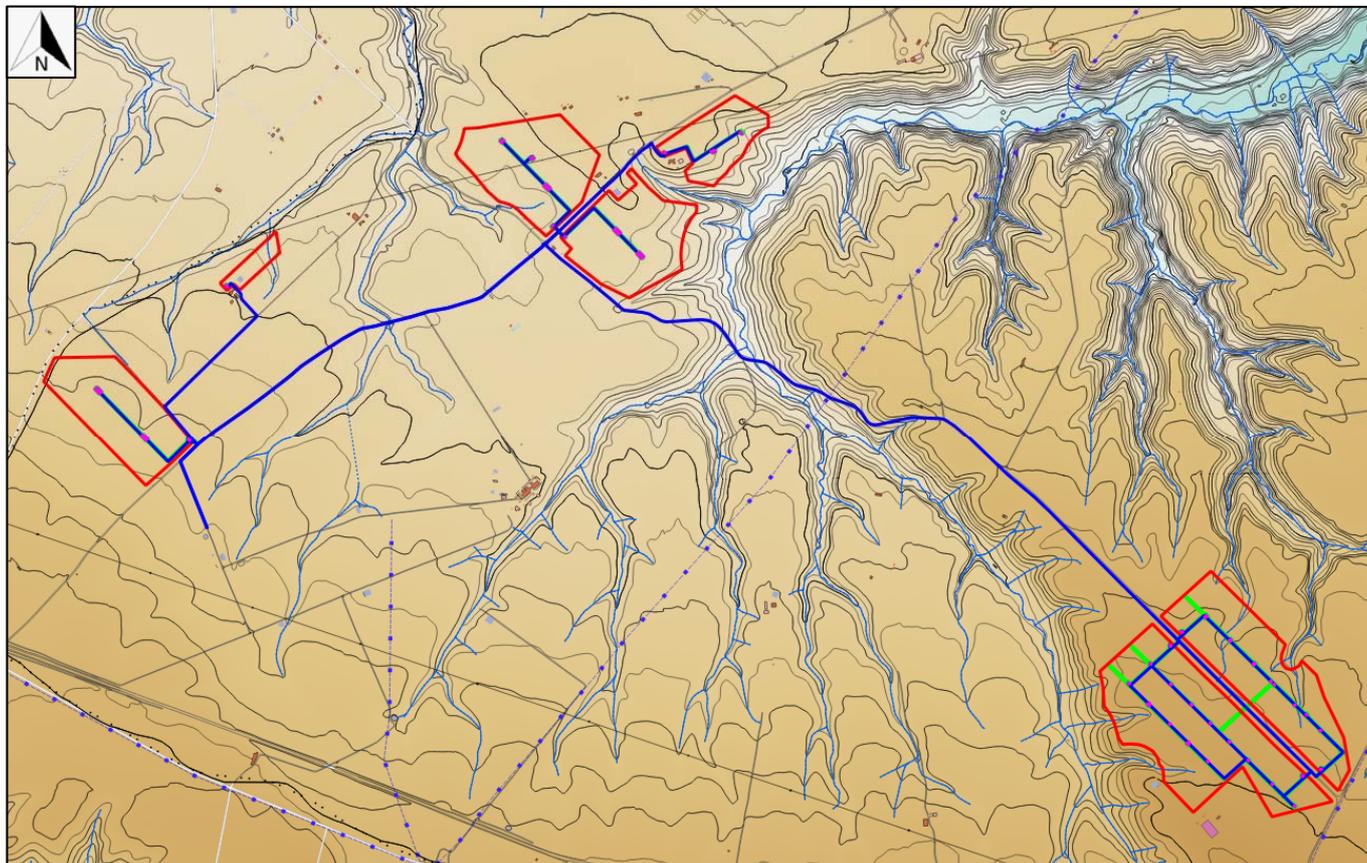


Fig. 7 – Carta del modello di elevazione digitale del terreno con ubicazione dell’impianto agrivoltaico

Legenda

	fino a 150 m s.l.m.		fino a 310 m s.l.m.
	fino a 170 m s.l.m.		fino a 330 m s.l.m.
	fino a 190 m s.l.m.		fino a 350 m s.l.m.
	fino a 210 m s.l.m.		fino a 370 m s.l.m.
	fino a 230 m s.l.m.		fino a 390 m s.l.m.
	fino a 250 m s.l.m.		fino a 410 m s.l.m.
	fino a 270 m s.l.m.		fino a 430 m s.l.m.
	fino a 290 m s.l.m.		fino a 450 m s.l.m.

La morfologia dell'area in esame è condizionata dall'assetto litostrutturale, ossia dai litotipi affioranti e dal loro assetto strutturale, ed è piuttosto ondulata e a diversa acclività esclusivamente in corrispondenza delle incisioni fluviali (Fig. 8), anche come conseguenza di variegati e diversificati aspetti geolitologici.

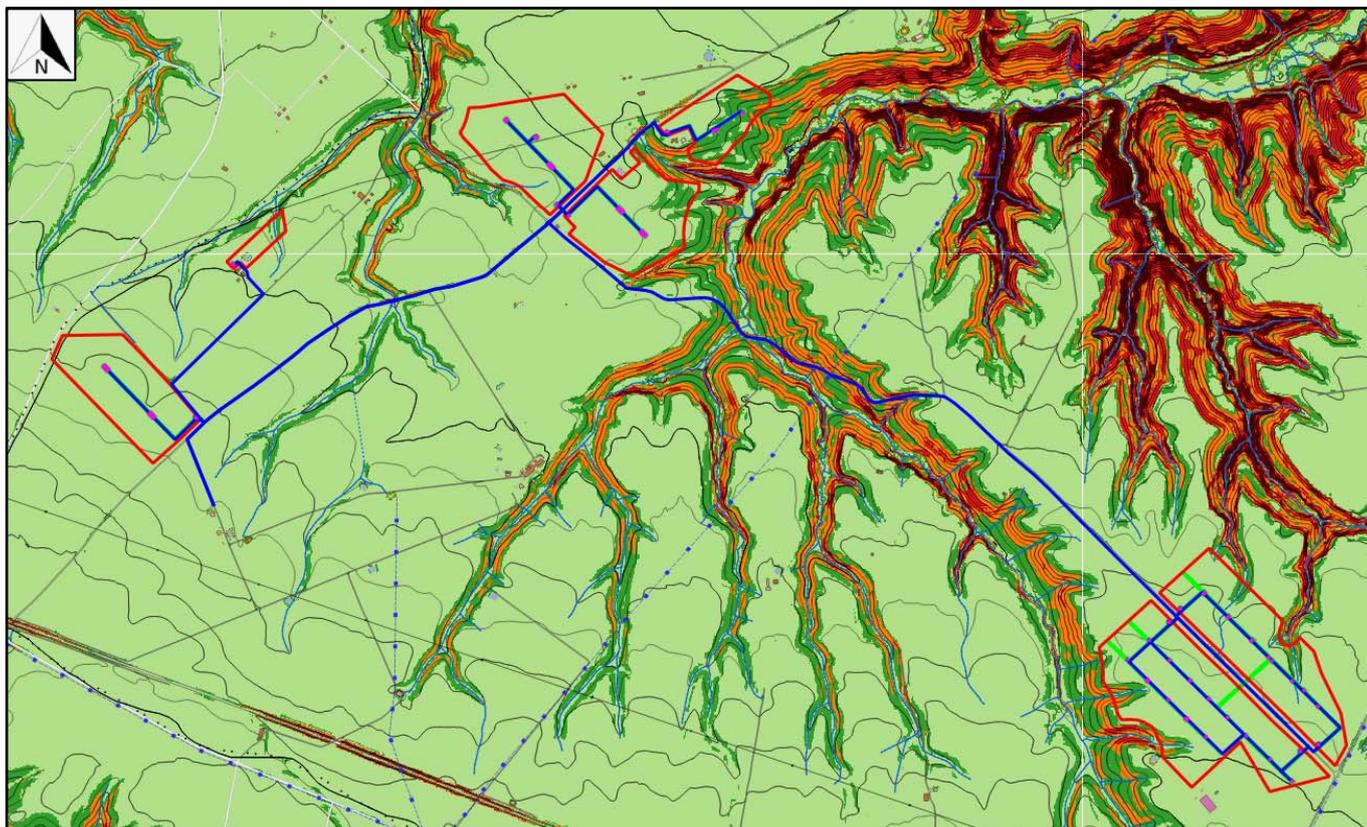
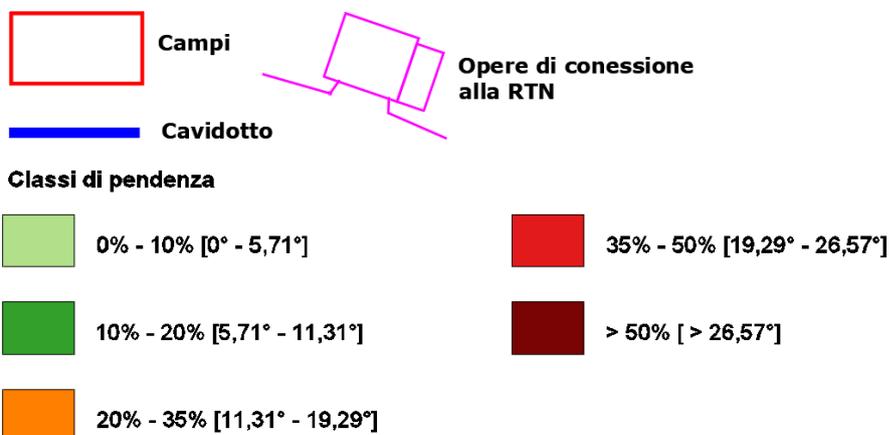


Fig. 8 – Carta clivometrica dell'area di studio con ubicazione dell'impianto agrivoltaico

Legenda



4. Inquadramento geologico regionale

La configurazione geologica odierna della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevolissime proporzioni, da Ovest verso Est, verso l'Avampaese Apulo, con complessiva contrazione spaziale. Dal punto di vista geologico, il territorio comunale di Montemilone (PZ) è situato nel settore nord-orientale della Basilicata. Fisiograficamente il territorio appartiene al dominio strutturale della Fossa bradanica, ossia il bacino di sedimentazione plio-pleistocenico della Catena appenninica meridionale compresa tra la Catena appenninica ad ovest e l'Avampaese apulo ad est (Migliorini, 1937; Selli, 1962).

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geografico e soprattutto geologico-strutturale, nell'ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell'Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico. I tre domini del sistema orogenico sono (Fig. 9):

- ✓ la Catena rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano;
- ✓ l'Avanfossa rappresentata dall'Avanfossa Adriatica;
- ✓ l'Avampaese rappresentata dalla regione Apulo-Garganica.

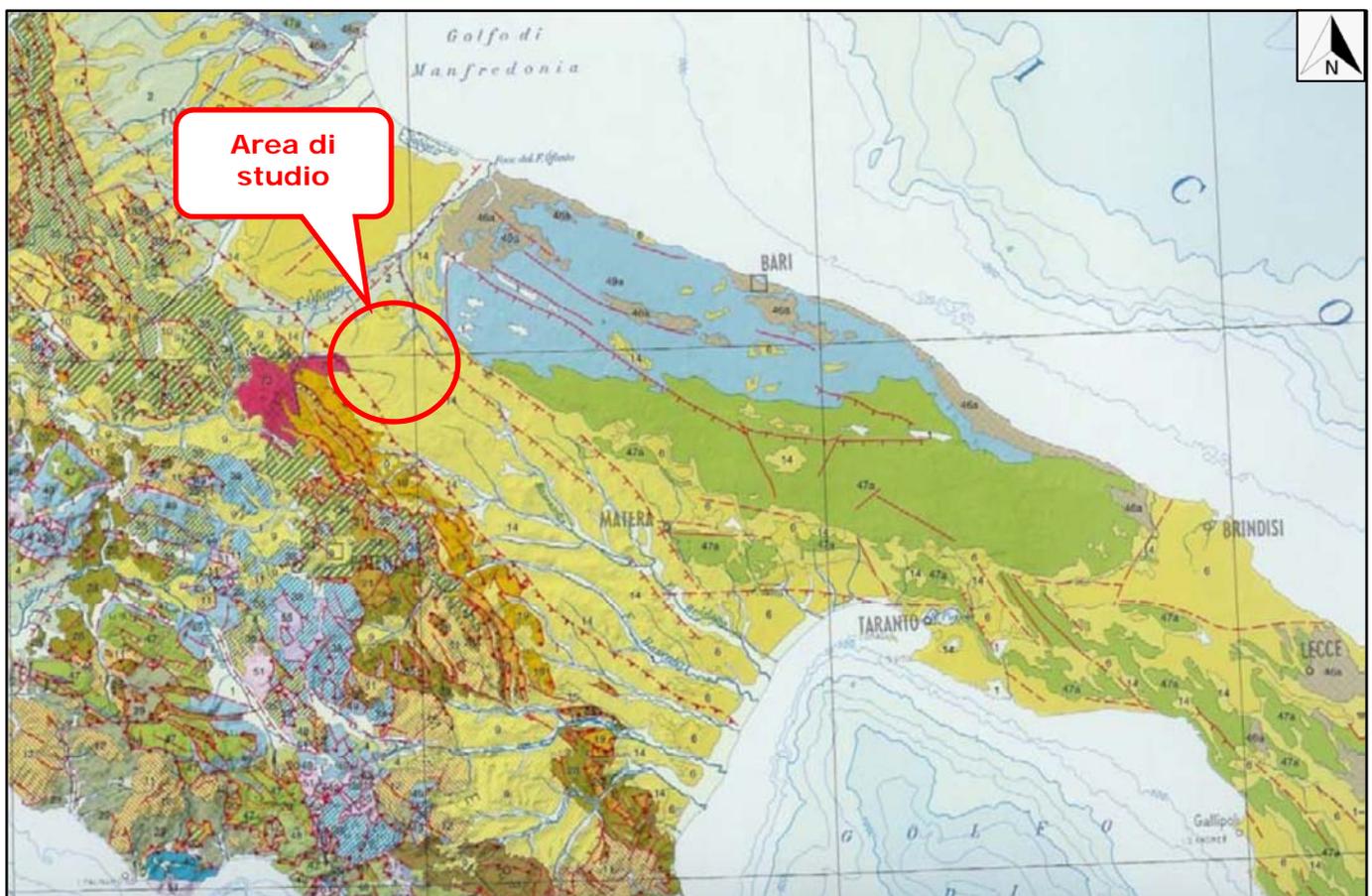


Fig. 9 – Schema geologico con ubicazione dell'area di studio

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica-pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.

I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, pur nella loro diversità, concordano nel definire che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di avanfossa.

Un ruolo fondamentale nella genesi appenninica viene riconosciuto alla placca Apula che durante l'orogenesi ha svolto il ruolo di avampaese.

L'Unità stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di Avampaese, risulta ribassata a sudovest da sistemi di faglia dirette, e risulta deformata al di sotto della catena. La Fossa bradanica si imposta su un substrato costituito dai calcari cretacei della piattaforma apula ribassati, verso SW, da un sistema di faglie ad andamento appenninico (Ciaranfi et al., 1979) e a partire dal Pliocene inferiore costituisce un'area bacinale a sedimentazione terrigena.

4.1 Origine sedimentaria e stratigrafia della Fossa bradanica

Il territorio preso in esame è caratterizzato dall'affioramento di una successione sedimentaria di età compresa tra il Pliocene superiore ed il Quaternario. Tali terreni, di natura silico-clastica, sono ascrivibili alla serie regressiva nota in letteratura con il nome di "*Ciclo Bradanico*" a cui si sovrappongono depositi continentali fluvio-lacustri e alluvionali.

Le avanfosse sono bacini che si formano a causa della subsidenza flessurale di una placca che subduce. Si tratta di un sistema dinamico definito da due margini con caratteristiche differenti: uno molto articolato ed attivo tettonicamente, costituito da un "alto" di aree deformate che rappresenta la catena; l'altro è, invece, caratterizzato da pochi o nessun effetto di tettonica sinsedimentaria, formato dalle aree di avampaese degradanti verso la catena stessa.

Il settore meridionale dell'avanfossa appenninica è detto **Fossa bradanica** (Auct.) e la sua età è fatta risalire al Pliocene Inferiore-Pleistocene (Balduzzi et al., 1982).

Tale fossa si è sviluppata tra la catena e la parte esposta del fessurato Avampaese Apulo subdotto dalle coltri appenniniche. È un bacino di forma allungata in direzione NO-SE ed è caratterizzato da uno spessore non elevato.

È possibile suddividerla in:

- a) un settore occidentale occupato da più sistemi di ricoprimento gravitativo separati da successioni meso-autoctone (formazione di Albidona, successioni marnoso-arenacee poggianti sulle coltri lagonegresi) e coperte da sequenze neo-autoctone (formazione di Gorgoglione);

b) un settore orientale colmato soltanto da terreni autoctoni.

Il margine occidentale della Fossa bradanica ha una fisiografia molto irregolare. Esso è costituito da sovrascorrimenti attivi che deformano unità, in prevalenza terziarie, già accavallatesi sui depositi di avanfossa infrapliocenici autoctoni; tale margine è caratterizzato da un'area interna ad alto gradiente in sollevamento (Pieri et al.,1996).

Le coperture sedimentarie Plio-Pleistoceniche che ricoprono la fossa possiedono uno spessore di 2-3 km (Tropeano et al.,2002)

Le unità litostratigrafiche che caratterizzano i bacini della Fossa bradanica s.s. sono state ampiamente descritti da Balduzzi et al. (1982), in seguito all'analisi di sezioni sismiche e dati di pozzo provenienti dall'esplorazione petrolifera di queste aree. Gli stessi autori distinguono questa parte meridionale dell'avanfossa appenninica in due bacini, separati da un alto strutturale detto "soglia di Lavello": il bacino lucano, a sud, e il bacino pugliese, a nord. L'area di interesse del presente lavoro è situata entro il bacino lucano.

Gli autori individuano un substrato pre-pliocenico che presenta età via via più vecchie spostandosi dal settore nord-occidentale a quello sud-orientale. I depositi del substrato sono rappresentati da calcareniti organogene a Briozoi del Miocene Medio, da calcari, marne rosse, basalti scuri, brecciole calcaree, calcari dolomitici dell'Eocene e da calcari e calcari dolomitici del Cretaceo Superiore. Infine, all'estremo lembo occidentale del bacino lucano, si trovano gessi del Miocene Superiore. Il Pliocene-Pleistocene sarebbe costituito da sequenze sabbiose ed argillose.

Andando dall'alto verso il basso le successioni litostratigrafiche sono così ripartite:

- argille e sabbie sommitali;
- intervallo sabbioso-argilloso intermedio;
- intervallo argilloso-marnoso di base;

Questa successione risulta sostanzialmente omogenea in senso longitudinale lungo l'asse del bacino, ad oriente delle coltri alloctone, mentre trasversalmente verso est appare quasi completamente costituita da livelli argillosi che sostituiscono lateralmente i corpi sabbiosi torbiditici. Verso ovest le potenti coltri gravitative interrompono la sedimentazione autoctona che viene così sostituita bruscamente da ammassi sedimentari di varia natura ed età (Balduzzi et al., 1982). Sempre Balduzzi et al. (1982) riconoscono l'età di messa in posto dell'alloctono nel sottosuolo lucano e l'entità del fenomeno. Il ricoprimento si sarebbe realizzato tra il Pliocene Inferiore ed il Pleistocene coinvolgendo anche la successione carbonatica mesozoica.

L'elevata attività del regime compressivo ha favorito l'avanzamento delle coltri alloctone al fronte della catena (Mostardini e Merlini, 1986). I rapporti geometrici tra coltri alloctone e coltri autoctone, osservati a SO, vedono le prime inserite nella successione argilloso-sabbiosa plio-pleistocenica.

Il bacino è sede di raccorciamento crostale causato dalla collisione continentale, che, oltre a provocare un graduale approfondimento dell'avanfossa, è stata causa della formazione di un sistema longitudinale di faglie inverse che borda il margine appenninico e che costituisce il raccordo fra la fascia di sollevamento della catena (rampa frontale) e quella di sprofondamento dell'avanfossa (Casnedi, 1988).

Un altro effetto legato alla collisione è il sistema trasversale di faglie in parte trascorrenti che individuano alti strutturali e depressioni bacinali, tra cui la separazione dei bacini lucano e pugliese ad opera della Sella di Lavello (Casnedi, 1988). Nel quadro evolutivo della Fossa bradanica, Tropeano et al. (2002) riconoscono due grandi fasi successive all'impostazione del bacino al margine della catena, a partire dal Pliocene fino al Quaternario: la fase di riempimento e quella di cannibalizzazione della fossa. In breve, queste due fasi evolutive rispecchiano la storia dell'avanfossa che, impostandosi sul margine subsidente occidentale dell'Avampese Apulo, ha visto la deposizione di sedimenti plio-pleistocenici sui carbonati di piattaforma.

Le litologie del riempimento, in gran parte sepolte, precedentemente descritte, in accordo con Balduzzi et al. (1982), rappresentano successioni attribuite principalmente ad apporti terrigeni che nel corso del tempo colmano la fossa da nord-ovest verso sud-est (Casnedi, 1988). Sono riconosciuti diversi stadi del riempimento caratterizzati dalle relative successioni: pre-torbiditica, torbiditica, post-torbiditica. La successione più profonda, nel bacino lucano, è quella pre-torbiditica, rappresentata dalle emipelagiti dell'intervallo argilloso-marnoso di base (Balduzzi et al., 1982; Casnedi, 1988; Tropeano et al., 2002) che secondo Casnedi et al. (1982) indicherebbe l'evento di massima subsidenza. L'evento intermedio caratterizzato dal riempimento da parte delle torbiditi s.s. e olistostromi (Casnedi et al., 1982), è quello più importante, in quanto lo spessore delle successioni è molto elevato, presenta una evoluzione da nord-ovest verso sud-est, si sviluppa soprattutto nel bacino lucano durante il Pleistocene Inferiore ed è rappresentato dall'intervallo sabbioso-argilloso sensu Balduzzi et al.

Il terzo evento, quello post-torbiditico, è rappresentato dalla deposizione delle emipelagiti (Balduzzi et al., 1982; Casnedi, 1988; Tropeano et al., 2002) che vede il colmamento generale delle depressioni e l'insorgere di fenomeni regressivi diffusi; la morfologia del fondo marino tende ad appiattirsi e la sedimentazione assume un andamento debolmente positivo, con depositi progressivamente più fini verso l'alto (Casnedi et al., 1982).

A causa del sollevamento regionale, che induce una regressione forzata, questi ultimi depositi si sviluppano nel Pleistocene Medio-Superiore (Tropeano et al., 2002), e le emipelagiti nella parte alta vengono sostituite da depositi sabbioso-conglomeratici di ambiente di transizione e/o alluvionale, che formano corpi progradanti in contatto transizionale o erosivo sui sedimenti sottostanti (Pieri et al., 1994), per cui sono denominati da Pieri et al. (1996) "regressive coastal deposits" (depositi costieri regressivi), conosciuti anche come "depositi marini terrazzati" (Vezzani, 1967; Boenzi et al., 1976; Bruckner, 1980; De Marco, 1990).

Attualmente l'evoluzione procede con la cannibalizzazione dei depositi descritti ad opera delle profonde incisioni fluviali che attraversano la successione della Fossa bradanica meridionale (Tropeano et al., 2002). I sedimenti erosi rappresentano la principale sorgente dell'attuale sistema deposizionale del Golfo di Taranto, nel Mar Ionio, che presenta una dinamica del tutto simile a quella già descritta per lo stadio di deposizione delle torbiditi (Casnedi et al., 1982; Senatore et al., 1988).

4.2 Contesto geodinamico

L'evoluzione geodinamica della Fossa bradanica, secondo Casnedi (1988), ha visto l'attivazione progressiva verso l'esterno di faglie inverse che mutano, nei fianchi interni, in sovrascorrimenti e scivolamenti gravitativi. La migrazione e la progradazione dei terreni alloctoni hanno concorso allo spostamento di quelli torbiditici, verso l'esterno. Le depressioni più interne vengono colmate, strutturate da faglie longitudinali e quindi molto allungate in senso NO-SE.

Questo riempimento avviene dapprima per sedimentazione della frazione grossolana delle correnti di torbidità, mentre la frazione fine tracima dalle depressioni con depositi di over-bank, sui fianchi esterni. Alla sedimentazione segue la traslazione tettonica, dovuta al raccorciamento crostale: attualmente gli assi di massimo spessore dei sedimenti nelle singole epoche si trovano infatti considerevolmente traslati verso NE rispetto agli originali assi depocentrali

Nel frattempo le depressioni più profonde migrano longitudinalmente verso SE. Infatti, essendo la fossa il risultato del movimento di subduzione della Placca Apula sotto l'Appennino e poiché i margini convergenti sono obliqui, ad angolo aperto a SE, la collisione e la chiusura avvengono dapprima nei settori NO e successivamente in quelli a SE.

Ne consegue che tuttora la fossa è attiva con sedimentazione attuale nel Golfo di Taranto, in cui è localizzata la Valle di Taranto che costituisce il depocentro attuale (Senatore et al., 1988). Il comportamento dell'Avampaese Apulo, ad E della Fossa bradanica, è strettamente legato alla penetrazione dello slab verso ovest. Questo meccanismo genera il prisma di accezione che presenta una geometria a ventaglio embriciato frontale e vede anche la migrazione verso E della cerniera di subduzione (Doglioni et al., 1994; 1996).

In questo contesto, il prisma si presenta strutturalmente e morfologicamente basso, quindi poco sviluppato nell'area della Fossa bradanica, ma al suo margine occidentale, occupato da più sistemi di ricoprimento gravitativi separati da successioni meso-autoctone resta molto attivo con una geometria out-of-sequence, come documentato dalle deformazioni che interessano i depositi pleistocenici (Loiacono e Sabato, 1987).

L'attività fin qui descritta è quindi concausa del sollevamento, di questa regione iniziato nel Pleistocene Medio-Superiore, che coinvolge contemporaneamente l'avanfossa e l'avampaese, che risulta deformato per buckling (Dai Pra e Hearty, 1988; Doglioni et al., 1994; 1996; Mastronuzzi e Sansò, 2002; Belluomini et al., 2002).

La deformazione per buckling è una conseguenza della bassa penetrazione dello slab, dovuta al raggiungimento da parte della spessa litosfera continentale della zona di subduzione e dall'opposizione al flusso relativo del mantello (verso est) della parte subdotta (immergente verso ovest), che causa l'arretramento verso est della cerniera di subduzione (Doglioni, 1991; Doglioni et al., 1994) (Fig. 14).

Doglioni et al. (1994) riconoscono un inarcamento detto Puglia bulge, che vede l'insorgere di forme di distensione nella zona di cerniera. Ciaranfi et al. (1988) e Ricchetti et al. (1988) riportano la presenza di faglie dirette, con andamento NO-SE nella zona di avampaese e nel settore più orientale della Fossa bradanica, nel punto in cui la copertura sedimentaria è meno spessa. Ricchetti et al. (1988) individuano, inoltre, un movimento di sollevamento a carattere regionale, con ripetute interferenze con le oscillazioni glacioeustatiche del livello marino, ipotizzando una relazione tra sollevamento con effetti di ritorno elastico della piattaforma Apula, determinati dall'attenuarsi delle spinte orizzontali della Catena appenninica, nonché da processi di aggiustamento isostatico.

Il meccanismo di rallentamento della subduzione della placca Adriatica è comunque confinato al settore di nostro interesse. Infatti, il movimento è più lento nella parte occidentale della Puglia che nei segmenti del fronte appenninico settentrionale, nell'Adriatico centrale, e nelle porzioni meridionali, localizzate nel Mar Ionio. In questo settore, infatti, si osservano tassi di subduzione più elevati (Doglioni et al., 1994).

5. Geologia, geomorfologia ed idrogeologia generale dell'area di studio

Dal punto di vista geologico generale l'area di studio che sarà interessata dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico nella Carta Geologica d'Italia in scala 1/100.000 rientra in parte nel margine sud-orientale del Foglio n°175 "Cerignola" (Campi n°1, 2, 3, 4 e 5), in parte nel margine nord-occidentale del Foglio n°188 "Gravina di Puglia" (Campi n°6 e 7), mentre le opere di connessione alla RTN sono comprese nel Foglio n°187 "Melfi" (Fig. 10).

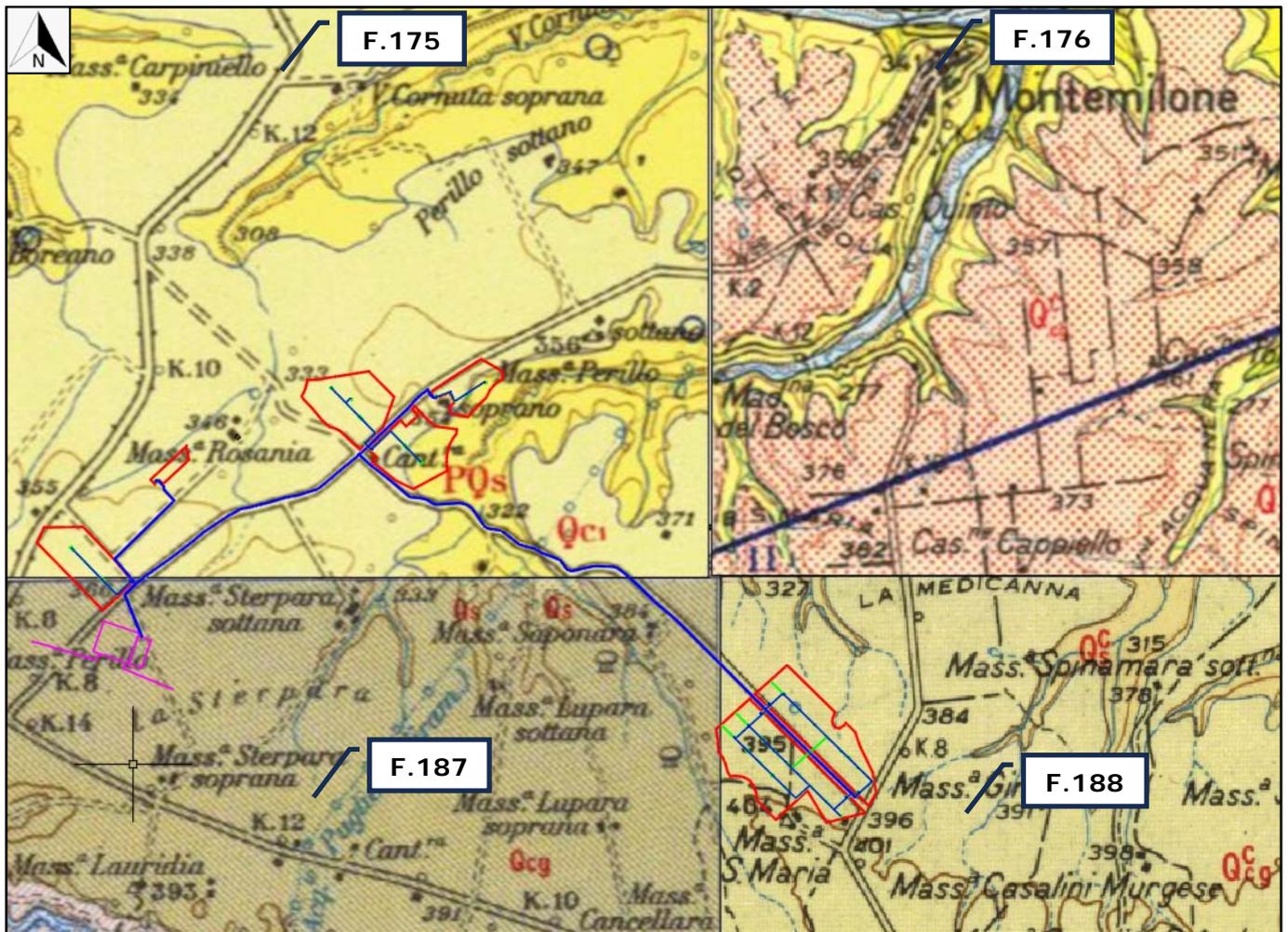
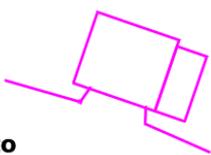


Fig. 10 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 con ubicazione dell'impianto agrivoltaico

Legenda

-  Campi
-  Opere di connessione alla RTN
-  Cavidotto

Legenda della carta geologica d'Italia in scala 1:100.000

Foglio 175 "Cerignola"

(Qc1) - Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie ed arenarie (Pleistocene).

Questa formazione interessa i Campi n°1, 2, 3 e porzione dei Campi n°4 e 5.

(PQs) - Sabbie e sabbie argillose a volte con livelli arenacei di colore giallastro; lenti ciottolose localmente fossilifere. Questa formazione interessa porzione dei Campi n°4 e 5.

Foglio 188 "Gravina di Puglia"

(Qccg) - Conglomerato di chiusura del ciclo sedimentario plio-pleistocenico, poligenico, con ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni, in prevalenza alla base, di lenti sabbiose ed argillose (Siciliano (?) - Calabriano). Questa formazione interessa i Campi n°6 e 7.

Foglio 187 "Melfi"

(Qcg) - Conglomerati, anche ferritizzati, per lo più incoerenti o debolmente cementati, ad elementi poligenici del Flysch; lenti sabbiose; talora, resti di macrofossili (Calabriano). Questa formazione interessa le opere di connessine alla RTN.

5.1 Successione stratigrafica dell'area esaminata

Secondo i lavori di rilevamento per la redazione della nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (ISPRA) le unità di avanfossa pleistocenica sono state suddivise nel seguente modo:

- ✓ **Argille subappennine ASP** (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore): argille marnose e argille siltose abbastanza compatte, di colore grigio azzurro a cui, soprattutto nella parte alta della formazione si intercalano livelli sabbiosi con spessori variabili dal centimetro al metro. Lo spessore è estremamente variabile: al centro della fossa si aggira su qualche centinaio di metri, in prossimità delle Murge si riduce fino ad annullarsi. Dal punto di vista strutturale costituiscono una monoclinale immergente a sud-est con inclinazione di $6^{\circ}/10^{\circ}$.
- ✓ **Formazione di Monte San Marco SBC** (Pleistocene inferiore): sabbie quarzoso-calcaree, giallastre, incoerenti, a luoghi cementate, con intercalazioni di lenti conglomeratiche. Lo spessore di quest'unità è variabile e può raggiungere i 100 m nel settore depocentrale della fossa e ridursi notevolmente verso i bordi.
- ✓ **Sintema di Palazzo San Gervasio GVS** (Pleistocene inferiore-medio): deposito ghiaioso-conglomeratico, stratificato con lenti sabbiose e lenti argillose. Lo spessore di questa unità è variabile da circa 35 m fino a pochi metri in prossimità del bordo murgiano. In alcune aree presentano passaggi eteropici a sabbie fini quarzoso micacee che in alcuni casi presentano una colorazione rossastra e spessore che varia da pochi decimetri ad una quindicina di metri. Possono corrispondere alle *Sabbie dello Staturo* secondo quanto riportato nella letteratura classica dei Fogli geologici in scala al 100.000.

In erosione sui depositi del ciclo bradanico si rinvengono una serie di depositi di età variabile dal Pleistocene superiore (?) all'attuale. Tali depositi sono stati raggruppati nel cosiddetto supersintema di **Monte Vulture MV** che comprende diversi sintemi e subsintemi costituiti prevalentemente da depositi conglomeratico-sabbiosi di colore rosso ad elementi vulcanici massivi e a stratificazione obliqua concava. Il limite inferiore è in genere rappresentato da una superficie erosiva. Questi costituiscono il cosiddetto Bacino di Venosa e del Fiume Ofanto.

All'interno dei corsi d'acqua si rinvengono **Depositi alluvionali (bb)** riferibili al Pleistocene superiore-Olocene ed **Alluvioni attuali (ba)** (Olocene). Entrambi sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbioso-limosi sospesi rispetto all'alveo attuale, non più inondabili e attualmente in erosione i primi, ed in evoluzione in alveo i secondi.

5.2 Geologia di dettaglio dell'area interessata dall'impianto agrivoltaico

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, si evince come la geologia dell'area investigata si presenta relativamente semplice sia da un punto di vista litostratigrafico sia per i caratteri geostrutturali delle formazioni affioranti.

La zona studiata mostra in affioramento terreni appartenenti al ciclo regressivo della Fossa bradanica e post regressivo sensu Lazzari & Pieri (2002). Il rilevamento geologico di superficie è stato esteso a gran parte delle superfici limitrofe a quelle di interesse ed ha permesso di riconoscere e cartografare (Elab. C13.4) le unità geologiche di seguito descritte a partire dalle più recenti alle più antiche.

UNITÀ UBIQUITARIE COMPLETAMENTE FORMATE

Depositi alluvionali recenti, sabbiosi e ciottolosi (terrazzi bassi del F. Ofanto e dei suoli affluenti); depositi alluvionali terrosi e ciottolosi nei solchi erosivi. Età: Olocene - Pleistocene.

SUPERSINTEMA DI MONTE VULTURE

Sintema di Barile: comprende la maggior parte dei prodotti vulcanici emessi dal M. Vulture. Nelle aree prossimali è suddiviso in quattro subsintemi mentre nel distale, dove prevalgono depositi piroclastici, è indifferenziato. La parte indifferenziata è costituita prevalentemente da sabbie conglomeratiche con stratificazione piano-parallela e incrociata concava (depositi alluvionali), con intercalazioni di strati vulcanici primari da caduta costituiti da lapilli e ceneri. Età: Pleistocene Medio.

UNITÀ PLEISTOCENICHE DELL'AVANFOSSA BRADANICA

Sintema di Palazzo San Gervasio: conglomerati clasto - e matrice sostenuti, massivi e con stratificazione obliqua e incrociata concava, con a luoghi lenti sabbioso-siltose a laminazione incrociata e piano-parallela, e livelli argilloso-siltosi ricchi di resti di piante (facies alluvionale di tipo braided). Limite inferiore marcatamente erosivo. Spessore massimo affiorante di circa 35 m. Età: Pleistocene Inferiore p.p.

Formazione di Monte San Marco: sabbie da medie a grossolane di colore giallo ocra, a stratificazione incrociata e piano-parallela, con resti di bivalvi, briozoi ed echinidi, e con intercalazioni verso l'alto di lenti di ghiaia (facies di spiaggia e deltizie). Spessore di circa 100 m. Età: Pleistocene Inferiore p.p..

Le aree di studio sono ubicate nelle località di Perillo Soprano, La Sterpara e Santa Maria sulla sommità della morfostruttura ubicata a sud-ovest dell'abitato di Montemilone la quale, originata dalla regressione marina plio-pleistocenica e dai depositi da essa derivanti, risulta costituita dalla seguente successione litologica, dall'alto al baso stratigrafico:

- Terreno agrario e coltre detritica
- Sintema di Palazzo San Gervasio
- Formazione di Monte San Marco

Terreno agrario e coltre detritica

In corrispondenza delle aree investigate, tali materiali sono rappresentati esclusivamente da terreno agrario e argilla limoso-sabbiosa misti a ciottololame alterato e arrotondato i cui elementi sono di dimensioni variabili e possono arrivare anche ai 10,0 cm. L'area di affioramento è diffusa su tutta la superficie e gli spessori sono ovunque modesti, in genere mediamente circa 3,00 metri. Le caratteristiche morfologiche dell'area, infatti, generalmente pianeggianti o in lieve pendenza, ne hanno impedito la sedimentazione e l'accumulo in spessori maggiori, fenomeno che si verifica in modo preferenziale nelle depressioni o nei fondovalle. Tale circostanza ha reso superflua la rappresentazione cartografica di tali materiali, non essendo di particolare interesse dal punto di vista geotecnico.

Sistema di Palazzo San Gervasio

Sono presenti estesamente in corrispondenza dell'area in esame e, nell'ambito dei limiti delle aree che saranno interessate dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, costituiscono quasi esclusivamente il litotipo affiorante, ad eccezione di due piccole zone in corrispondenza dei Campi n°4 e 5, dove affiora anche la Formazione di Monte San Marco.

Questo Sintema è caratterizzato da di un conglomerato di natura poligenica, i cui elementi, di dimensioni variabili intorno ai 10,0 cm, sono prevalentemente calcareo-arenacei in scarsa matrice sabbiosa ed a cemento calcareo.

Presentano un elevato grado di cementazione ed affiorano in grossi strati e/o bancate massicce. La parte sommitale del litosoma conglomeratico è spesso sovrastata da una fascia di transizione, in cui prevale la frazione sabbiosa rispetto a quella ghiaiosa, il cui aspetto è reso tipico da frequenti inclusioni di calcare evaporitico di colore biancastro ed aspetto polverulento, depositatesi probabilmente per risalita capillare di acque ricche di carbonati.

I dati acquisiti hanno consentito di rilevare la variabilità dello spessore, dovuta probabilmente a causa delle eteropie laterali di facies con le sottostanti sabbie: esso varia da un minimo di 5 m ad un massimo di oltre 20,0 m, è risultato evidente, inoltre, come al loro interno siano presenti talvolta intercalazioni sabbiose di spessore molto variabile da un minimo di pochi dm, fino a lenti di qualche metro.

Formazione di San Marco

Questa formazione geologica è costituita da sabbie colore giallo-ocra a composizione granulometrica medio-fine, di natura quarzoso calcarea; il passaggio fra conglomerati e sabbie avviene con frequenti eteropie laterali e con intercalate litofacies intermedie ed è spesso obliterato da modeste quantità di materiale detritico ed eluvio-colluviale.

A luoghi evidenziano laminazione piano-parallela alternata a sottili strati a laminazione incrociata; presentano frequenti intercalazioni di sottili livelli di arenarie mediamente cementate alternati a livelli limosi e limoso-sabbiosi.

5.3 Geomorfologia e stabilità generale dell'area di studio

L'area di studio si colloca nel contesto morfologico-strutturale della Fossa bradanica che è un'area in gran parte occupata da terreni argillosi e sabbioso-conglomeratici che costituiscono un paesaggio dalla morfologia collinare caratterizzato da rilievi, spesso isolati, e versanti di tipo tabulare a sommità pianeggiante.

La sommità degli altopiani è caratterizzata dalla presenza di sedimenti conglomeratici, sabbiosi e arenacei, come testimonianza dell'ultima azione di un mare in fase di colmamento. Tali depositi, in quest'area, sono incisi da un importante corso d'acqua, il fiume Ofanto, e da una serie di affluenti ed una rete idrografica secondaria normalmente attiva solo nella stagione piovosa. In quest'area, il sollevamento quaternario ed il conseguente approfondimento dei corsi d'acqua, a partire dalle colline sabbioso-conglomeratiche, è stato graduale ed è testimoniato dalla presenza di lembi di terrazzi alluvionali disposti a varie quote sui fianchi delle principali valli.

I terreni che affiorano nell'area di studio, in relazione alle diverse caratteristiche litologiche e meccaniche possedute, hanno subito processi di erosione differenziata in condizioni paleoclimatiche diverse, determinando l'attuale aspetto morfologico del sito: esso si identifica con superfici per lo più pianeggianti condizionate dalla litologia degli affioramenti, più acclivi i versanti nei depositi sabbioso-conglomeratici in corrispondenza delle incisioni fluviali.

Le superfici topografiche che saranno interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico presentano generalmente un andamento orizzontale o caratterizzato da deboli pendenze nella fascia perimetrale orientale dei Campi n°4 e n°5; tali superfici, comunque, si trovano ad una distanza di sicurezza dalle aree caratterizzate da pendenze più marcate.

L'area di studio è ubicata su superfici pianeggianti le cui quote si aggirano tra i 350 e i 450 m s.l.m. e non sono interessate da particolari elementi morfologici. L'organizzazione planimetrica della rete idrografica è di tipo dendritico ovvero con ramificazioni ad andamento arborescente dei segmenti fluviali di ordine via via inferiore (Fig. 11).

Le aree di studio, in ogni caso, non presentano fenomeni gravitativi in atto o potenziali superficiali e profondi per tutta la loro estensione e, tanto meno, non sono interessate da fenomeni legati all'erosione fluviale. Per tali motivi, dunque, i siti che saranno interessati dalle opere di

progetto sono da ritenersi stabili, come risulta anche dall'analisi della Carta della Pericolosità Geomorfologica del PAI dell'ex Autorità di bacino interregionale Puglia.

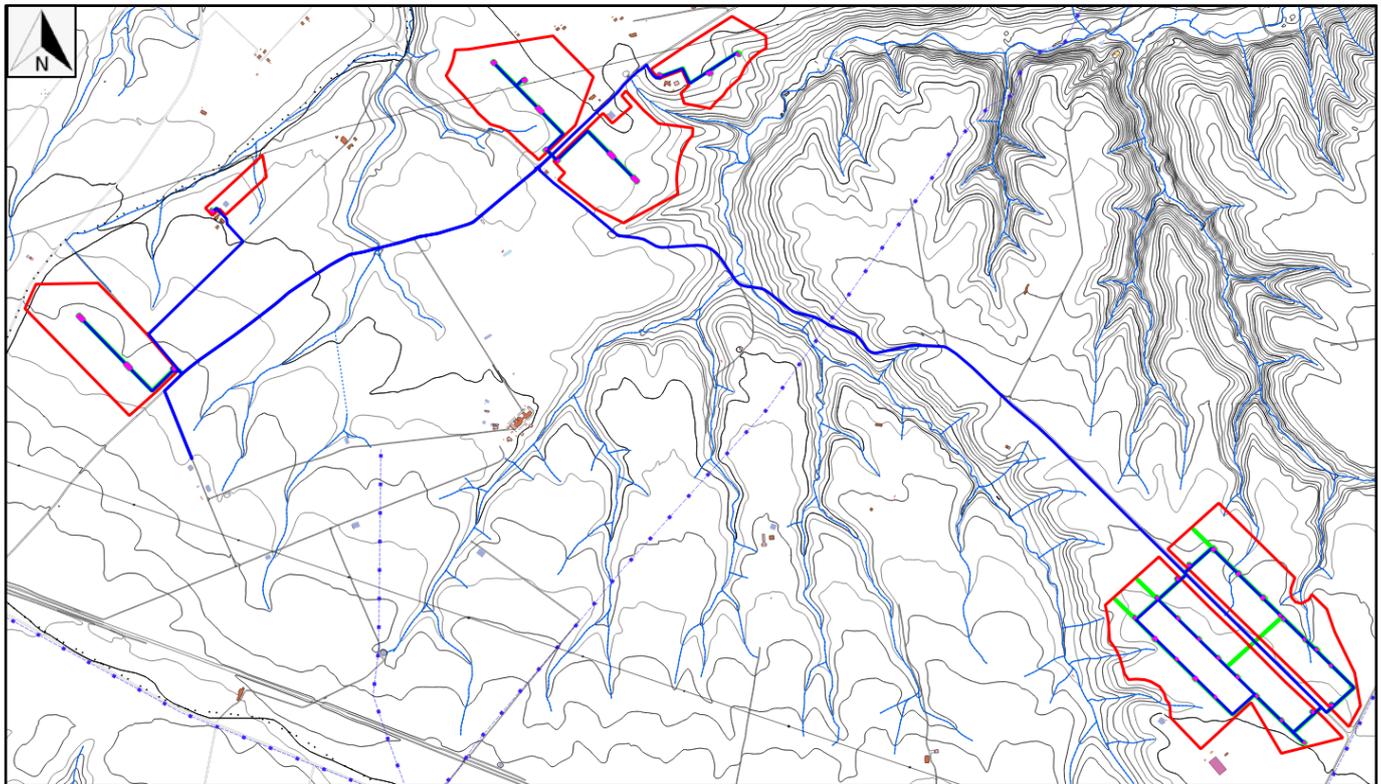
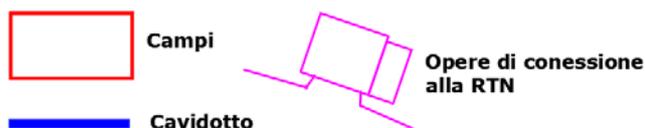


Fig. 11 - Carta geomorfologica con ubicazione dell'impianto agrivoltaico

Legenda



5.4 Idrologia ed idrogeologia dell'area in esame

Il Fiume Ofanto è il corso d'acqua più importante dell'area. Nasce in Irpinia a ridosso dei comuni di Torella dei Lombardi e Nusco a 715 m s.l.m. e scorre da O verso E, attraversando la Campania, la Basilicata e la Puglia dove sfocia nel Mar Adriatico tra i territori di Barletta e Margherita di Savoia. Di natura pluviale, ha un regime di acque accentuatamente torrentizio, quindi una portata molto variabile in funzione delle condizioni climatiche e di piovosità del periodo temporale con una portata media alla foce di 15 mc/s. Durante il suo percorso accoglie diversi affluenti: piccoli corsi d'acqua a carattere torrentizio tra i quali si annoverano, relativamente all'apporto significativo di volumi di acque, in Basilicata, la Fiumara di Atella ed il torrente Locone in Puglia.

L'area oggetto di studio ricade nell'ambito del un sottobacino del torrente Locone che ha origine nel comune di Spinazzola: esso delimita il confine amministrativo tra i comuni di Spinazzola e Montemilone a sinistra e di Minervino Murge a destra, fino allo sbarramento della diga del Lago Locone. A valle della diga il fiume attraversa Minervino e Canosa di Puglia per sfociare alla destra del fiume Ofanto nei pressi della Masseria Locone. Un tributario molto importante è il Loconcello.

L'impianto agrivoltaico si sviluppa nella porzione di testata del Loconcello dove si rinviene un reticolo idrografico poco ramificato con aste di I e II ordine.

I fossi non sono molto incisi e le valli hanno una tipica forma a "V" in corrispondenza dei depositi conglomeratici e sabbioso più cementati ed una forma ad "U" in corrispondenza dei depositi sabbioso-limosi ed argilloso sottostanti.

Dal punto di vista della circolazione idrica sotterranea l'area di studio ricade nel dominio strutturale della Fossa bradanica, dominato dalla presenza di un potente substrato impermeabile costituito dalla formazione delle argille grigio-azzurre, localmente sabbiose, a cui si sovrappongono localmente terreni marini e alluvionali permeabili per porosità.

Tale situazione stratigrafica, associata alla scarsa fratturazione delle rocce e a contatti stratigrafici suborizzontali, determina l'esistenza di due importanti tipi di acquiferi. Il primo acquifero è presente nei depositi conglomeratici riferibili al sistema di Palazzo San Gervasio, caratterizzato da permeabilità media ed affioranti in corrispondenza dei principali rilievi collinari. Dalla letteratura i depositi conglomeratici ed i sottostanti depositi sabbiosi, che nell'area sono affioranti solo in due piccole zone poste lungo il margine orientale dei Campi n°4 e n°5, sono caratterizzati da un valore di permeabilità compreso tra 10^{-1} e 10^{-4} cm/sec. Aumenti del valore di permeabilità si possono avere nei conglomerati in presenza di fratturazioni.

Il secondo acquifero si identifica con quelli presenti nei depositi alluvionali del Pleistocene superiore-Olocene, caratterizzati da una buona permeabilità per porosità. Appartengono a questo gruppo anche i depositi fluvio-lacustri. Tali acquiferi sono in genere monostrato, a superficie libera, di spessore, estensione ed importanza variabile in funzione della geometria e della granulometria del deposito; in questo caso, le risorse idriche disponibili sono funzione dello spessore del materasso alluvionale, che si aggira intorno ai 40 metri, e delle precipitazioni meteoriche.

Per quanto attiene l'aspetto idrogeologico, le caratteristiche morfologiche e litologiche affioranti sono tali da giustificare l'assenza di un reticolo fluviale significativo. I depositi sabbioso-conglomeratici, infatti, assumono valori elevati del grado di permeabilità per porosità ($K > 10^{-2}$, Celico, 1986).

Tali caratteristiche associate ad una morfologia nel suo complesso pianeggiante condizionano la circolazione idrica superficiale favorendo l'infiltrazione nel terreno delle acque meteoriche dando origine nel sottosuolo a modestissimi accumuli a carattere estremamente localizzato. La restante parte delle acque di precipitazione è prevalentemente soggetta a scorrimento il cui deflusso è condizionato dalle caratteristiche morfologiche delle superfici topografiche.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, va evidenziato che il sottosuolo dell'area in esame è costituito prevalentemente da ciottoli e ghiaie, litotipi che non oppongono grossa resistenza alla infiltrazione dell'acqua meteorica e che pertanto, più che alimentare un deflusso superficiale, ne alimentano uno profondo.

Infatti, una prima falda idrica significativa, comunque dai notevoli caratteri di eterogeneità e anisotropia, si rinviene ad una profondità variabile intorno ai 30,0 ÷ 50,0 m di profondità, quindi da non interferire con le opere di progetto, come riscontrato anche dall'analisi della documentazione relativa ai pozzi presenti nella zona (Stratigrafie dei pozzi ISPRA e dei pozzi Azienda Rienzi, riportate nell'Elab. C13.19 – Fascicolo delle indagini eseguite e disponibili).

Dall'analisi idrogeologica generale dell'area si ricava la presenza di diversi litotipi che possono, in base alla loro permeabilità, essere suddivisi in due differenti complessi idrogeologici:

- **Complesso conglomeratico:** caratterizzato dalla presenza di depositi ghiaiosi eterometrici immersi in matrice sabbioso-limosa con clasti subarrotondati, di dimensioni comprese fra 1 e 10 cm, talora con intercalazioni di lenti di materiale argilloso-siltoso e sabbie giallastre, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità che va da medio ad elevato in base alla percentuale di materiale sabbioso o limoso-argilloso.
- **Complesso sabbioso-limoso-ghiaioso:** caratterizzato dalla presenza di depositi sabbioso limosi con intercalazioni di livelli arenitici, di spessore decimetrico associati a livelli ghiaiosi, caratterizzati da un tipo di permeabilità primaria per porosità e un grado di permeabilità medio-alto.

Dall'interpretazione ed analisi della campagna di indagini geognostiche eseguita e dai dati disponibili per l'area di studio non è emersa la presenza di alcuna superficie piezometrica sino alla profondità di almeno 20,0 metri dal piano di campagna di riferimento per tutte le aree che saranno interessate dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico.

6. Pericolosità geologica dell'area di studio

6.1 Normativa di riferimento dell'ex Autorità di Bacino interregionale Puglia

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise.

Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti.

Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018), emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006, è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016.

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in base alle norme vigenti, ha fatto proprie le attività di pianificazione e programmazione a scala di Bacino e di Distretto idrografico relative alla difesa, tutela, uso e gestione sostenibile delle risorse suolo e acqua, alla salvaguardia degli aspetti ambientali svolte dalle ex Autorità di Bacino Nazionali, Regionali, Interregionali in base al disposto della ex legge 183/89 e concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale (in riferimento agli articoli 53, 54 e 65 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

La pianificazione di bacino fino ad oggi svolta dalle ex Autorità di Bacino ripresa ed integrata dall'Autorità di Distretto, costituisce riferimento per la programmazione di azioni condivise e partecipate in ambito di governo del territorio a scala di bacino e di distretto idrografico.

Il Piano di Bacino ha valore di Piano Territoriale di Settore e costituisce il documento di carattere conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio

interessato, che deve essere predisposto in attuazione della Legge 183/1989 quale strumento di governo del bacino idrografico.

L'impianto agrivoltaico di progetto e le opere connesse ricadono in provincia di Potenza nel territorio comunale di Montemilone che è inserito nel distretto di competenza dell'ex **Autorità di Bacino interregionale della Puglia**.

Il primo Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino (AdB) della Puglia è stato approvato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n°39 nella seduta del 30.11.2005.

Il primo aggiornamento del PAI – Aree di versante proposto nel 2018 per il territorio in cui opera la struttura della Sede della Basilicata dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, riguarda, tra l'altro, una revisione del cap. 4 della Relazione di Piano, al fine di citare in relazione tutte le tipologie di movimenti gravitativi di versante, individuati nelle carte del rischio idrogeologico del PAI - Aree di versante.

Il PAI della Puglia è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso. Esso costituisce, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino della Puglia.

Il PAI della suddetta Autorità per quanto riguarda l'assetto idraulico e l'assetto geomorfologico individua i seguenti scenari di Pericolosità Idraulica e Geomorfologica:

- **Aree ad alta probabilità idraulica (A.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni.
- **Aree a media probabilità idraulica (M.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni.
- **Aree a bassa probabilità idraulica (B.P.):** porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni.
- **Aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3):** porzione di territorio interessata da fenomeni franosi attivi o quiescenti.
- **Aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2):** porzione di territorio caratterizzata dalla presenza di due o più fattori geomorfologici predisponenti l'occorrenza di instabilità di versante e/o sede di frana stabilizzata.
- **Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1.):** porzione di territorio caratterizzata da bassa suscettività geomorfologica all'instabilità.

Dall'analisi della cartografia tematica del PAI si evince che tutte le aree interessate dall'impianto agrivoltaico di progetto e le opere di rete non ricadono in aree perimetrate a Pericolosità Idraulica, così come non interessano aree perimetrate a Pericolosità Geomorfológica (Fig. 12).

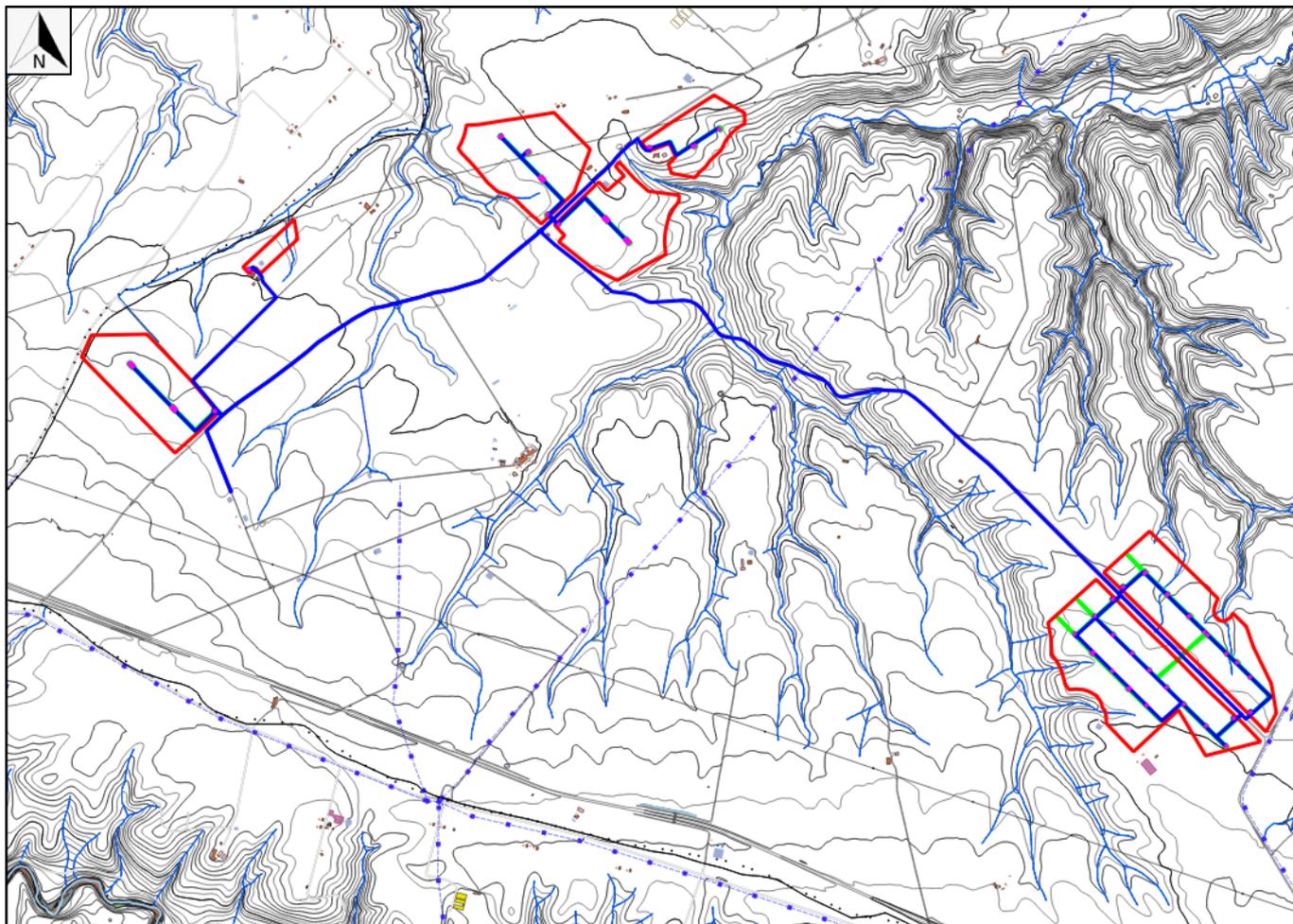
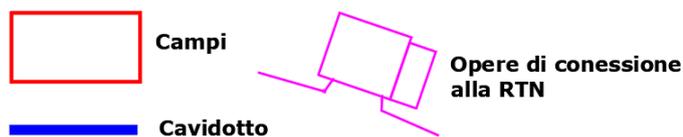


Fig. 12 – Carta della pericolosità idraulica e geomorfológica dell'ex Autorità di Bacino della Puglia con ubicazione dell'impianto agrivoltaico

Legenda



Legenda



6.2 Vincolo idrogeologico

Il **R.D. 3267/23** relativo al *“Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani”*, ed il **R.D. 1126/26** *“Approvazione regolamento attuativo del R.D. 3267/23”* hanno gettato le basi della tutela dell’assetto dei versanti e dei territori montani dal dissesto idrogeologico, sottoponendo a vincolo i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con i contenuti del Regio Decreto, possono con danno pubblico perdere di stabilità, subire denudazione o turbamento del regime delle acque (art 1 del RD 3267/23).

Sempre ai sensi della medesima normativa, la trasformazione dei boschi e dei terreni saldi in altre qualità di coltura, in terreni soggetti a periodica lavorazione e, come successivamente stabilito, in altre forme d’uso, è subordinata ad autorizzazione e a modalità appositamente prescritte allo scopo di prevenire i danni di cui all’art.1 del R.D. 3267/23.

Vengono inoltre prescritte particolari forme di gestione dei boschi, dei terreni cespugliati nonché dei lavori di dissodamento dei terreni vegetati e saldi e dei terreni a coltura agraria. Anche il pascolo viene appositamente regolamentato.

In generale il *“Vincolo Idrogeologico”* non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma segue l’integrazione dell’opera con il territorio. Un territorio che deve rimanere integro e fruibile anche dopo l’azione dell’uomo, rispettando allo stesso tempo i valori paesaggistici dell’ambiente.

Il Vincolo Idrogeologico, regolamentando di fatto l’uso del suolo e i suoi cambiamenti, ha una valenza fortemente paesistica.

Le aree che saranno interessate dalla realizzazione dell’impianto agrivoltaico non ricadono in zone sottoposte a vincolo idrogeologico (Elab. C13.9 – Carta del vincolo idrogeologico R.D. 3267/23). Si precisa, inoltre, che l’intervento proposto non comporta modifiche morfologiche del territorio, in riferimento all’articolo art 1 del RD 3267/23, tali da perdere di stabilità, subire denudazione o turbamento del regime delle acque.

È possibile affermare, dunque, che gli interventi proposti non modificheranno i parametri citati nel R.D. n° 3267 del 30/12/1923 e s.m.i., quindi sono da considerarsi compatibili con le condizioni di pericolosità e di rischio idrogeologico attualmente presenti nel territorio esaminato in quanto, gli stessi, non altereranno l’equilibrio idrogeologico dell’area in cui si inseriscono e dell’ambito geomorfologico di riferimento, garantendo la fruibilità dell’area per gli scopi prefissati.

7. Modello geologico dell'area di studio

7.1 Normativa di riferimento

La stesura della presente *Relazione Geologica* si inquadra nell'ambito della L. 64/74 e del D.M.LL.PP. 11/03/88 "*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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Pubblicato nel Suppl. Ord. Gazz. Uff. 1° giugno 1988, n. 127.*" (e s.m.i.).

I criteri ed indirizzi secondo cui è stata redatta tale relazione sono esplicitati nel D.M. 17.01.2018 "*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*", nella "*Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 7 del 21/09/2019*" e nella L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 - "*Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica*".

Si aggiunge che, ai sensi del succitato D.M.LL.PP. 11/03/88 (in particolare, art. 3, lettera B) ed ai sensi della L. 11/02/1994 n. 109 (Legge Quadro in materia di lavori pubblici o "Legge Merloni") e del D.Lgs. n. 163/06 "*Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE - Pubblicato nella Gazz. Uff. 2 maggio 2006, n. 100, S.O.*" (in particolare, Allegato XXI - Allegato tecnico di cui all'articolo 164 - Sezione I, punto 2, lettera d), per la stesura della *relazione geologica* si può far riferimento a conoscenze provenienti da fonti bibliografiche o, qualora se ne sia in possesso, derivanti da indagini precedentemente svoltesi nella stessa area di analisi.

Infatti, nel D.M.LL.PP. 11/03/88, l'art. 3, lettera B, recita: [*...Nelle fasi preliminari della progettazione si potrà far riferimento a informazioni di carattere geologico e a dati geotecnici deducibili dalla letteratura oppure noti attraverso indagini eseguite precedentemente sulla medesima area.*]; mentre, il D.Lgs. n. 163/06, Allegato XXI - Allegato tecnico di cui all'articolo 164 - Sezione I, punto 2, lettera d, riportata [*...studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui andrà a inserirsi l'opera, corredati da dati bibliografici e/o indagini in sito ed in laboratorio - quali, indicativamente ma non esaustivamente, quelle topografiche, geologiche, geotecniche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, sismiche,...*]; è evidente come il decreto, attraverso la dicitura "*...dati bibliografici e/o indagini in sito ed in laboratorio...*" dia la facoltà di utilizzare sia dati preesistenti sia dati provenienti da indagini *in situ ex novo*.

Si sottolinea pertanto che, per la stesura della presente relazione, sono utilizzati anche dati estrapolati da fonti bibliografiche (specifiche per la zona), cartografie, da ampi studi messi a disposizione on-line dai portali nazionali e provinciali del territorio.

Per la ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico delle varie aree esaminate è stata condotta una campagna di indagini consistente dal giorno 12 al giorno 28 Luglio dell'anno 2023, la cui direzione dei lavori e assistenza in cantiere è stata fatta dagli scriventi geologi dott. Mattia Lettieri e dott. Antonio Viggiano.

Le indagini sono state programmate ed eseguite in n°6 aree, d'ora in avanti "Campi", come illustrato nella figura successiva (Fig. 19).

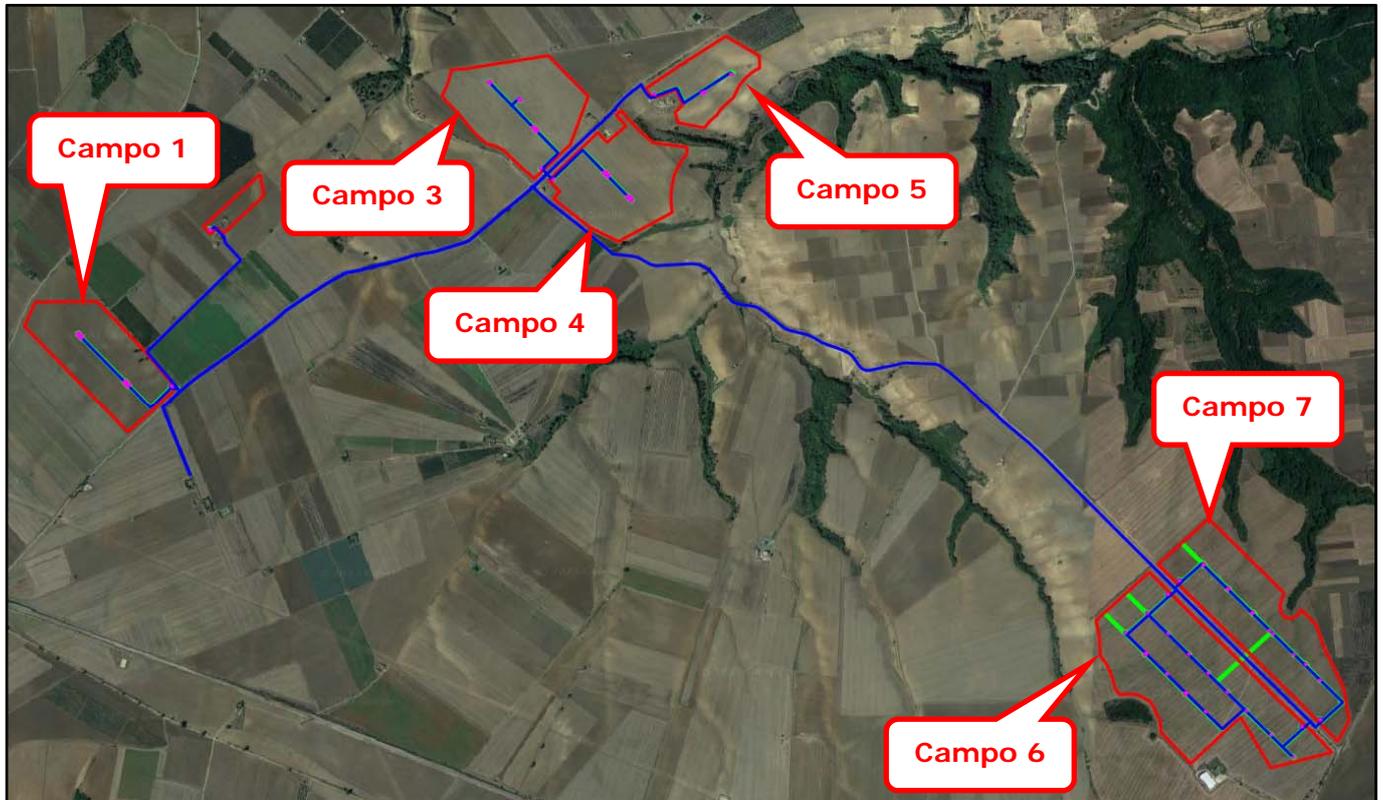


Fig. 19 – Individuazione dei Campi in cui sono state eseguite le indagini geognostiche e geofisiche

Le indagini in sito sono consistite nella realizzazione di:

- N°6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 15,00 metri dal locale piano campagna.
- N°4 prelievi di campione di terreno indisturbato sottoposti alle seguenti analisi geotecniche di laboratorio:
 - caratteristiche fisiche generali;
 - analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione;
 - prova di taglio diretto consolidata drenata.
- N°48 prove penetrometriche dinamiche continue DPL spinte fino al limite di resistenza del terreno (rifiuto strumentale).
- N°11 prospezioni sismiche superficiali del tipo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh).
- N°6 prospezioni di sismica passiva a stazione singola del tipo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

I sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le prove geotecniche di laboratorio sui campioni di terreno indisturbato sono stati eseguiti dalla società Soil Test s.r.l, con sede legale in Falciano (CE) alla via Assunta n°47, laboratorio autorizzato con D.P.R. n°380/2011 – art. 59 Circolare Ministeriale n° 7618/STC del 08/09/2010 – Aut. N°315 del 04.07.2018. Le prove penetrometriche dinamiche continue DPL, le prospezioni sismiche superficiali del tipo M.A.S.W. e le prospezioni sismiche passive a stazione singola del tipo HVSR sono state eseguite dallo Studio 2Effe.

7.2 Successione geolitologica generale dell'area di studio

Al fine di ricostruire il "modello geologico del sottosuolo", è stato realizzato un rilievo geologico di campagna delle aree interessate dall'impianto agrivoltaico, unitamente ad una specifica ricerca bibliografica a carattere scientifico. I dati acquisiti sono stati integrati con quelli emersi da una dettagliata campagna di indagini in sito eseguita dagli scriventi.

I dati acquisiti hanno consentito di individuare una successione stratigrafica generale dei siti di interesse che, dall'alto verso il basso, è costituita dai litotipi di seguito descritti.

1. Coltre superficiale pedogenizzata di colore bruno (suolo), variamente rimaneggiata a causa delle attività agricole che interessano l'area. Si tratta di un orizzonte, di colore da marrone a marrone bruno, dal punto di vista granulometrico limo argilloso con dispersi clasti eterogenei ed eterometrici. Tale orizzonte fortemente areato e disturbato, costituisce mediamente il primo metro del sottosuolo in tutte le aree investigate, con spessore variabile da 0,90 m a 1,20 m da zona a zona. (Unità litotecnica A).
2. Argille limoso-sabbiose di colore marrone, con inclusione di abbondanti ciottoli eterometrici ed eterogenei di diametro 1-2 cm, a spigoli ben arrotondati. Talora possono rinvenirsi lenti a granulometria più grossolana di sabbie più marcatamente ghiaiose e ciottolose. Tali depositi sono contraddistinti da un addensamento che aumenta con la profondità. Si tratta di depositi eluvio-colluviali recenti, la cui messa in posto è da ricondurre all'azione deposizionale del Fiume Ofanto e dei suoi affluenti minori. La variabilità sedimentologica che contraddistingue tali materiali è strettamente connessa alle modalità deposizionali; difatti, questi si sono accumulati in diverse fasi di sovralluvionamento dei corsi d'acqua. Per tale motivo, questi depositi sono contraddistinti da una certa variabilità granulometrica, sia verticalmente che lateralmente, con alternanza di livelli e lenti a diversa granulometria e con contenuto sabbioso-ghiaioso anche molto differente da zona a zona. Lo spessore medio di questo litotipo è poco inferiore ai 2,00 m (Unità litotecnica B).
3. Formazione di Palazzo San Gervasio, costituita da ghiaia e ciottoli di natura arenacea e calcarenitica da debolmente cementate a cementate in abbondante matrice sabbiosa, di

colore giallastro, con intercalazioni di lenti e livelletti di materiale argilloso-siltoso e sabbioso. Lo spessore di questi terreni è maggiore di 20,0 metri (Unità litotecnica C).

4. *Formazione di Monte San Marco*, costituita da sabbie da medie a grossolane di colore giallo ocra, con intercalazioni verso l'alto di lenti di ghiaia. Questo litotipo è stato riscontrato nel sondaggio S2 (Campo n°4) dove lo spessore complessivo misurato non è inferiore a 13,0 metri circa (Unità litotecnica D).

8. Modello geotecnico del sottosuolo delle aree investigate

8.1 Unità litotecniche e caratteristiche geotecniche dei terreni dei vari Campi

Nel presente capitolo vengono esposti i dati litotecnici e geotecnici dei terreni che costituiscono il sottosuolo in esame ricavati dalle indagini eseguite in sito, dalla vasta bibliografia disponibile per l'area di studio e da esperienze compiute sui litotipi riscontrati.

I dati scaturiti dal rilevamento geologico di campagna e dall'analisi delle indagini eseguite in sito e disponibili per l'area di studio, previo opportune elaborazioni ed interpretazioni, hanno consentito di conoscere il modello geotecnico dei siti esaminati e di caratterizzare dal punto di vista fisico-meccanico i terreni della porzione di sottosuolo di interesse geotecnico che sarà coinvolta dalle opere di progetto.

Le indagini eseguite nei "Campi" che saranno interessati dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, unitamente all'analisi ed interpretazione della letteratura scientifica disponibile per l'area di studio, hanno sostanzialmente confermato il quadro geologico desunto durante la fase di rilevamento, in quanto i dati acquisiti hanno rivelato una successione di materiali sia di natura eluvio-colluviale nei primi metri, che di origine alluvionale a profondità successive; questi ultimi, a granulometria prevalentemente sabbioso-ghiaiosa, si intercalano a livelli limosi e argillosi messi in posto sia in giacitura primaria che in seguito a trasporto alluvionale, articolando la successione stratigrafica verticale dei terreni.

Trattasi della sovrapposizione regolare ed abbastanza continua di terreni diversi per origine e composizione, messi in posto con differenti modalità, quali:

1. *depositi di natura eluvio-colluviale;*
2. *depositi conglomeratici e sabbiosi di origine alluvionale.*

La caratterizzazione fisico-meccanica media dei terreni nell'ambito del volume significativo, dove per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata (direttamente

o indirettamente) dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso, è di seguito riportata per ogni area investigata.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°1 E DEL CAMPO N°2

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,20 m

– N _{SPT} medio	= 4
– Peso dell'unità di volume	= 1,65 g/cm ³
– Peso dell'unità di volume saturo	= 1,77 g/cm ³
– Angolo di attrito	= 25,79°
– Coesione drenata	= 0,07 Kg/cm ²
– Coesione non drenata	= 0,10 Kg/cm ²
– Modulo elastico	= 30 Kg/cm ²
– Modulo edometrico	= 35 Kg/cm ²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 1,90 m

– N _{SPT} medio	= 16
– Peso dell'unità di volume	= 1,77 g/cm ³
– Peso dell'unità di volume saturo	= 1,85 g/cm ³
– Angolo di attrito	= 26,24°
– Coesione drenata	= 0,08 Kg/cm ²
– Coesione non drenata	= 0,41 Kg/cm ²
– Modulo elastico	= 68 Kg/cm ²
– Modulo edometrico	= 61 Kg/cm ²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio > 15 m

– N _{SPT} medio	= > 50
– Peso dell'unità di volume	= 2,10 g/cm ³
– Peso dell'unità di volume saturo	= 2,20 g/cm ³
– Angolo di attrito	= 40,10°
– Coesione drenata	= 0,00 Kg/cm ²
– Coesione non drenata	= 0,00 Kg/cm ²
– Modulo elastico	= 876 Kg/cm ²
– Modulo edometrico	= 703 Kg/cm ²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°3

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,20 m

- N_{SPT} medio = 4
- Peso dell'unità di volume = 1,67 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,77 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,68°
- Coesione drenata = 0,06 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,09 Kg/cm²
- Modulo elastico = 29 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 35 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 2,10 m

- N_{SPT} medio = 15
- Peso dell'unità di volume = 1,89 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,03 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,45°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,37 Kg/cm²
- Modulo elastico = 63 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 58 Kg/cm²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio 8,00 m

- N_{SPT} medio = > 50
- Peso dell'unità di volume = 2,10 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,20 g/cm³
- Angolo di attrito = 40,10°
- Coesione drenata e non drenata = 0,00 Kg/cm²
- Modulo elastico = 876 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 703 Kg/cm²

Unità litotecnica D: Limo sabbioso argilloso - Spessore medio 5,50 m

- N_{SPT} medio = 32
- Peso dell'unità di volume = 1,95 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,04 g/cm³
- Angolo di attrito = 35,80°
- Coesione drenata = 0,20 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,80 Kg/cm²
- Modulo elastico = 114 Kg/cm²

- Modulo edometrico = 93 Kg/cm²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°4 – ZONA OCCIDENTALE

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,40 m

- N_{SPT} medio = 3
- Peso dell'unità di volume = 1,66 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,76 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,62°
- Coesione drenata = 0,06 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,09 Kg/cm²
- Modulo elastico = 29 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 35 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 1,30 m

- N_{SPT} medio = 17
- Peso dell'unità di volume = 1,89 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,03 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,45°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,44 Kg/cm²
- Modulo elastico = 70 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 63 Kg/cm²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio > 15,00 m

- N_{SPT} medio = > 50
- Peso dell'unità di volume = 2,10 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,20 g/cm³
- Angolo di attrito = 40,10°
- Coesione drenata = 0,00 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,00 Kg/cm²
- Modulo elastico = 876 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 703 Kg/cm²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°4 – ZONA ORIENTALE

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,40 m

- N_{SPT} medio = 4
- Peso dell'unità di volume = 1,67 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,77 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,75°
- Coesione drenata = 0,07 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,10 Kg/cm²
- Modulo elastico = 29 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 35 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 1,00 m

- N_{SPT} medio = 16
- Peso dell'unità di volume = 1,89 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,03 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,45°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,41 Kg/cm²
- Modulo elastico = 67 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 61 Kg/cm²

Unità litotecnica D: Limo sabbioso argilloso - Spessore medio > 15,00 m

- N_{SPT} medio = 18
- Peso dell'unità di volume = 1,95 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,97 g/cm³
- Angolo di attrito = 32,02°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,45 Kg/cm²
- Modulo elastico = 72 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 64 Kg/cm²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°5

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,50 m

- N_{SPT} medio = 3
- Peso dell'unità di volume = 1,66 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,76 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,54°
- Coesione drenata = 0,06 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,09 Kg/cm²
- Modulo elastico = 28 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 34 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 3,00 m

- N_{SPT} medio = 15
- Peso dell'unità di volume = 1,97 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,07 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,27°
- Coesione drenata = 0,16 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,38 Kg/cm²
- Modulo elastico = 64 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 59 Kg/cm²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio 4,70 m

- N_{SPT} medio = > 50
- Peso dell'unità di volume = 2,10 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,20 g/cm³
- Angolo di attrito = 40,10°
- Coesione drenata = 0,00 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,00 Kg/cm²
- Modulo elastico = 876 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 703 Kg/cm²

Unità litotecnica D: Limo sabbioso argilloso - Spessore medio 2,80 m

- N_{SPT} medio = 18
- Peso dell'unità di volume = 1,95 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,97 g/cm³
- Angolo di attrito = 32,02°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,45 Kg/cm²
- Modulo elastico = 72 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 64 Kg/cm²

Unità litotecnica E: Argilla - Spessore medio > 3,00 m

- N_{SPT} medio = 29
- Peso dell'unità di volume = 2,05 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,14 g/cm³
- Angolo di attrito = 28,29°
- Coesione drenata = 0,25 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,73 Kg/cm²
- Modulo elastico = 141 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 232 Kg/cm²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°6

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,10 m

- N_{SPT} medio = 4
- Peso dell'unità di volume = 1,67 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,77 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,66°
- Coesione drenata = 0,06 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,09 Kg/cm²
- Modulo elastico = 29 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 35 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 0,90 m

- N_{SPT} medio = 18
- Peso dell'unità di volume = 1,92 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,01 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,54°

- Coesione drenata = 0,10 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,45 Kg/cm²
- Modulo elastico = 72 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 64 Kg/cm²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio > 15,00 m

- N_{SPT} medio = > 50
- Peso dell'unità di volume = 2,10 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,20 g/cm³
- Angolo di attrito = 40,10°
- Coesione drenata = 0,00 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,00 Kg/cm²
- Modulo elastico = 876 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 703 Kg/cm²

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DEL CAMPO N°7

Unità litotecnica A: Limo argilloso - Spessore medio 1,00 m

- N_{SPT} medio = 3
- Peso dell'unità di volume = 1,65 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 1,76 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,52°
- Coesione drenata = 0,05 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,08 Kg/cm²
- Modulo elastico = 28 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 34 Kg/cm²

Unità litotecnica B: Argilla limoso sabbiosa con ciottoli - Spessore medio 1,40 m

- N_{SPT} medio = 19
- Peso dell'unità di volume = 1,98 g/cm³
- Peso dell'unità di volume saturo = 2,16 g/cm³
- Angolo di attrito = 25,15°
- Coesione drenata = 0,15 Kg/cm²
- Coesione non drenata = 0,45 Kg/cm²
- Modulo elastico = 72 Kg/cm²
- Modulo edometrico = 65 Kg/cm²

Unità litotecnica C: Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa - Spessore medio > 15,00 m

- N _{SPT} medio	= > 50
- Peso dell'unità di volume	= 2,10 g/cm ³
- Peso dell'unità di volume saturo	= 2,20 g/cm ³
- Angolo di attrito	= 40,10°
- Coesione drenata	= 0,00 Kg/cm ²
- Coesione non drenata	= 0,00 Kg/cm ²
- Modulo elastico	= 876 Kg/cm ²
- Modulo edometrico	= 703 Kg/cm ²

Nella tabella seguente si riporta la sintesi del modello geotecnico del sottosuolo delle aree investigate in funzione delle unità litotecniche riscontrate, indicando i parametri geotecnici medi che possono essere utilizzati per il calcolo delle strutture delle opere da realizzare nei vari "Campi" dell'impianto agrivoltaico di progetto.

Parametri geotecnici medi per il Campo n°1 e Campo n°2

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ _n (g/cm ³)	γ _{sat} (g/cm ³)	φ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,20	A	4	1,65	1,77	25,79	0,07	0,10	30	35
1,20 3,10	B	16	1,77	1,85	26,24	0,08	0,41	68	61
3,10 20,0	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703

Parametri geotecnici medi per il Campo n°3

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ _n (g/cm ³)	γ _{sat} (g/cm ³)	φ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,20	A	4	1,67	1,77	25,68	0,06	0,09	29	35
1,20 3,30	B	15	1,89	2,03	25,45	0,15	0,37	63	58
3,30 11,3	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703
11,3 20,0	D	32	1,95	2,04	35,80	0,20	0,80	114	93

Parametri geotecnici medi per il Campo n°4 – Zona occidentale

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ _n (g/cm ³)	γ _{sat} (g/cm ³)	φ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,40	A	3	1,66	1,76	25,62	0,06	0,09	29	35

1,40	2,70	B	17	1,89	2,03	25,45	0,15	0,44	70	63
2,70	20,0	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703

Parametri geotecnici medi per il Campo n°4 – Zona orientale

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ_n (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	ϕ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,40	A	4	1,67	1,77	25,75	0,07	0,10	29	35
1,40 2,40	B	16	1,89	2,03	25,45	0,15	0,41	67	61
2,40 20,0	D	18	1,95	1,97	32,02	0,15	0,45	72	64

Parametri geotecnici medi per il Campo n°5

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ_n (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	ϕ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,50	A	3	1,66	1,76	25,54	0,06	0,09	28	34
1,50 4,50	B	15	1,97	2,07	25,27	0,16	0,38	64	59
4,50 9,20	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703
9,20 12,0	D	18	1,95	1,97	32,02	0,15	0,45	72	64
12,0 20,0	E	29	2,05	2,14	28,29	0,25	0,73	141	232

Parametri geotecnici medi per il Campo n°6

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ_n (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	ϕ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,10	A	4	1,67	1,77	25,66	0,06	0,09	29	35
1,10 2,00	B	18	1,92	2,01	25,54	0,10	0,45	72	64
2,00 20,0	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703

Parametri geotecnici medi per il Campo n°7

Prof. dal p.c. (m)	Unità litotecnica	N _{SPT} (n)	γ_n (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	ϕ' (°)	C' (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
0,00 1,00	A	3	1,65	1,76	25,52	0,05	0,08	28	34
1,00 2,40	B	19	1,98	2,16	25,15	0,15	0,45	72	65
2,40 20,0	C	>50	2,10	2,20	40,10	0,00	0,00	876	703

dove:

γ_n = Peso dell'unità di volume naturale

γ_{sat} = Peso dell'unità di volume saturo

C' = Coesione drenata

ϕ' = Angolo di resistenza al taglio

C_u = Coesione non drenata

E = Modulo elastico

E_d = Modulo edometrico

9. Modellazione sismica ed indagini geofisiche

9.1 Prospezioni sismiche M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista dinamico, come descritto nella relazione geologica, ha richiesto la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio V_s degli strati di terreno presenti nei vari siti esaminati. In particolare si è determinata la velocità V_s sino ad almeno 30 metri dal piano campagna (V_{s30}).

La conoscenza del profilo delle onde di taglio V_s degli strati che compongono i primi 30 metri di profondità è risultata necessaria per:

- ✓ *valutare l'azione sismica di progetto al livello del piano fondale del tipo di opera;*
- ✓ *valutare il potenziale di liquefazione del terreno;*
- ✓ *valutare l'accelerazione sismica per il calcolo delle strutture e delle opere nei confronti dell'azione sismica*
- ✓ *valutare, in condizioni sismiche, la capacità portante ed i cedimenti delle fondazioni delle opere di progetto dell'impianto agrivoltaico.*

La stima della velocità delle onde di taglio V_s dei vari sismostrati è stata eseguita con la realizzazione di n°11 prospezioni sismiche del tipo *M.A.S.W.* (vedi relazione geologica) (*Multichannel Analysis of Surface Waves* ovvero *Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh*) al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi presenti nell'area di studio e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17.01.2018).

Nelle tabelle che seguono si riportano i prospetti di sintesi delle determinazioni dei valori delle onde di taglio di V_s per i sismostrati riscontrati nei diversi siti esaminati, come riportati nella relazione geologica.

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°1 E NEL CAMPO N°2

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw7

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,90	1,90	553	Non presente
S2	1,90 - 4,50	2,60	584	Non presente
S3	4,50 - 6,00	1,50	612	Non presente
S4	6,00 - 10,30	4,30	633	Non presente
S5	10,30 - 13,50	3,20	659	Non presente
S6	13,50 - 18,90	5,40	744	Non presente
S7	18,90 - 24,60	5,70	756	Non presente
S8	24,60 - 30,80	6,20	791	Non presente

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw8

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 2,10	2,10	358	Non presente
S2	2,10 - 4,70	2,60	462	Non presente
S3	4,70 - 6,00	1,30	498	Non presente
S4	6,00 - 9,20	3,20	522	Non presente
S5	9,20 - 13,70	4,50	612	Non presente
S6	13,70 - 19,60	5,90	654	Non presente
S7	19,60 - 24,00	4,40	679	Non presente
S8	24,00 - 30,30	6,30	723	Non presente

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°3

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw5

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,80	1,80	227	Non presente
S2	1,80 - 4,00	2,20	282	Non presente
S3	4,00 - 5,70	1,70	340	Non presente
S4	5,70 - 10,30	4,60	389	Non presente
S5	10,30 - 14,10	3,80	438	Non presente
S6	14,10 - 19,40	5,30	482	Non presente

S7	19,40 – 24,10	4,70	526	Non presente
S8	24,10 – 30,40	6,30	602	Non presente

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw6

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,70	1,70	201	Non presente
S2	1,70 – 3,90	2,20	353	Non presente
S3	3,90 – 5,80	1,90	405	Non presente
S4	5,80 – 10,30	4,50	453	Non presente
S5	10,30 – 14,10	3,80	502	Non presente
S6	14,10 – 19,70	5,60	543	Non presente
S7	19,70 – 24,50	4,80	603	Non presente
S8	24,50 – 30,40	5,90	646	Non presente

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°4

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw3

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,90	1,90	292	Non presente
S2	1,90 – 3,70	1,80	296	Non presente
S3	3,70 – 6,20	2,50	305	Non presente
S4	6,20 – 9,30	3,10	386	Non presente
S5	9,30 – 13,60	4,30	458	Non presente
S6	13,60 – 19,00	5,40	502	Non presente
S7	19,00 – 23,70	4,70	539	Non presente
S8	23,70 – 30,20	6,50	620	Non presente

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw4

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,80	1,80	332	Non presente
S2	1,80 – 3,20	1,40	517	Non presente
S3	3,20 – 5,90	2,70	562	Non presente

S4	5,90 – 9,70	3,80	592	Non presente
S5	9,70 – 14,20	4,50	630	Non presente
S6	14,20 – 19,40	5,20	706	Non presente
S7	19,40 – 24,30	4,90	723	Non presente
S8	24,30 – 30,20	5,90	754	Non presente

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°5

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw1

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,80	1,80	335	Non presente
S2	1,80 – 4,30	2,50	345	Non presente
S3	4,30 – 6,00	1,70	357	Non presente
S4	6,00 – 9,70	3,70	370	Non presente
S5	9,70 – 13,80	4,10	391	Non presente
S6	13,80 – 19,00	5,20	422	Non presente
S7	19,00 – 23,70	4,70	470	Non presente
S8	23,70 – 30,00	6,30	537	Non presente

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw2

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 – 1,70	1,70	151	Non presente
S2	1,70 – 3,90	2,20	184	Non presente
S3	3,90 – 6,00	2,10	226	Non presente
S4	6,00 – 9,60	3,60	314	Non presente
S5	9,60 – 14,10	4,50	385	Non presente
S6	14,10 – 19,40	5,30	489	Non presente
S7	19,40 – 24,20	4,80	583	Non presente
S8	24,20 – 30,30	6,10	694	Non presente

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°6

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw11

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,80	1,80	420	Non presente
S2	1,80 - 3,40	1,60	474	Non presente
S3	3,40 - 6,00	2,60	509	Non presente
S4	6,00 - 9,80	3,80	543	Non presente
S5	9,80 - 14,30	4,50	601	Non presente
S6	14,30 - 19,50	5,20	681	Non presente
S7	19,50 - 24,30	4,80	702	Non presente
S8	24,30 - 30,60	6,30	753	Non presente

VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO V_s DETERMINATE NEL CAMPO N°7

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw9

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,90	1,90	368	Non presente
S2	1,90 - 4,10	2,20	471	Non presente
S3	4,10 - 6,40	2,30	585	Non presente
S4	6,40 - 9,50	3,10	623	Non presente
S5	9,50 - 13,40	3,90	642	Non presente
S6	13,40 - 18,20	4,80	658	Non presente
S7	18,20 - 23,80	5,60	672	Non presente
S8	23,80 - 30,00	6,20	694	Non presente

Valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella Mw10

Numero sismostrato	Profondità (m)	Spessore (m)	V_s finale (m/s)	Falda nello strato
S1	0,00 - 1,90	1,90	423	Non presente
S2	1,90 - 3,00	1,10	623	Non presente
S3	3,00 - 4,50	1,50	678	Non presente
S4	4,50 - 8,40	3,90	694	Non presente
S5	8,40 - 13,70	5,30	702	Non presente

S6	13,70 – 19,80	6,10	725	Non presente
S7	19,80 – 25,60	5,80	731	Non presente
S8	25,60 – 30,90	5,30	752	Non presente

9.2 Prosezioni di sismica passiva a stazione singola H.V.S.R.

Nelle aree investigate sono state effettuate n°6 registrazioni di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) per individuare le frequenze di risonanza dei depositi, in ottemperanza al **Documento di Attuazione della L.R. 38/97** "Criteri e modalità attuativi L.R. n. 38/1997 art. 12 comma 1".

I risultati che si possono ottenere da una registrazione con la tecnica di sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) sono:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito**, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno, per evitare l'effetto di "doppia risonanza", estremamente pericoloso per la stabilità degli stessi;
- la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito, sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se, in caso di sisma, la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la **velocità media delle onde di taglio Vs** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la Vs,30 e la relativa Categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 gennaio 2018*;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un *range* di indagine compreso tra 0,5 m e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 m. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostante per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e la densità del mezzo stesso.

Le basi teoriche della tecnica H.V.S.R. si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

- *dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;*
- *dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);*
- *dalla risposta dello strumento.*

Possiamo scrivere questo come:

$$\text{segnale registrazione al sito } x = \text{sorgente} * \text{effetti di percorso} * \text{funzione trasferimento strumento}$$

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi, poiché il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore.

Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune.

Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o semplicemente H.V.S.R., che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo, informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.p.a. modello "Tromino" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri ed ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 Hz e 256 Hz.

Le frequenze fondamentali di risonanza del terreno fanno parte degli effetti di sito che, assieme all'instabilità per azione sismica, caratterizzano la vulnerabilità del territorio quale elemento indispensabile per la stima del rischio sismico.

In linea di principio, visto che il suolo è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto: infatti, le frequenze sono determinate dalle proprietà meccaniche e, in maniera secondaria, dalla morfologia attorno al punto di misura. Analizzando la "Carta delle Frequenze" successivamente descritta, si vede come sia stato indagato integralmente il territorio che ospiterà l'impianto agrivoltaico nel Comune di Montemilone (PZ) e come le prove abbiano interessato i vari terreni che costituiscono le nelle località di Perillo Soprano, La Sterpara e Santa Maria: questo è stato fatto per vedere il "modo" di rispondere dei vari ambienti geomorfologici alle sollecitazioni sismiche.

Nelle tabelle seguenti si riportano solo le sintesi dei risultati delle H.V.S.R. eseguite mediante Tromino (HV1, ..., HV6), mentre in allegato fuori testo sono state allegate le schede e i grafici dei risultati di tali prove (*Elab. C13.20 - Fascicolo delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite*).

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 1 e Campo n° 2

HV4	Frequenza Hz	σf	Ampiezza	σA	Direzionalità	Classe di qualità
F0	5.3	2.3	3.5	0.5	ASSENTE	B
F1	20	2.3	2.8	0.5	ASSENTE	B

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 3

HV3	Frequenza Hz	σf	Ampiezza	σA	Direzionalità	Classe di qualità
F0	6.8	0.8	3	0.6	ASSENTE	B
F1	24	3.3	4.4	0.6	ASSENTE	B

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 4

HV2	Frequenza Hz	σf	Ampiezza	σA	Direzionalità	Classe di qualità
F0	0.8	0.8	3.3	0.6	ASSENTE	B
F1	6.8	2.4	6.8	0.8	ASSENTE	B
F2	19	8	7	0.6	ASSENTE	B

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 5

HV1	Frequenza Hz	σ_f	Ampiezza	σ_A	Direzionalità	Classe di qualità
F0	1	0.15	5	0.8	ASSENTE	B
F1	5.5	3.3	9.4	1.2	ASSENTE	B
F2	32	3.3	10	1.2	ASSENTE	B

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 6

HV5	Frequenza Hz	σ_f	Ampiezza	σ_A	Direzionalità	Classe di qualità
F0	7.8	1.1	9.9	0.9	ASSENTE	B
F1	17.5	3.3	9.2	0.7	ASSENTE	B

Frequenze di sito discriminate nel Campo n° 7

HV6	Frequenza Hz	σ_f	Ampiezza	σ_A	Direzionalità	Classe di qualità
F0	1.8		4		ASSENTE	B
F1	5.7	5.6	16	1.4	ASSENTE	B
F2	22		15		ASSENTE	B

L'analisi dei microtremori attraverso la tecnica *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (H.V.S.R.) consente di mettere in luce fenomeni di risonanza sismica e di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può essere amplificato (frequenza fondamentale di risonanza del terreno, f_0).

Il metodo consente inoltre di valutare qualitativamente l'entità dell'amplificazione (ampiezza del picco H.V.S.R. alla frequenza f_0), anche se l'ampiezza del picco H.V.S.R. è una grandezza da interpretare con cautela, e di fornire una stima indicativa sulla profondità del contrasto di impedenza che causa la risonanza sismica.

I risultati delle indagini H.V.S.R. da microtremori hanno consentito di realizzare la *Carta delle frequenze naturali dei terreni* (Elab. C13.18 della allegata relazione geologica), hanno fornito informazioni utili a definire e delineare la *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica* (MOPS) ed hanno dato informazioni su locali criticità.

Dal punto di vista ingegneristico-strutturale il valore di risonanza del sottosuolo rappresenta un parametro fondamentale per una corretta progettazione sismica delle strutture. È ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le

sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio. Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi gli stessi periodi di vibrazione del terreno.

Tutte le valutazioni sulle condizioni di amplificazione di sito sono state effettuate considerando la finestra frequenziale di 0,1 - 20 Hz, in quanto risultano essere quelle di normale interesse ingegneristico-strutturale.

9.3 Modello geosismico del sottosuolo

La valutazione della risposta sismica locale, sia con approccio semplificato sia con modellazioni avanzate, non può prescindere da un'accurata ricostruzione del modello geosismico del sottosuolo tramite l'utilizzo di indagini geofisiche specifiche.

Le misurazioni effettuate hanno permesso di ricostruire un modello sismo-stratigrafico accurato e preciso per tutte le aree che saranno interessate dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, in quanto i segnali acquisiti si sono presentati quasi sempre privi di artefatti e, generalmente, con una elevata coerenza.

I risultati hanno evidenziato un modello geologico del sottosuolo abbastanza regolare, soprattutto per quanto riguarda le coperture. Lo spessore della coltre, come ben noto, contribuisce in maniera determinante nella valutazione della risposta sismica locale, amplificando gli effetti in modo considerevole. Tali amplificazioni saranno tanto più marcate quanto più elevati sono i contrasti di rigidità tra i vari sismostrati.

I terreni indagati si presentano caratterizzati da contrasti sismici di media-bassa intensità, poiché le coperture non sono molto addensate e le formazioni sottostanti sono discretamente rigide. In tutti i siti indagati si osservano importanti aumenti di velocità di propagazione delle onde S con la profondità e picchi H/V di elevato valore.

Risulta quindi evidente che la tipologia, il grado di addensamento delle coperture nonché lo spessore della stessa gioca un ruolo fondamentale nel moto sismico atteso in superficie e, in particolar modo, nel suo contenuto in frequenza. Quindi, una copertura di modesto spessore potrà amplificare il moto sismico alle alte frequenze, mentre spessori più elevati andranno a modificare l'ampiezza del moto alle frequenze più basse.

10. Analisi sismica dell'area di studio

10.1 Indicazione della zona sismogenetica

La Zonazione sismogenetica per il territorio nazionale, denominata ZS9, è stata eseguita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Meletti e G. Valensise - marzo 2004) che rappresenta il risultato di modifiche, accorpamenti ed elisioni delle numerose zone della precedente *Zonazione sismogenetica ZS4* (Scandone e Stucchi, 2000) e dell'introduzione di nuove zone (Fig. 13).



Fig. 13 – Zonazione sismogenetica ZS4

L'obiettivo di questa ricerca è stato la realizzazione di un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, tenendo in considerazione soprattutto le indicazioni e gli spunti che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatisi

successivamente alla predisposizione di ZS4, alcuni dei quali (tra gli altri Bormio 2000, Monferrato 2001, Merano 2001, Palermo 2002, Molise 2002) localizzati al di fuori delle zone-sorgente in essa definite.

La zonazione sismogenetica ZS9 è stata disegnata in maniera tale da soddisfare i seguenti requisiti:

- a) *essere basata sul pregresso modello ZS4;*
- b) *ricepire le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni;*
- c) *considerare ed analizzare i dati relativi a terremoti localizzati al di fuori delle zone sorgente definite in ZS4;*
- d) *essere utilizzabile con i dati di CPTI2;*
- e) *fornire una stima di profondità "efficace", definita come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;*
- f) *fornire per ogni ZS un meccanismo di fagliazione prevalente, utilizzabile con le relazioni di attenuazione classiche modificate secondo le procedure di Bommer et al., (2003).*

La Zonazione sismogenetica ZS9 è costituita da 36 zone-sorgente identificate con un numero (da 901 a 936) o con una lettera (da A ad F)

Oltre alla riduzione del numero di zone rispetto alla ZS4, la ZS9 è caratterizzata anche da modifiche dei limiti delle zone, che sono state effettuate tenendo conto dei nuovi dati relativi alle geometrie di singole sorgenti o di insiemi di queste. Si deve però tener presente che i confini geografici di molte zone di ZS9 rappresentano il frutto di un compromesso tra numerosi parametri, di conseguenza, sono affetti da un certo margine di incertezza.

Per far fronte a questa problematica, nella redazione di ZS9 si è fatto ricorso ai "bordi morbidi", cioè ad una fascia (definita in chilometri) di dimensioni variabili, nella quale si produce uno smussamento della distribuzione della pericolosità, producendo così gradienti meno accentuati ai confini tra le diverse ZS.

La geometria delle sorgenti sismogenetiche della Basilicata e, più in generale, l'Appennino Meridionale (zone da 56 a 64 in ZS4 e zone da 924 a 928 in ZS9), in seguito alla realizzazione della zonazione sismogenetica ZS9, è stata sensibilmente modificata rispetto a ZS4 (Rapolla, 2005).

La zona 927 include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla distensione generalizzata che, a partire da ca. 0.7 Ma, ha interessato l'Appennino meridionale (es. Patacca et al., 1990). Tale zona comprende tutte le precedenti zone di ZS4 coincidenti con il settore assiale della catena, fino al confine calabro-lucano (massiccio del Pollino).

La zona 57 di ZS4, corrispondente alla fascia costiera tirrenica, è stata in gran parte cancellata. Infatti si ritiene che, in caso di zonazione della fascia tirrenica, la sismicità non sarebbe tale da consentire una definizione affidabile dei tassi di sismicità. Peraltro, il contributo che verrebbe alla PGA sarebbe del tutto trascurabile rispetto agli effetti che su questa stessa zona verrebbero dall'attivazione di sorgenti nella zona 927.

La parte rimanente della zona 57, insieme alla zona 56 sono attualmente rappresentate dalla zona 928 (Ischia-Vesuvio), che include l'area vulcanica napoletana, con profondità ipocentrali comprese nei primi 5 km.

Nell'area al confine tra la catena e la Puglia, cioè l'area dell'avanfossa e dell'avampaese apulo, le nuove conoscenze sulla sismicità locale, suggerite dalla sequenza sismica del Molise del 2002 (Di Bucci e Mazzoli, 2003; Valensise et al., 2004), hanno comportato scelte che cambiano notevolmente le caratteristiche sismogenetiche dell'area ed hanno permesso di identificare sorgenti con direzione EW, caratterizzate da cinematica trascorrente.

E' stata così identificata:

- nell'area garganica una zona 924 (Molise-Gargano) orientata E-W, che include tutta la sismicità dell'area e la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva;
- una zona 925 (Ofanto) la cui geometria trae in parte spunto dalla zona 62 di ZS4, ad andamento WNW-ESE;
- la zona 926 (Basento) ad andamento E-W, definita dall'allineamento di terremoti a sismicità medio-bassa nell'area di Potenza.

L'area di studio ricade alla **Zona sismogenetica 925**

La *profondità efficace*, vale a dire quella profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità della zona, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, per queste zone è di **13 Km** (vedi relazione geologica)

10.2 Classificazione sismica di Montemilone

Il **Database Macrosismico Italiano** permette di visionare la storia sismica delle località italiane. La versione **DBMI15** è stata realizzata nell'ambito della linea di attività INGV T3 "Pericolosità sismica e contributi alla definizione del rischio" e quale contributo alle attività dell'Allegato A dell'Accordo quadro INGV-DPC 2012-2021.

La versione 2015 del Database Macrosismico Italiano (DBMI15), è consultabile liberamente all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>. L'utilizzo, anche parziale, del database è consentito a condizione che la fonte sia sempre citata come segue: *Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic*

Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>. L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano, chiamata DBMI15 v4.0, è stata rilasciata nel 2022 e aggiorna e sostituisce le precedenti.

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2020 e contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti.

Con l'entrata in vigore dell'O.P.C.M. 3274/03 è cambiato il livello energetico attribuito alle classi sismiche, per cui la "**Pericolosità Sismica**", espressa come intensità sismica in termini di accelerazione al suolo (ag/g), mette in luce nuovi valori di riferimento, notevolmente superiori rispetto a quelli precedentemente vigenti.

Di seguito è evidenziata la variazione di intensità sismica in termini di ag/g , a parità di classe sismica a scala nazionale (Gruppo di Lavoro MPS, 2001; 2004).

Classificazione Sismica (O.P.C.M. 3274/03)	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ag/g	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) ag/g	Classificazione Sismica (D.M. 19/01/96)	Coefficiente Sismico (S)
1	>0,25	0,35	1	0,1
2	0,15 - 0,25	0,25	2	0,09
3	0,05 - 0,15	0,15	3	0,06
4	<0,05	0,05	4	0

La mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica, disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che il territorio comunale di **Montemilone** rientra nelle zone contraddistinte da valori di ag di riferimento compresi tra **0.175 e 0.200** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento ag ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50)

11. Risposta sismica locale

Lo studio sugli effetti di sito è un aspetto fondamentale nella valutazione e mitigazione del rischio sismico. Tale studio si effettua in termini di risposta sismica locale, partendo dal concetto di amplificazione del moto sismico che si origina dal basamento roccioso (definito *bedrock* sismico) e che si propaga all'interno di un deposito sino a raggiungere la superficie.

Valutare questi effetti non è sempre del tutto facile anche perché, in molti casi, l'amplificazione è dovuta ai cosiddetti fenomeni di risonanza nei terreni stratificati posti al di sopra del *bedrock*, di riflessione e rifrazione delle onde sismiche nelle interfacce di discontinuità e tra mezzi a diversa densità, dove le onde vengono per così dire "intrappolate" e successivamente trasmesse allo strato

più superficiale generando così onde di tipo Love e di Rayleigh. A questi, poi, si aggiunge l'effetto di focalizzazione del raggio sismico nelle zone morfologicamente più acclive.

Sul territorio italiano la valutazione degli effetti della risposta sismica locale viene fatta sulla base delle vigenti norme tecniche per le costruzioni pubblicate in *GU n.42 del 20/02/2018 - Suppl. Ordinario n. 8*.

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono, dunque, a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, perché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della *risposta sismica locale*, cioè l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno (coefficienti S_s e C_c);
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza (coefficiente S_T).

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati. In tal caso si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC.

11.1 Categoria di sottosuolo

Il D.M. 17 gennaio 2018, al *Capitolo 3.2.2 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche)*, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa.

Esso propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque tipologie di suoli (A, B, C, D, E - Tabella 3.2.II), per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare, da individuare in relazione ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,eq}$).

Per situazioni riconducibili alle categorie definite in Tab. 3.2.II di cui al § 3.2.2 si può fare riferimento ad un approccio semplificato basato sui valori di velocità di propagazione delle onde

di taglio, V_s , che costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo di cui al § 6.2.2.

Tabella 3.2.II delle NTC – Categorie di sottosuolo

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

Di seguito sono riportate, secondo le indicazioni predisposte dalla normativa vigente, le operazioni di calcolo effettuate sulla base delle elaborazioni delle prospezioni sismiche M.A.S.W. eseguite e disponibili nelle aree esaminate e desunte dalla relazione geologica:

- Campo n°1 e Campo n°2: M.A.S.W. Mw7 e M.A.S.W. Mw8
- Campo n°3: M.A.S.W. Mw5 e M.A.S.W. Mw6
- Campo n°4: M.A.S.W. Mw3 e M.A.S.W. Mw4
- Campo n°5: M.A.S.W. Mw1 e M.A.S.W. Mw2
- Campo n°6: M.A.S.W. Mw11
- Campo n°7: M.A.S.W. Mw9 e M.A.S.W. Mw10

Nelle tabelle seguenti si indica con:

N_r = numero progressivo per ciascun sismostrato;

H = profondità;

h_i = spessori;

V_s = velocità onde di taglio

H_{calc} e h_{calc} sono rispettivamente la profondità e gli spessori ricalcolati partendo dal piano d'imposta delle fondazioni.

Campo 1 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw7

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V _s (m/s)	H _{calc} (m)	hi _{calc} (m)	hi _{calc} /V _s (s)
1	1,90	1,90	553,00	1,90	1,90	0,003436
2	4,50	2,60	584,00	4,50	2,60	0,004452
3	6,00	1,50	612,00	6,00	1,50	0,002451
4	10,30	4,30	633,00	10,30	4,30	0,006793
5	13,50	3,20	659,00	13,50	3,20	0,004856
6	18,90	5,40	744,00	18,90	5,40	0,007258
7	24,60	5,70	756,00	24,60	5,70	0,007540
8	30,00	5,40	791,00	30,00	5,40	0,006827

V_{s,eq} = **687,880** m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 1 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw8

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V _s (m/s)	H _{calc} (m)	hi _{calc} (m)	hi _{calc} /V _s (s)
1	2,10	2,10	358,00	2,10	2,10	0,005866
2	4,70	2,60	462,00	4,70	2,60	0,005628
3	6,00	1,30	498,00	6,00	1,30	0,002610
4	9,20	3,20	522,00	9,20	3,20	0,006130
5	13,70	4,50	612,00	13,70	4,50	0,007353
6	19,60	5,90	654,00	19,60	5,90	0,009021
7	24,00	4,40	679,00	24,00	4,40	0,006480
8	30,00	6,00	723,00	30,00	6,00	0,008299

V_{s,eq} = **583,80** m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 3 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw5

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V _s (m/s)	H _{calc} (m)	hi _{calc} (m)	hi _{calc} /V _s (s)
1	1,80	1,80	227,00	1,80	1,80	0,007930

2	4,00	2,20	282,00	4,00	2,20	0,007801
3	5,70	1,70	340,00	5,70	1,70	0,005000
4	10,30	4,60	389,00	10,30	4,60	0,011825
5	14,10	3,80	438,00	14,10	3,80	0,008676
6	19,40	5,30	482,00	19,40	5,30	0,010996
7	24,10	4,70	526,00	24,10	4,70	0,008935
8	30,00	5,90	602,00	30,00	5,90	0,009801

$V_{s,eq} = 422,75$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 3 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw6

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,70	1,70	201,00	1,70	1,70	0,008458
2	3,90	2,20	353,00	3,90	2,20	0,006232
3	5,80	1,90	405,00	5,80	1,90	0,004691
4	10,30	4,50	453,00	10,30	4,50	0,009934
5	14,10	3,80	502,00	14,10	3,80	0,007570
6	19,70	5,60	543,00	19,70	5,60	0,010313
7	24,50	4,80	603,00	24,50	4,80	0,007960
8	30,00	5,50	646,00	30,00	5,50	0,008514

$V_{s,eq} = 471,16$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 4 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw3

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,90	1,90	292,00	1,90	1,90	0,006507
2	3,70	1,80	296,00	3,70	1,80	0,006081
3	6,20	2,50	305,00	6,20	2,50	0,008197
4	9,30	3,10	386,00	9,30	3,10	0,008031
5	13,60	4,30	458,00	13,60	4,30	0,009389
6	19,00	5,40	502,00	19,00	5,40	0,010757
7	23,70	4,70	539,00	23,70	4,70	0,008720
8	30,00	6,30	620,00	30,00	6,30	0,010161

$V_{s,eq} = 442,20$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 4 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw4

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,80	1,80	332,00	1,80	1,80	0,005422
2	3,20	1,40	517,00	3,20	1,40	0,002708
3	5,90	2,70	562,00	5,90	2,70	0,004804
4	9,70	3,80	592,00	9,70	3,80	0,006419
5	14,20	4,50	630,00	14,20	4,50	0,007143
6	19,40	5,20	706,00	19,40	5,20	0,007365
7	24,30	4,90	723,00	24,30	4,90	0,006777
8	30,00	5,70	754,00	30,00	5,70	0,007560

$V_{s,eq} = 622,43$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 5 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw1

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,80	1,80	335,00	1,80	1,80	0,005373
2	4,30	2,50	345,00	4,30	2,50	0,007246
3	6,00	1,70	357,00	6,00	1,70	0,004762
4	9,70	3,70	370,00	9,70	3,70	0,010000
5	13,80	4,10	391,00	13,80	4,10	0,010486
6	19,00	5,20	422,00	19,00	5,20	0,012322
7	23,70	4,70	470,00	23,70	4,70	0,010000
8	30,00	6,30	537,00	30,00	6,30	0,011732

$V_{s,eq} = 417,12$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 5 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw2

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,70	1,70	151,00	1,70	1,70	0,011258
2	3,90	2,20	184,00	3,90	2,20	0,011957

3	6,00	2,10	226,00	6,00	2,10	0,009292
4	9,60	3,60	314,00	9,60	3,60	0,011465
5	14,10	4,50	385,00	14,10	4,50	0,011688
6	19,40	5,30	489,00	19,40	5,30	0,010838
7	24,20	4,80	583,00	24,20	4,80	0,008233
8	30,00	5,80	694,00	30,00	5,80	0,008357

$V_{s,eq} = 361,06$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 6 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw11

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,80	1,80	420,00	1,80	1,80	0,004286
2	3,40	1,60	474,00	3,40	1,60	0,003376
3	6,00	2,60	509,00	6,00	2,60	0,005108
4	9,80	3,80	543,00	9,80	3,80	0,006998
5	14,30	4,50	601,00	14,30	4,50	0,007488
6	19,50	5,20	681,00	19,50	5,20	0,007636
7	24,30	4,80	702,00	24,30	4,80	0,006838
8	30,00	5,70	753,00	30,00	5,70	0,007570

$V_{s,eq} = 608,54$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 7 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw9

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V_s (m/s)	H_{calc} (m)	hi_{calc} (m)	hi_{calc}/V_s (s)
1	1,90	1,90	368,00	1,90	1,90	0,005163
2	4,10	2,20	471,00	4,10	2,20	0,004671
3	6,40	2,30	585,00	6,40	2,30	0,003932
4	9,50	3,10	623,00	9,50	3,10	0,004976
5	13,40	3,90	642,00	13,40	3,90	0,006075
6	18,20	4,80	658,00	18,20	4,80	0,007295
7	23,80	5,60	672,00	23,80	5,60	0,008333
8	30,00	6,20	694,00	30,00	6,20	0,008934

$V_{s,eq} = 607,56$ m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Campo 7 - Categoria di sottosuolo calcolata dall'elaborazione della M.A.S.W. Mw10

Valori utilizzati per il calcolo della categoria di sottosuolo (§ 3.2.2 alle NTC 2018).

Nr.	H (m)	hi (m)	V _s (m/s)	H _{calc} (m)	hi _{calc} (m)	hi _{calc} /V _s (s)
1	1,90	1,90	423,00	1,90	1,90	0,004492
2	3,00	1,10	623,00	3,00	1,10	0,001766
3	4,50	1,50	678,00	4,50	1,50	0,002212
4	8,40	3,90	694,00	8,40	3,90	0,005620
5	13,70	5,30	702,00	13,70	5,30	0,007550
6	19,80	6,10	725,00	19,80	6,10	0,008414
7	25,60	5,80	731,00	25,60	5,80	0,007934
8	30,00	4,40	752,00	30,00	4,40	0,005851

V_{s,eq} = **684,3** m/s Categoria di sottosuolo: **B**

Nella tabella che segue si riepilogano le categorie di sottosuolo determinate per tutti i siti investigati:

Campo	M.A.S.W.	V _{s,eq} (m/s)	Litologia	Categoria di sottosuolo
1 e 2	Mw7	687,88	Conglomerati in matrice sabbiosa	B
	Mw8	583,80	(Formazione di San Gervasio)	B
3	Mw5	422,75	Conglomerati in matrice sabbiosa	B
	Mw6	471,16	(Formazione di San Gervasio)	B
4	Mw3	442,20	Sabbie con lenti di ghiaia (Formazione di San Marco)	B
	Mw4	622,43	Conglomerati in matrice sabbiosa (Formazione di San Gervasio)	B
5	Mw1	417,12	Conglomerati in matrice sabbiosa (Formazione di San Gervasio)	B
	Mw2	361,06	Sabbie con lenti di ghiaia (Formazione di San Marco)	B
6	Mw11	608,54	Conglomerati in matrice sabbiosa (Formazione di San Gervasio)	B
7	Mw9	607,56	Conglomerati in matrice sabbiosa	B
	Mw10	684,30	(Formazione di San Gervasio)	B

Osservando i risultati ottenuti, si nota che alcune prove MASW, pur avendo determinato la stessa categoria di sottosuolo e benchè eseguite sulle stesse litologie, hanno dato esiti disomogenei per quanto riguarda la velocità delle onde di taglio V_s .

11.2 Categoria Topografica

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 3.2.IV delle NTC – Categorie topografiche

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

Il sito che sarà interessato dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico è posto tra le quote di 165 e 190 m s.l.m. e si sviluppa su una superficie sub-pianeggiante. Per tale motivo esso rientra nella categoria topografica **T1**,

11.3 Condizioni di amplificazione stratigrafica e topografica

La pericolosità sismica di base viene determinata facendo riferimento alle ipotesi di sito di riferimento rigido, superficie topografica orizzontale e campo libero (*free field*).

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche determinano una modifica delle onde sismiche in superficie, in termini di ampiezza dell'oscillazione, durata e contenuto in frequenza.

Per tenere conto di questo aspetto, la normativa identifica cinque categorie di sottosuolo **A, B, C, D, E** e quattro categorie topografiche **T1, T2, T3, T4**.

La categoria di sottosuolo viene determinata, come visto, in funzione del valore che assume la velocità delle onde di taglio V_s nel sottosuolo (*Tab. 3.2.II delle NTC*), mentre la categoria topografica dalla morfologia che assume la superficie topografica (*Tab. 3.2.IV delle NTC*).

In merito all'amplificazione stratigrafica per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono **1,00** mentre per le categorie di sottosuolo **B, C, D, ed E** tali coefficienti possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T^*_c relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le

espressioni fornite nella *Tab. 3.2.V delle NTC*, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V delle NTC – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria Sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot ag/g \leq 1,60$	$1,10 \cdot (T^*c)^{-0,20}$

Nei casi in esame, avendo determinato una categoria di suolo **B** per tutti i "Campi" di sedime dell'impianto agrivoltaico, per ogni stato limite considerato, il coefficiente di amplificazione stratigrafica **S_s** ed il coefficiente **C_c** assumono i valori riportati nelle tabelle che seguono.

Campi n° 1 e n° 2	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 41,002984 Lon. 15,900083	SLO	1,200	1,389
	SLD	1,200	1,365
	SLV	1,158	1,311
	SLC	1,071	1,303

Campo n° 3	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 41,012851 Lon. 15,922646	SLO	1,200	1,390
	SLD	1,200	1,366
	SLV	1,156	1,313
	SLC	1,067	1,304

Campo n° 4	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 41,009893 Lon. 15,928196	SLO	1,200	1,389
	SLD	1,200	1,366
	SLV	1,157	1,313
	SLC	1,068	1,304

Campo n° 5	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 41,013782 Lon. 15,932528	SLO	1,200	1,390
	SLD	1,200	1,366
	SLV	1,156	1,313
	SLC	1,067	1,304

Campo n° 6	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 40,989819 Lon. 15,95802	SLO	1,200	1,389
	SLD	1,200	1,365
	SLV	1,165	1,311
	SLC	1,081	1,303

Campo n° 7	Stato Limite	Coefficiente S_s	Coefficiente C_c
Coordinate ED50 Lat. 40,992364 Lon. 15,961292	SLO	1,200	1,389
	SLD	1,200	1,365
	SLV	1,164	1,312
	SLC	1,079	1,303

Relativamente all'amplificazione topografica, per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera.

Tabella 3.2.VI delle NTC – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1		1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

Nel caso specifico, tutti i siti di del futuro impianto agrivoltaico sono posti su superfici pianeggianti o pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. Per tale motivo essi rientrano nella categoria topografica **T1**, a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a **1,00**.

12. Microzonazione sismica

La microzonazione sismica delle aree di studio è stata redatta in base alle disposizioni dell'art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 "Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica". Pertanto per lo studio di microzonazione dei siti che saranno interessati dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico è stato predisposto il secondo livello di approfondimento.

Si è fatto inoltre riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Per il comune di **Montemilone (PZ)** la nuova classificazione sismica è riportata nella tabella che segue.

Zona sismica	Nuova Zonazione	PGA subzona	Magnitudo	Distanza
OPCM 3274	Sismica	(g)		(Km)
2	2b	0.225	6.3	30

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche, con metodi semplificati (abachi e leggi empiriche), della modificazione locale del moto sismico in superficie (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali) e dei fenomeni di deformazione permanente (zone suscettibili di instabilità).

La sovrapposizione areale dei due fenomeni sopra descritti costituisce la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Elab. C13.21 della relazione geologica)" che nello specifico è stata redatta secondo quanto dettato dagli "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica" (ICMS).

I fattori di amplificazione locale sono stati valutati solo in base alla situazione litostratigrafica non essendoci nell'area di studio:

- ✓ zone suscettibili di instabilità di alcun tipo fra quelle previste negli "ICMS";
- ✓ condizioni topografiche che determinino fenomeni di amplificazione o altre contesti di incompatibilità quali bacini sepolti;
- ✓ situazioni litostratigrafiche con inversione di velocità con $V_s \text{ rig}/V_s \text{ sof} > 2$ con $V_s \text{ rig} > 500$ m/s;
- ✓ aree con deformazioni permanenti.

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche. Attualmente, in assenza di abachi regionali di riferimento sono stati impiegati gli abachi riportati al capitolo 3.2 Appendice 3 Volume 2 Parte III di ICMS. Gli abachi sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio. Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente $V_s = 800$ m/s (bedrock sismico). Il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante.

Questa suddivisione consente di descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi. Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 a 150 m, per un totale di 19 valori. La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre

l'intervallo tra 150 e 700 m/s per un totale di 10 valori. Per ognuno dei suddetti valori di velocità equivalente V_sH , sono stati considerati 3 diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g = bassa sismicità, 0.18g = media sismicità e 0.26g = alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo va fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Le amplificazioni ricavate sono espresse attraverso due fattori di amplificazione **FA** e **FV** da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e a alto periodo (FV).

Per la scelta dell'abaco di riferimento è necessario quindi conoscere quanto segue.

- a) Il valore di " **V_sH** " che rappresenta la velocità media delle onde di taglio dal substrato rigido (V_s 800m/s) posto a profondità "**H**" alla superficie.

Considerato che con le indagini sismiche eseguite nelle aree esaminate non è stato raggiunto il substrato rigido (bedrock sismico), il profilo di V_s con la profondità è stato estrapolato mantenendo il gradiente dell'ultimo tratto delle curve sperimentali delle prospezioni sismiche M.A.S.W. fino al raggiungimento di $V_s = 800$ m/s (Fig. 61).

Tale metodo è consigliato nell'Atto d'indirizzo 112/2007 per le analisi di III livello dalla Regione Emilia Romagna.

Noti "**H**" e " **V_{s30}** " per le aree investigate così come indicato nella relazione geologica (Fig. 14), dalla "Tabella 3.2 2 - Valori di V_{s30} (velocità equivalente nei primi 30 m) alle diverse profondità (H) corrispondenti alle diverse V_sH (velocità equivalenti su tutto lo spessore del deposito) per il profilo con pendenza intermedia - ICMS", si determina il " **V_sH** " alle varie profondità che, per i siti di studio, risulta essere come successivamente riportato (Fig. 15).

	Campi 1-2		Campo 3		Campo 4 Ovest	Campo 4 Est
M.A.S.W.	Mw7	Mw8	Mw5	Mw6	Mw4	Mw3
V _{S30} (m/s)	687,9	583,80	422,75	471,16	622,43	442,2
V _{S30} media (m/s)	635,84		446,96		622,43	442,20

	Campo 5 Ovest	Campo 5 Est	Campo 6	Campo 7	
M.A.S.W.	Mw1	Mw2	Mw11	Mw19	Mw10
V _{S30} (m/s)	417,12	361,06	608,54	607,56	684,30
V _{S30} media (m/s)	417,12	361,06	608,54	645,93	

Fig. 14 – Valori medi delle V_{S30} per i siti investigati

Campi	Profondità H	V _{S30} media (m/s)	V _{sH} (m/s)
Campo 1-2	35	635,84	600
Campo 3	50	446,96	500
Campo 4 Ovest	40	622,43	600
Campo 4 Est	40	442,20	450
Campo 5 Ovest	50	417,12	450
Campo 5 Est	35	361,06	400
Campo 6	35	608,54	600
Campo 7	50	645,93	700

Fig. 15 – Determinazione dei valori di V_{sH} alle varie profondità per i siti investigati

- Il **valore di ag(g)**, la "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" di cui alla L.R. 9/2001 attribuisce a Montemilone una PGA di subzona pari a 0.225g, pertanto si considererà l'abaco relativo alla ag(g) pari a **0.26g**.
- Il **litotipo prevalente** che sulla base dei dati delle indagini eseguite e dalle caratteristiche formazionali dei depositi presenti sono costituiti in modo prevalente da **ghiaie e sabbie**.
- Il **profilo di velocità**, in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al "**profilo variabile linearmente con pendenza intermedia**".

I valori di **FA** e **FV** per ogni singolo sito investigato (Fig. 16), ricavati dall'utilizzo degli abachi ICMS (Figg. 67-68-69-70), sono appresso riportati.

Microzonazione Sismica Livello 2							
Abaco ICMS							
Montemilone (PZ)	VsH (m/s)	H (m)	a _g (g)	Tipo di terreno	Profilo di velocità	FA	FV
Campi 1-2	600	35	0,225	Ghiaia	L i n d e r e a	1,22	1,11
Campo 3	500	50		Ghiaia		1,27	1,43
Campo 4 Ovest	600	40		Ghiaia		1,21	1,14
Campo 4 Est	450	40		Sabbia		1,35	1,55
Campo 5 Ovest	450	50		Ghiaia		1,31	1,59
Campo 5 Est	400	35		Sabbia		1,46	1,66
Campo 6	600	35		Ghiaia		1,22	1,11
Campo 7	700	50		Ghiaia		1,07	1,09

Fig. 16 – Determinazione dei valori di FA e FV per i siti investigati

12.1 Valutazione dell'azione sismica e relativi parametri

L'entrata in vigore delle Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC D.M. 17.01.2018, a cui si rimanda per maggiori dettagli) ha imposto di procedere ad una diversa definizione del profilo stratigrafico dei suoli di fondazione, in funzione delle azioni sismiche di progetto (cfr. N.T.C. C3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI). La pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria **A**) (cfr. NTC § 3.1.2) con superficie topografica orizzontale (di categoria **T1**), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata PVR, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima attesa (*ag*) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. È possibile anche descrivere il terremoto in forma di accelerogrammi, ovviamente questi devono essere compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico del sito.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica PVR:

- *ag* = accelerazione massima al sito;
- *Fo* = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- *TC** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle *NTC*, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria **A**) con superficie topografica orizzontale (di categoria **T1**), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{vg} , si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle *NTC*, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle *NTC* sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

1. a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
2. F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
3. T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

12.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Gli stati limite, sia di *esercizio* (**SLD** – Stato Limite di **D**anno ed **SLO** – Stato Limite di immediata Operatività) che *ultimi* (**SLV** – Stato Limite della **V**ita ed **SLC** – Stato Limite di prevenzione del **C**ollasso) consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limiti ordinati per azione sismica crescente (*SLO, SLD, SLV, SLC*), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'insieme della struttura.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (Tabella 3.2.1 delle *NTC*) valori della probabilità di superamento P_{vg} pari rispettivamente a **81%**, **63%**, **10%** e **5%**. La pericolosità sismica in un generico sito, dunque, deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le *NTC* e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle *NTC*, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

La pericolosità sismica di un sito, quindi, è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “*periodo di riferimento*” V_R e la probabilità è denominata “*probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*” P_{Vg} . Per il sito oggetto di studio è stata effettuata la valutazione della risposta sismica locale, secondo i dettami del D.M. del 17.01.2018, tramite l’utilizzo del software sperimentale *EXCEL SPETTRI NTC 1.0.3* sviluppato e messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Questo software fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri:

- *FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (sulla base del progetto S1 - INGV).*
- *FASE 2 - Scelta della strategia di progettazione.*
- *FASE 3 - Determinazione dell’azione di progetto.*

Di seguito, quindi, si illustra la pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria **A** e superficie topografica orizzontale **T1**.

Le coordinate geografiche (in gradi decimali) dei siti (prese nel baricentro dei rispettivi lotti di terreno) sono state convertite dal sistema *WGS84* al sistema di riferimento *ED50*, in quanto il reticolo dei punti che determina la pericolosità sismica di base (*Allegato B delle NTC 2018*) è ancorata al sistema *ED50* e, dato che il reticolo *NTC18* è un campionamento della stessa, ne consegue che il reticolo è anche ancorato all’ellissoide *ED50*.

Per quanto riguarda la strategia di progettazione (**FASE 2**), su indicazione del progettista, si è valutato il periodo di riferimento V_R delle opere da realizzare in **50 anni**, ottenuto come prodotto tra la vita nominale V_N (**50 anni**) ed il valore del coefficiente d’uso C_U (**1,0**) che compete alla classe d’uso delle opere di progetto (Classe II). In questo modo si sono ricavati, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{Vg} nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma ed i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c .

Infine, relativamente alla determinazione dell’azione di progetto (**FASE 3**), in questa sede ci si limita a fornire al progettista il fattore **S** di incremento dell’accelerazione sismica massima a_g che è un coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche.

A tal proposito, infatti, il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell’azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante la sola accelerazione massima attesa, mediante l’intero spettro di risposta o mediante storie temporali dell’accelerazione (accelerogrammi).

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell’azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta

massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione $T \leq 4$ s ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno. La forma spettrale per le componenti orizzontali è definita mediante le stesse espressioni fornite dall'EN1998 nelle quali, tuttavia, non si è assunto un singolo valore per l'amplificazione massima ma si è fornita tale grandezza, F_0 , in funzione della pericolosità del sito insieme alle grandezze ag , T_C e, conseguentemente, T_B , T_D .

Per la componente verticale, invece, le uniche grandezze fornite in funzione della pericolosità del sito sono l'accelerazione massima, posta pari alla massima accelerazione orizzontale del suolo ag , e l'amplificazione massima F_v , espressa come funzione di ag . La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta.

Specificamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente $S = S_S \times S_T$ che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (S_S) e topografica (S_T). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo T_C di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente C_C , dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo.

A parità di categoria di sottosuolo, l'andamento di S_S con $F_0 \cdot ag$ è caratterizzato da due tratti orizzontali, rispettivamente per bassi ed elevati valori di pericolosità sismica; tali tratti sono raccordati da un segmento di retta che descrive il decremento lineare di S_S con $F_0 \cdot ag$. In genere, a parità di pericolosità del sito ($F_0 \cdot ag$), i valori di S_S si incrementano al decrescere della rigidezza del sottosuolo, passando dal sottosuolo di categoria A al sottosuolo di categoria E.

In particolare, per $F_0 \cdot ag < 0.78g$, il sottosuolo di categoria D mostra amplificazioni maggiori delle altre categorie di sottosuolo, mentre, per $0.78g \leq F_0 \cdot ag < 1.17g$ i fenomeni di amplificazione sono più marcati per il sottosuolo di categoria C. A parità della categoria di sottosuolo, il coefficiente C_C decresce al crescere di T_C^* e, conseguentemente, l'effetto di amplificazione massima si sposta verso periodi più brevi e si riduce l'estensione del tratto orizzontale caratterizzato da ordinata spettrale massima. In genere, a parità di T_C^* , i valori di C_C si incrementano al decrescere della rigidezza del sottosuolo, ovvero passando dal sottosuolo di categoria A al sottosuolo di categoria E.

Il sottosuolo di categoria D presenta, nell'intervallo di valori di interesse, valori di T_C maggiori di quelli relativi alle altre categorie di sottosuolo.

CAMPO N°1 e CAMPO N°2

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°1 e il Campo n°2

Sito 1 ID: 32337	Lat: 41,0099	Lon: 15,8755	Distanza: 2203,830
Sito 2 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 3544,568
Sito 3 ID: 32560	Lat: 40,9586	Lon: 15,9398	Distanza: 5958,620
Sito 4 ID: 32559	Lat: 40,9600	Lon: 15,8736	Distanza: 5274,632

Latitudine = 41,002984 N

Longitudine = 15,900083 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,900083 – Lat. 41,002984 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di ag per il fattore S di incremento dell'accelerazione sismica massima ag ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "Campo n°1" e il "Campo n°2" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°1 e Campo n°2

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,065	0,0780
SLD	101	1,200	1	1,200	0,085	0,1020
SLV	949	1,158	1	1,158	0,251	0,2907
SLC	1950	1,071	1	1,071	0,351	0,3759

CAMPO N°3

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°3

Sito 1 ID: 32337	Lat: 41,0099	Lon: 15,8755	Distanza: 3969,860
Sito 2 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 1667,781
Sito 3 ID: 32116	Lat: 41,0585	Lon: 15,9436	Distanza: 5371,817
Sito 4 ID: 32115	Lat: 41,0599	Lon: 15,8773	Distanza: 6470,701

Latitudine = 41,012851 N

Longitudine = 15,922646 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,922646 – Lat. 41,012851 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di ag per il fattore S di incremento dell'accelerazione sismica massima ag ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "**Campo n°3**" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°3

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,065	0,0780
SLD	101	1,200	1	1,200	0,086	0,1032
SLV	949	1,156	1	1,156	0,255	0,2948
SLC	1950	1,067	1	1,067	0,357	0,3809

CAMPO N°4

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°4

Sito 1 ID: 32337	Lat: 41,0099	Lon: 15,8755	Distanza: 4422,418
Sito 2 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 1141,523
Sito 3 ID: 32116	Lat: 41,0585	Lon: 15,9436	Distanza: 5557,634
Sito 4 ID: 32115	Lat: 41,0599	Lon: 15,8773	Distanza: 7012,863

Latitudine = 41,009893 N
 Longitudine = 15,928196 E
 Categoria di suolo = A
 Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,928196– Lat. 41,009893 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di ag per il fattore S di incremento dell'accelerazione sismica massima ag ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "Campo n°4" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°4

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,065	0,0780
SLD	101	1,200	1	1,200	0,085	0,1020
SLV	949	1,157	1	1,157	0,254	0,2939
SLC	1950	1,068	1	1,068	0,356	0,3802

CAMPO N°5

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°5

Sito 1 ID: 32337	Lat: 41,0099	Lon: 15,8755	Distanza: 4804,790
Sito 2 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 964,743
Sito 3 ID: 32116	Lat: 41,0585	Lon: 15,9436	Distanza: 5059,021
Sito 4 ID: 32115	Lat: 41,0599	Lon: 15,8773	Distanza: 6912,899

Latitudine = 41,013782 N
 Longitudine = 15,932528 E
 Categoria di suolo = A
 Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,932528 – Lat. 41,013782 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di ag per il fattore S di incremento dell'accelerazione sismica massima ag ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "**Campo n°5**" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°5

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,065	0,0780
SLD	101	1,200	1	1,200	0,085	0,1020
SLV	949	1,156	1	1,156	0,255	0,2948
SLC	1950	1,067	1	1,067	0,357	0,3809

CAMPO N°6

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°6

Sito 1 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 2491,815
Sito 2 ID: 32339	Lat: 41,0071	Lon: 16,0079	Distanza: 4605,365
Sito 3 ID: 32561	Lat: 40,9571	Lon: 16,0059	Distanza: 5424,150
Sito 4 ID: 32560	Lat: 40,9586	Lon: 15,9398	Distanza: 3799,898

Latitudine = 40,989819 N

Longitudine = 15,95802 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,95802 – Lat. 40,989819 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di ag per il fattore S di incremento dell'accelerazione sismica massima ag ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "**Campo n°6**" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°6

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,063	0,0756
SLD	101	1,200	1	1,200	0,083	0,0996
SLV	949	1,165	1	1,165	0,243	0,2831
SLC	1950	1,081	1	1,081	0,340	0,3675

CAMPO N°7

FASE 1 - Individuazione della pericolosità del sito (Progetto S1-INGV). Pericolosità sismica in condizioni di campo libero e riferita a suolo di categoria A e superficie topografica orizzontale T1

Si determina la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si determinano i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto:

Siti di riferimento per il Campo n°7

Sito 1 ID: 32338	Lat: 41,0085	Lon: 15,9417	Distanza: 2437,217
Sito 2 ID: 32339	Lat: 41,0071	Lon: 16,0079	Distanza: 4240,194
Sito 3 ID: 32561	Lat: 40,9571	Lon: 16,0059	Distanza: 5424,511
Sito 4 ID: 32560	Lat: 40,9586	Lon: 15,9398	Distanza: 4171,898

Latitudine = 40,992364 N

Longitudine = 15,961292 E

Categoria di suolo = A

Superficie topografica = T1

Coordinate del sito = Long. 15,961292 – Lat. 40,992364 (in gradi decimali)

In definitiva, il valore dell'accelerazione massima in campo libero (a_{max}), dato dal prodotto di **ag** per il fattore **S** di incremento dell'accelerazione sismica massima ($S = S_s \times S_T$), calcolata per il "**Campo n°7**" per la strategia di progettazione scelta, assume i seguenti valori:

Valore dell'accelerazione sismica massima in campo libero (a_{max}) – Campo n°7

Stato Limite	Tr	Coefficiente S_s	Coefficiente S_T	$S = S_s \times S_T$	ag	$a_{max} = ag \times S$
SLO	60	1,200	1	1,200	0,063	0,0756
SLD	101	1,200	1	1,200	0,083	0,0996
SLV	949	1,164	1	1,164	0,244	0,2840
SLC	1950	1,079	1	1,079	0,342	0,3690

13. Verifica delle pericolosità dovuti agli effetti cosismici

In relazione a possibili scenari di pericolosità, oltre a fenomeni di amplificazione locale si possono registrare veri e propri fenomeni di instabilità dei terreni. Questi insorgono quando le forze (azioni) indotte da un terremoto superano la resistenza al taglio dei terreni provocandone la rottura. L'approccio a tale situazione reale consiste nell'individuare le condizioni di potenziale instabilità del terreno ed il margine di sicurezza rispetto a tale situazione in occasione dell'evento sismico atteso.

I terreni sottoposti a potenziale instabilità sono definiti sismicamente instabili, in cui gli sforzi ciclici indotti dal terremoto di riferimento uguagliano o superano la resistenza al taglio del terreno stesso che, non essendo in grado di trasmettere gli sforzi indotti, subisce collassi e rotture. Generalmente tali terreni sono caratterizzati da proprietà meccaniche molto scadenti, basse resistenze al taglio ed elevate deformabilità. I possibili effetti che un terremoto può provocare in un determinato sito, in rapporto alle condizioni locali sono:

- fenomeni di liquefazione in terreni granulari fini;
- fenomeni di densificazione in terreni incoerenti, nonché asciutti o parzialmente saturi;
- movimenti franosi lungo pendii;
- cedimenti in terreni argillosi soffici;
- scorrimenti e cedimenti differenziali in corrispondenza di contatti geologici o di faglie.

I fenomeni sovraelencati sono imputabili principalmente alle proprietà geotecniche dei terreni e all'interazione fra onde sismiche e natura dei depositi.

Esiste un'abbondante bibliografia, a livello nazionale ed internazionale, relativa agli effetti cosismici indotti da terremoti sia di storico che di recente accadimento, di moderata o elevata magnitudo/intensità. Oltre alla descrizione dei fenomeni ed alla ricostruzione dei meccanismi che presiedono al verificarsi di tali effetti di superficie, che corrispondono sempre a deformazioni di natura permanente del terreno e quindi a condizioni di rottura a seguito di sollecitazioni sismiche, tali studi sono volti alla definizione della occorrenza di ciascuna categoria di effetti in relazione a parametri quali: magnitudo dell'evento, distanza epicentrale ovvero distanza dalla linea di rottura desunta dalla distribuzione degli after-shock, accelerazione di picco (PGA), ecc..

13.1 Stabilità nei confronti della liquefazione

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano in genere depositi sabbiosi saturi e dipendono principalmente da:

- *proprietà geotecniche dei terreni;*
- *caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata;*

- *genesi e storia geologica dei terreni.*

Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante.

Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione.

La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Il fenomeno della liquefazione si origina preferibilmente in sedimenti posti tra 1,0 m e 20,0 m di profondità dal piano campagna, come chiarisce la Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*".

Le NTC richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Il D.M. 17.01.2018 contiene al punto 7.11.3.4.2 le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione dei terreni. Una valutazione semplificata della suscettibilità può essere ottenuta considerando le seguenti condizioni:

1. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
 - *profondità media stagionale della falda*
 - *tipo di deposito.*

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*

2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$, dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 KPa, e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata a una tensione di verticale di 100 KPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 16 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 58 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

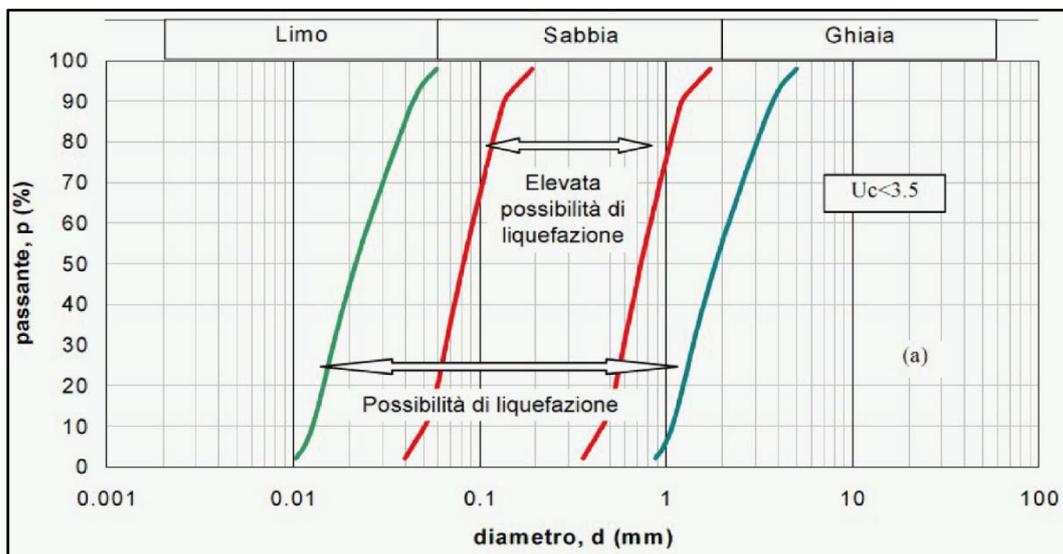


Fig. 16 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ($U_c < 3,5$)

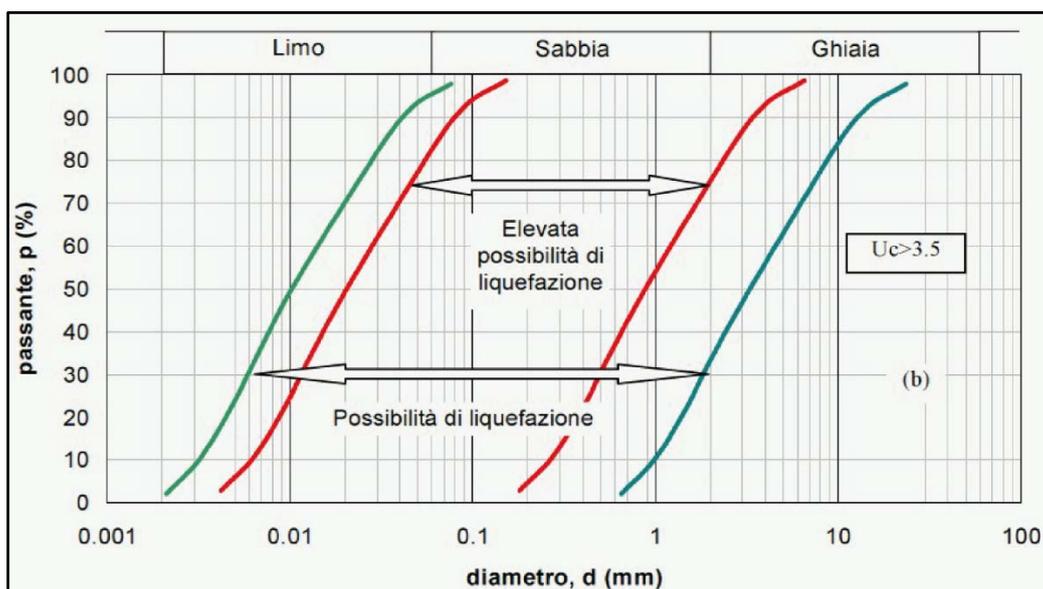


Fig. 17 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ($U_c > 3,5$)

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Quando nessuna delle condizioni risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

La verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e la sollecitazione indotta dal terremoto di progetto. La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio.

La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità di interesse.

Analizzando la relazione geologica allegata al progetto si evince che i dati disponibili per l'analisi dei quattro elementi predisponenti alla liquefazione sono riportati i seguito.

1. Condizione 1: accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g.

La condizione 1 non risulta soddisfatta in quanto:

I siti in esame ricadono in una categoria di sottosuolo B ed E (cfr. Capitolo 10), in riferimento al valore di V_{s30} misurato a partire dal piano campagna. Per gli stessi siti è stato calcolato, per lo stato limite SLV, quanto segue:

Campo n°1 e Campo n°2

✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di a_g è pari a 0,251 ($F_0 = 2,407$ e $T_c^* = 0,415$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,158 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,158$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $a_g (0,251) \times S (1,158) = \mathbf{0,2907}$.

Campo n°3

✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di a_g è pari a 0,255 ($F_0 = 2,394$ e $T_c^* = 0,413$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,156 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,156$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $a_g (0,255) \times S (1,156) = \mathbf{0,2948}$.

Campo n°4

✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di a_g è pari a 0,254 ($F_0 = 2,395$ e $T_c^* = 0,413$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima

a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,157 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,157$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $ag (0,254) \times S (1,157) = \mathbf{0,2939}$.

Campo n°5

- ✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di ag è pari a 0,255 ($F_o = 2,392$ e $T_c^* = 0,412$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,156 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,156$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $ag (0,255) \times S (1,156) = \mathbf{0,2948}$.

Campo n°6

- ✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di ag è pari a 0,243 ($F_o = 2,417$ e $T_c^* = 0,416$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,165 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,165$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $ag (0,243) \times S (1,165) = \mathbf{0,2831}$.

Campo n°7

- ✓ Per un terremoto con periodo di ritorno di 949 anni, su suolo di categoria A, il valore di ag è pari a 0,244 ($F_o = 2,414$ e $T_c^* = 0,415$). L'incremento dell'accelerazione sismica massima a_{max} , attesa al piano campagna, è dato dall'espressione $S = S_s \times S_T$. Nel caso in esame S_s assume il valore di 1,164 ed S_T è pari a 1,000, da cui si ricava che $S = 1,164$. Pertanto, l'accelerazione a_{max} attesa al piano campagna è $ag (0,244) \times S (1,164) = \mathbf{0,2840}$.

2. **Condizione 2: profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.**

La condizione 2 risulta soddisfatta in quanto:

- ✓ Dalle indagini eseguite in sito e dall'analisi della bibliografia disponibile per l'area di studio, si evince che la profondità media stagionale della falda è superiore a 15,00 m dal piano campagna.

Per tale motivo ai sensi del D.M. 17.01.2018 - punto 7.11.3.4.2, è possibile omettere la verifica a liquefazione.

14. Criticità geologica e geomorfologica dell'area di studio

Per quanto riguarda la criticità geologica e geomorfologica del territorio in esame, in ottemperanza alla L.R. 23/99 e al suo Regolamento di Attuazione, è stata redatta la "Carta di sintesi dei tematismi geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici" (Elab. C13.22).

Tale carta rappresenta la sintesi e la sovrapposizione della carta geolitologica, geomorfologica e idrogeologica e, nel contempo, riporta la caratterizzazione sismica del territorio che sarà interessato dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, differenziata in classi riferite alle esigenze e/o possibilità di tutela, uso e trasformabilità in funzione delle criticità e delle problematiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche, includendo i rischi conseguenti riscontrati durante l'analisi.

La citata legge regionale indica lo schema della legenda da utilizzare per la redazione di questo elaborato che è il seguente:

I - AREE NON CRITICHE

- Ia: aree di pianura (aree non esondabili ed esenti da criticità idrauliche o idrologiche).
- Ib: aree su versante (esenti da problematiche di stabilità).
- Ic: aree costiere (esenti da problematiche di erosione).

II - AREE CON CRITICITA' PUNTUALI E MODERATE

- IIa: aree di pianura (aree non esondabili, con fenomeni di erosione localizzati).
- IIb: aree su versante (globalmente stabili, con modesti fenomeni di instabilità puntuale).
- IIc: aree costiere (con problematiche puntuali di erosione)

III - AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO MEDIO E DIFFUSO

- IIIa: aree di pianura (aree esondabili per piene straordinarie e/o con fenomeni di erosione diffusa).
- IIIb: aree su versante (versanti in stabilità precaria).
- IIIc: aree costiere (con problematiche diffuse di erosione).

IV - AREE CON CRITICITA' DI LIVELLO ELEVATO SIA PUNTUALI CHE DIFFUSE

- Iva: aree di pianura (aree esondabili per piene ordinarie e/o con fenomeni di erosione attiva).
- IVb: aree su versante (instabili per presenza di frane attive e/o di fenomeni erosivi intensi).
- IVc: aree costiere (con erosione attiva a danno dei litorali e/o delle coste rocciose).

I territori interessati dalle opere dell'impianto agrivoltaico di progetto rientrano nelle "**Aree non critiche Ib**", che nella "Carta di sintesi" sono state differenziate nel modo di seguito descritto.

- **Aree Ib1:** aree non critiche ubicate su versanti con pendenze < di 15° o su superfici pianeggianti esenti da problematiche di stabilità, costituite da sabbie da medie a grossolane e intercalazioni di lenti ghiaiose aventi buone caratteristiche geotecniche. Nell'ambito del PAI dell'ex Autorità di Bacino interregionale della Puglia le aree dell'impianto agrivoltaico, il cavidotto di connessione alla rete e le opere annesse non rientrano in aree perimetrate a pericolosità geomorfologica e/o idraulica. Dal punto di vista sismico tali aree rientrano nella categoria di sottosuolo B e nella categoria topografia T1 e sono da considerarsi zone stabili suscettibili di amplificazione locale di tipo stratigrafico.
- **Aree Ib2:** aree non critiche ubicate su superfici pianeggianti esenti da problematiche di stabilità, costituite da conglomerati clasto - e matrice sostenuti, massivi, con a luoghi lenti sabbioso-siltose e livelli argilloso-siltosi aventi buone caratteristiche geotecniche. Nell'ambito del PAI dell'ex Autorità di Bacino interregionale della Puglia le aree dell'impianto agrivoltaico, il cavidotto di connessione alla rete e le opere annesse non rientrano in aree perimetrate a pericolosità geomorfologica e/o idraulica. Dal punto di vista sismico tali aree rientrano nella categoria di sottosuolo B e nella categoria topografia T1 e sono da considerarsi zone stabili suscettibili di amplificazione locale di tipo stratigrafico.

15. Carichi Agenti

Nel presente paragrafo vengono definiti i carichi, nominali e/o caratteristici relativo all'intervento in oggetto ed in particolare le sollecitazioni da considerare sono:

1. Peso proprio degli elementi strutturali;
2. Carichi permanenti non strutturali e apparecchiature;
3. Carichi variabili legati alla destinazione d'uso;
4. Azione sismica;
5. Azione della neve;
6. Azione del vento.

Peso proprio degli elementi strutturali

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali della costruzione

In particolare, sono stati utilizzati i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato: 2.500 kg/m^3
- acciaio: 7.850 kg/m^3

Carichi permanenti non strutturali e apparecchiature

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi presenti sulla costruzione durante il suo normale esercizio, quali quelli relativi a impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali non strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti non strutturali della costruzione. I pesi dell'unità di volume dei materiali non strutturali possono essere ricavati dalla Tab. 3.1.I del par. 3.1.2 delle NTC 2018, oppure da specifiche indagini sperimentali o da normative o da documenti di comprovata validità, trattando i valori nominali come valori caratteristici. Ricadono in questa tipologia i pesi propri delle apparecchiature e delle strutture prefabbricate.

Carichi variabili legati alla destinazione d'uso

I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k
- carichi verticali concentrati Q_k
- carichi orizzontali lineari H_k

I valori nominali e/o caratteristici di q_k , Q_k ed H_k sono riportati nella Tab. 3.1.II. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di rilevanti amplificazioni dinamiche della risposta delle strutture.

Azione sismica

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

La pericolosità sismica in un generico sito è valutata:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (minore di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente modellata per tener conto delle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nell'area di intervento e dalla morfologia della superficie, tali condizioni locali caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Nel presente progetto, l'azione sismica è stata valutata tenendo conto dei seguenti parametri come già riportata nei paragrafi precedenti:

- 1) Latitudine;
- 2) Longitudine;
- 3) Classe d'uso: Seconda (Punto 2.4.2 del D.M. 17/01/2018);
- 4) Vita nominale 50 anni (Punto 2.4.1 del D.M. 17/01/2018);
- 5) Categoria di suolo B
- 6) Superficie topografica T1
- 7) Coefficiente di amplificazione topografica: 1,0 (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018)

Azioni della neve

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

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

dove:

q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Si assume che il carico della neve agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico della neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona, per quanto riguarda la Provincia di Napoli essa è posta in zona III.

Zona III

Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia-Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo:

$$\begin{array}{ll} q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2 & a_s \leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s > 200 \text{ m} \end{array} \quad [3.4.5]$$

Poiché i siti in oggetto si trovano a diversa quota si sono accorpati in tre lotti aventi caratteristiche geologiche simili, tali da non incidere in maniera significativa. Inoltre all'interno del singolo lotto si prendono a riferimento, a vantaggio di sicurezza le caratteristiche geologiche più scadenti. I lotti sono così costituiti:

- Lotto 1: campo 1 e campo 2;
- Lotto 2: campo 3, campo 4 e campo 5;
- Lotto 3: campo 6 e campo 7;

LOTTO 1

Poiché il sito in oggetto si trova a circa 360 m sul livello del mare si assume:

$$q_{sk} = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente C_E , a vantaggio di sicurezza, secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, è stato assunto pari a 1.

Il coefficiente termico C_t , secondo le disposizioni al punto 3.4.5, poiché si è in assenza di uno specifico e documentato studio, è stato assunto pari a 1.

LOTTO 2

Poiché il sito in oggetto si trova a circa 350 m sul livello del mare si assume:

$$q_{sk} = 0,78 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente C_E , a vantaggio di sicurezza, secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, è stato assunto pari a 1.

Il coefficiente termico C_t , secondo le disposizioni al punto 3.4.5, poiché si è in assenza di uno specifico e documentato studio, è stato assunto pari a 1.

LOTTO 3

Poiché il sito in oggetto si trova a circa 397 m sul livello del mare si assume:

$$q_{sk} = 0,86 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente C_E , a vantaggio di sicurezza, secondo le disposizioni della tabella 3.4.I, è stato assunto pari a 1.

Il coefficiente termico C_t , secondo le disposizioni al punto 3.4.5, poiché si è in assenza di uno specifico e documentato studio, è stato assunto pari a 1.

Azioni del vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti, calcolate come di seguito riportato.

Le azioni statiche del vento determinano pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione tra quella agente sulla superficie esterna e quella sulla superficie interna dell'elemento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione.

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = q_r C_e C_p C_d$$

dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6 delle NTC;

c_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7 delle NTC;

c_p è il coefficiente di pressione di cui al § 3.3.8 delle NTC

c_d è il coefficiente dinamico di cui al § 3.3.9 delle NTC

La pressione cinetica di riferimento q_r è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2$$

dove

v_r è la velocità di riferimento del vento di cui al § 3.3.2 delle NTC;

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³.

La velocità di riferimento v_r è riferita al periodo di ritorno di progetto:

$$v_r = v_b \times c_r$$

Dove

v_b è la velocità base di riferimento, di cui al § 3.3.1 delle NTC;

c_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R , in mancanza di specifiche indagini, è deducibile dalla seguente relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove T_R è il periodo di ritorno espresso in anni

Ove non specificato diversamente, si assumerà $T_R = 50$ anni, cui corrisponde $c_r = 1$

La velocità di base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, misurata a 10 m dal suolo su un terreno con categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni. In mancanza di adeguate indagini statistiche è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \times c_a$$

Dove

$v_{b,0}$ è la velocità base al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona della zona in cui sorge la costruzione;

c_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla seguente relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \quad \text{per } a_0 < a_s < 1500 \text{ m}$$

dove:

a_0 , k_s sono riportati nella tabella tab. 3.3.I del D.M. 17/01/2018 in funzione della zona ove sorge la costruzione; a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m s.l.m.) del sito ove sorge la costruzione

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

LOTTO 1

Nel caso in esame l'area in progetto ha un'altitudine a_s pari a circa 360 m s.l.m. e, in riferimento alla tabella 3.3.I ricade all'interno della zona 3; per cui risulta:

$$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 500 \text{ m}$$

$$k_s = 0,37.$$

Pertanto la velocità del vento associata al periodo di ritorno di progetto $T_r = 50$ anni, per l'altezza del sito esaminato è pari a:

$$v_r = 27,02 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento q_r pertanto è:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 27^2 = 456,29 \text{ N/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito su cui sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II delle NTC in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia assunto generalmente pari ad 1.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_t	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

La categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III. Nelle fasce entro 40 km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

Il coefficiente di topografia c_t è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorge nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

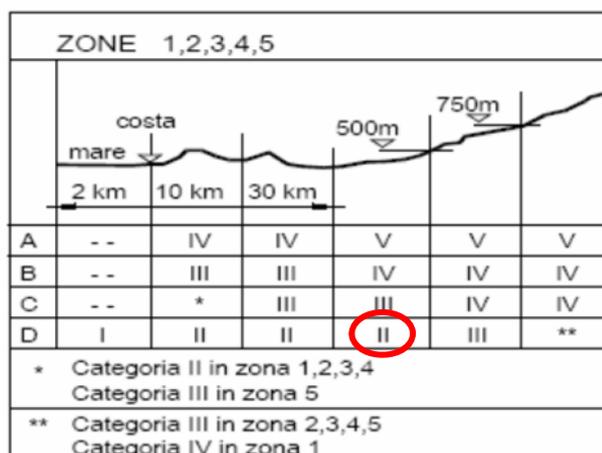


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

In questo caso, la Fig. 3.3.3 riporta le leggi di variazione di c_e per le diverse categorie di esposizione.

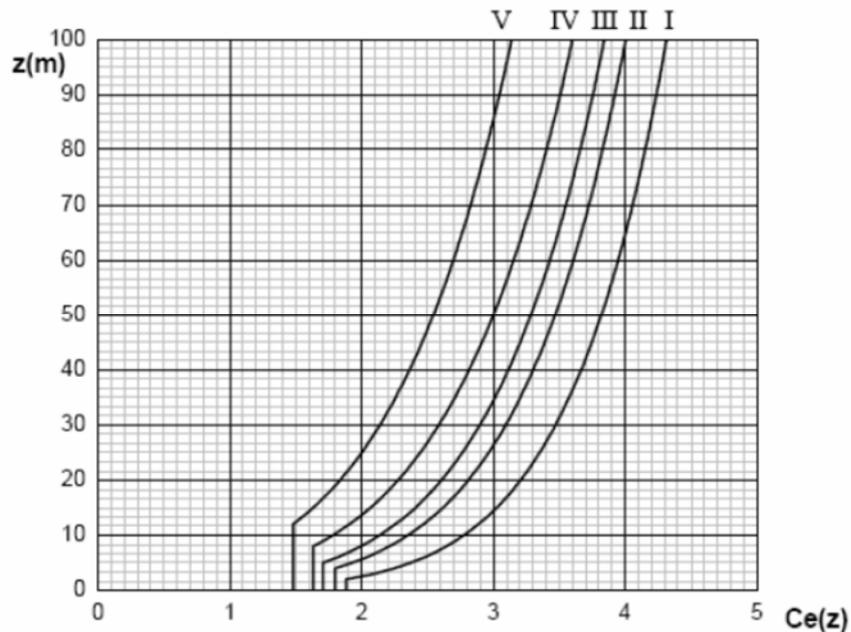


Fig. 3.3.3 - Andamento del coefficiente di esposizione c_e in funzione dell'altezza sul suolo (per $c_t=1$)

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 0^\circ$ - LOTTO 1

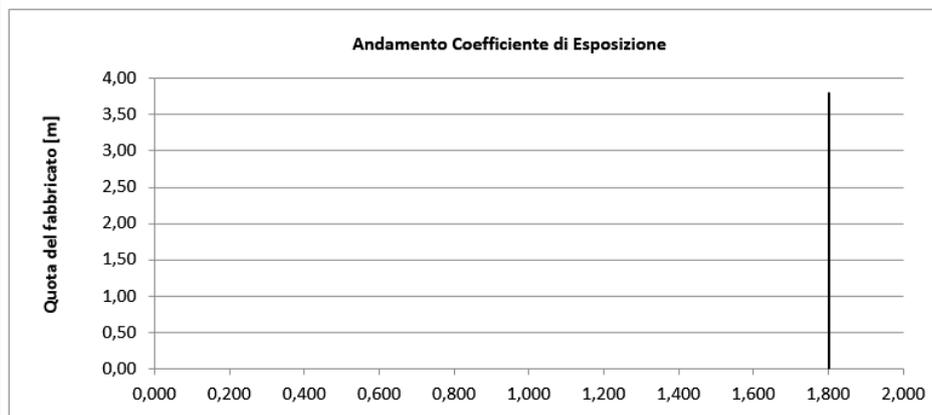
Il coefficiente di coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha=0^\circ$ è pari a:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	1,80	$z = 3,80$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1,80	$z = 3,80$



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 0^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,801	1,24	1,02
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 15^\circ$ - LOTTO 1

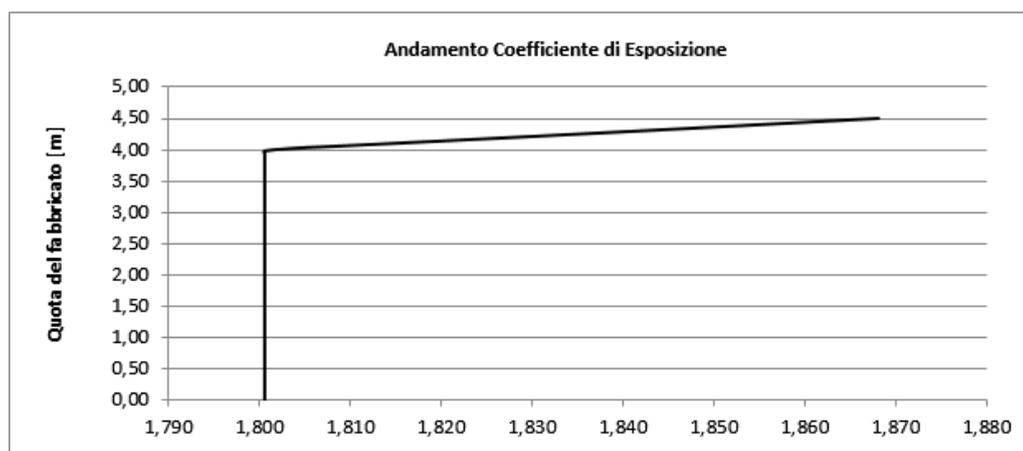
Il coefficiente di coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 15^\circ$ è pari a:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$c_{e,\min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$c_{e,\text{gronda}}$	1,80	$z = 3,20$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1,87	$z = 4,50$



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 15^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
(1) par. soprave	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. soprave	0,456	1,00	1,00	1,868	1,20	1,02
(3) cop. Sottove	0,456	1,00	1,00	1,868	0,00	0,00
(4) par. sottove	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 40^\circ$ - LOTTO 1

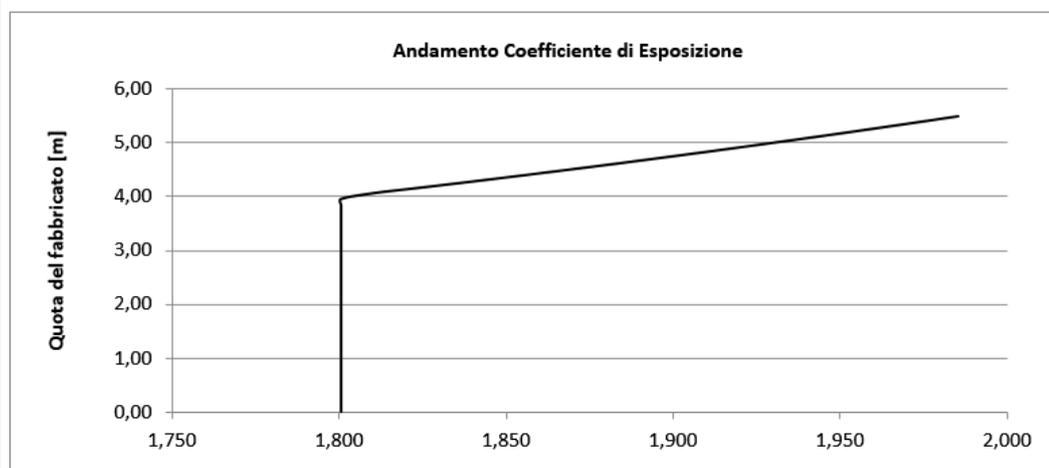
Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 40^\circ$ è pari a:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$C_{e,\min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$C_{e,\text{gronda}}$	1,80	$z = 2,20$
Coefficiente di esposizione al colmo	$C_{e,\text{colmo}}$	1,99	$z = 5,50$



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 40^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

p (pressione del vento) = $q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,985	1,20	1,09
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,985	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

LOTTO 2

Nel caso in esame l'area in progetto ha un'altitudine a_s pari a circa 350 m s.l.m. e, in riferimento alla tabella 3.3.I ricade all'interno della zona 3; per cui risulta:

$$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 500 \text{ m}$$

$$k_s = 0,37.$$

Pertanto la velocità del vento associata al periodo di ritorno di progetto $T_r = 50$ anni, per l'altezza del sito esaminato è pari a:

$$v_r = 27,02 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento q_r pertanto è:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 27^2 = 456,29 \text{ N/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito su cui sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_t^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

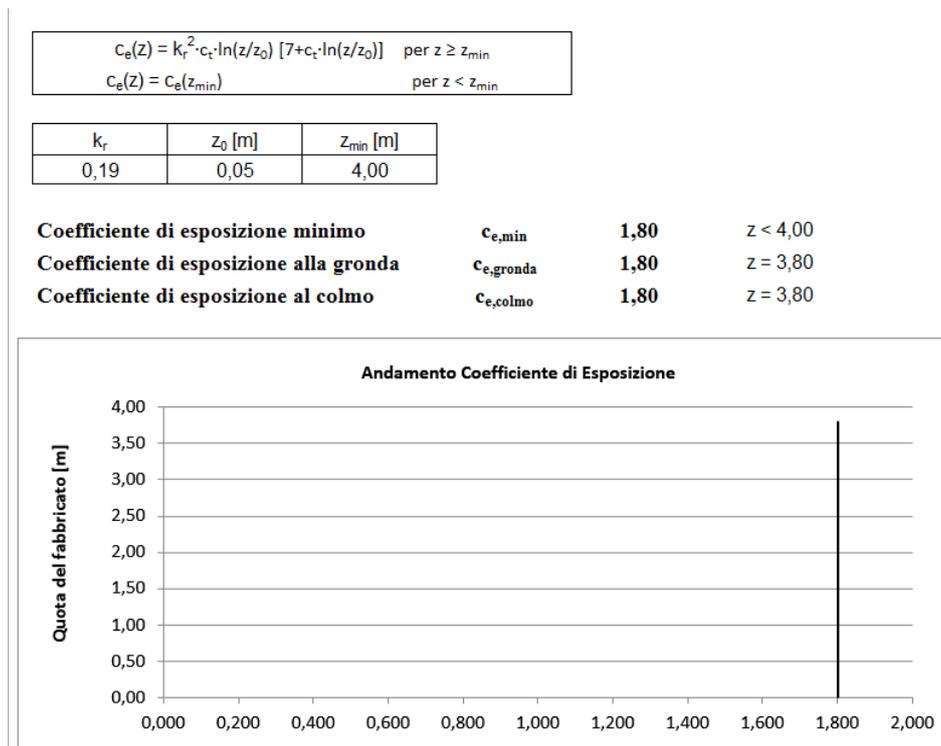
dove

k_r , z_0 , z_{min} sono assegnati in Tab. 3.3.II delle NTC in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia assunto generalmente pari ad 1.

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 0^\circ$ - LOTTO 2

Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 0^\circ$ è pari a:



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 0^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

C_d (coefficiente dinamico) C_t (coefficiente topografico) C_e (coefficiente di esposizione)

C_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C _d	C _t	C _e	C _p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,801	1,24	1,02
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 15^\circ$ - LOTTO 2

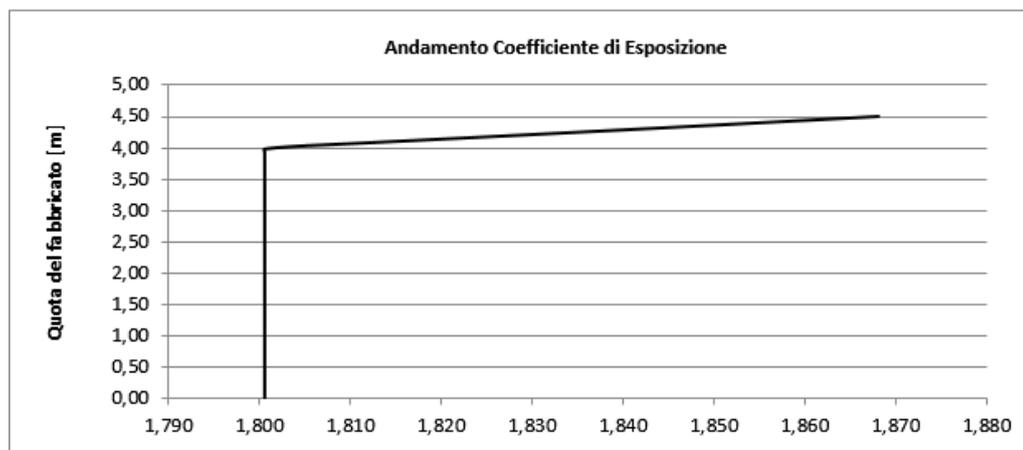
Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 15^\circ$ è pari a:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + C_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	C_{e,min}	1,80	z < 4,00
Coefficiente di esposizione alla gronda	C_{e,gronda}	1,80	z = 3,20
Coefficiente di esposizione al colmo	C_{e,colmo}	1,87	z = 4,50



Il coefficiente dinamico C_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 15^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

C_d (coefficiente dinamico) C_t (coefficiente topografico) C_e (coefficiente di esposizione)

C_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
(1) par. soprave	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. soprave	0,456	1,00	1,00	1,868	1,20	1,02
(3) cop. Sottove	0,456	1,00	1,00	1,868	0,00	0,00
(4) par. sottove	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 40^\circ$ - LOTTO 2

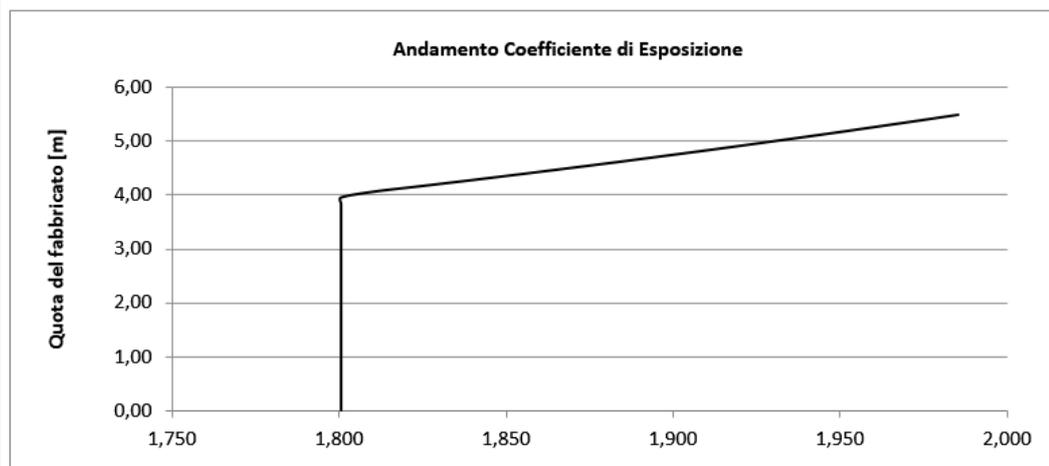
Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 40^\circ$ è pari a:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + C_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$C_{e,min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$C_{e,gronda}$	1,80	$z = 2,20$
Coefficiente di esposizione al colmo	$C_{e,colmo}$	1,99	$z = 5,50$



Il coefficiente dinamico C_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 40^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravvent.	0,456	1,00	1,00	1,985	1,20	1,09
(3) cop. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,985	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

LOTTO 3

Nel caso in esame l'area in progetto ha un'altitudine a_s pari a circa 397 m s.l.m. e, in riferimento alla tabella 3.3.I ricade all'interno della zona 3; per cui risulta:

$$v_{b,0} = 27 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 500 \text{ m}$$

$$k_s = 0,37.$$

Pertanto la velocità del vento associata al periodo di ritorno di progetto $T_r = 50$ anni, per l'altezza del sito esaminato è pari a:

$$v_r = 27,02 \text{ m/s}$$

La pressione cinetica di riferimento q_r pertanto è:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 27^2 = 456,29 \text{ N/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito su cui sorge la costruzione.

In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200$ m, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_t^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

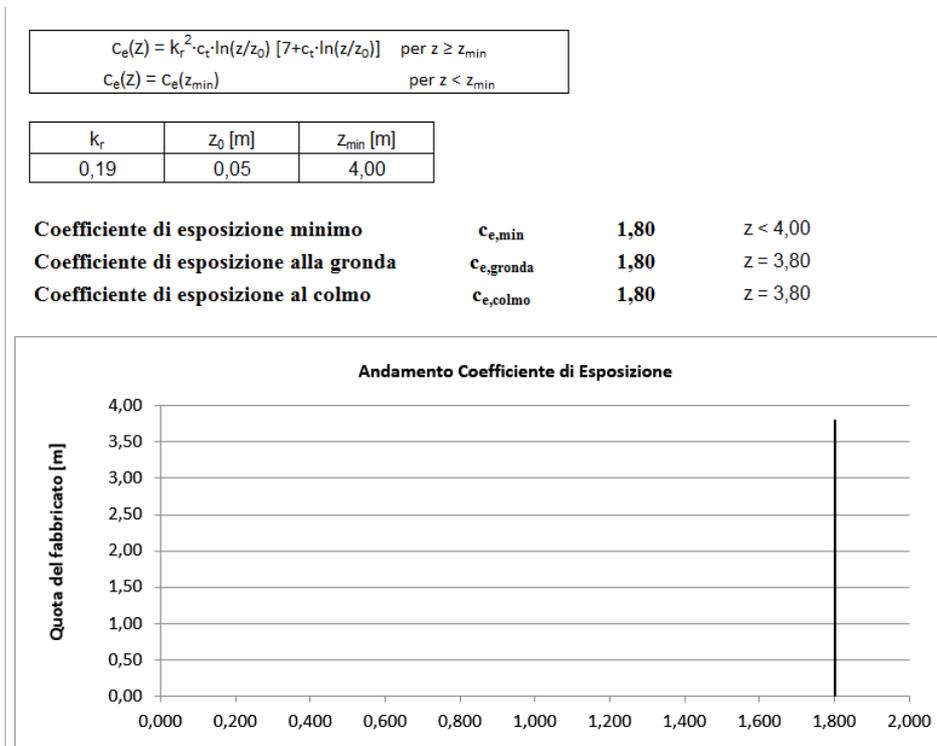
dove

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in Tab. 3.3.II delle NTC in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

c_t è il coefficiente di topografia assunto generalmente pari ad 1.

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 0^\circ$ - LOTTO 3

Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 0^\circ$ è pari a:



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 0^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

p (pressione del vento) = $q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	1,24	1,02
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 15^\circ$ - LOTTO 3

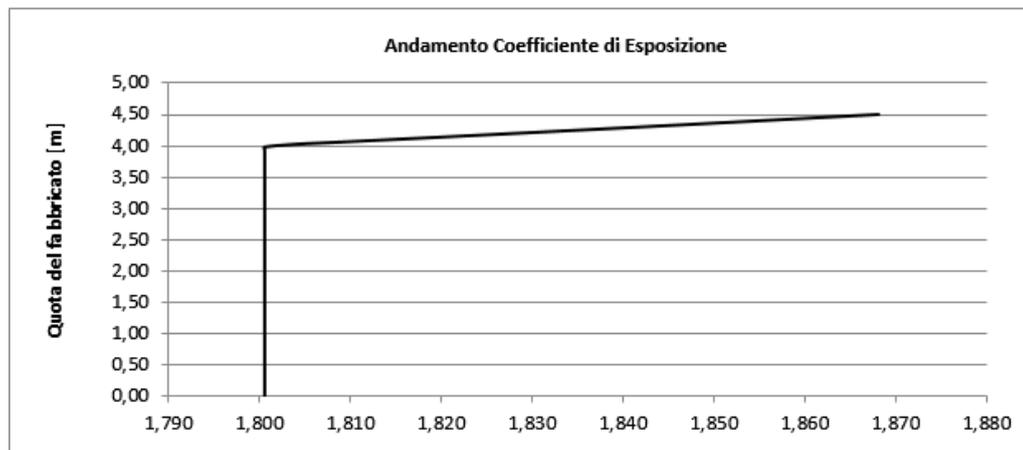
Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 15^\circ$ è pari a:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$C_{e,\min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$C_{e,\text{gronda}}$	1,80	$z = 3,20$
Coefficiente di esposizione al colmo	$C_{e,\text{colmo}}$	1,87	$z = 4,50$



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 15^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
(1) par. soprave	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. soprave	0,456	1,00	1,00	1,868	1,20	1,02
(3) cop. Sottove	0,456	1,00	1,00	1,868	0,00	0,00
(4) par. sottove	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

Calcolo Pressione del Vento $\alpha = 40^\circ$ - LOTTO 3

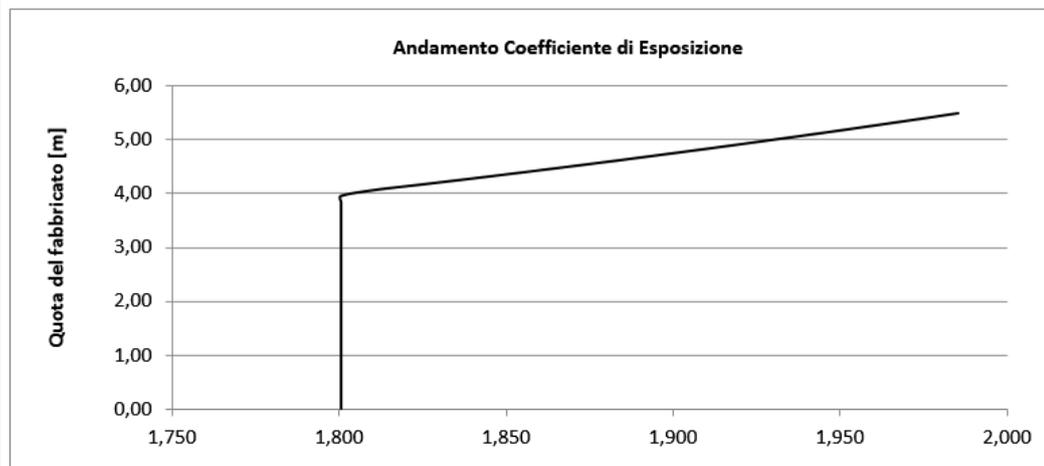
Il coefficiente di esposizione C_e , per il caso in esame assumendo un angolo massimo di inclinazione del pannello di $\alpha = 40^\circ$ è pari a:

$$C_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,19	0,05	4,00

Coefficiente di esposizione minimo	$C_{e,\min}$	1,80	$z < 4,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$C_{e,\text{gronda}}$	1,80	$z = 2,20$
Coefficiente di esposizione al colmo	$C_{e,\text{colmo}}$	1,99	$z = 5,50$



Il coefficiente dinamico c_d , con cui si considerano gli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali, si assume pari ad 1.

Per cui in questo caso si ha:

Pressioni del vento $\alpha = 40^\circ$

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q_r \cdot C_d \cdot C_t \cdot C_e \cdot C_p$$

c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_e (coefficiente di esposizione)

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	C_d	C_t	C_e	C_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00
(2) cop. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,985	1,20	1,09
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,985	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	0,00	0,00

15.1 Scarichi in fondazione

Le azioni elementari sono state definite per il sostegno centrale, con una zona di influenza della lunghezza complessiva di 3,00 m circa, pari alla lunghezza media delle campate.

Le altre proprietà geometriche considerate sono:

- Larghezza vela: 5100m
- Area di influenza: 15,30 m²
- Altezza asse di rotazione 3,80m

Per cui il peso proprio degli elementi in elevazione considerando la tipologia di struttura scelta in questa fase preliminare e trasmesse al sottoscritto dalla società committente, si è determinato un peso complessivo di kg 680,04 comprensivo di:

- peso proprio delle strutture in elevazione;
- pannelli fotovoltaici.

In fase esecutiva dovranno essere verificati i carichi effettivi, agenti sulla struttura al momento non ancora definiti.

L'azione del vento è stata determinata secondo quanto riportato nel cap. C3.3.8.2.1 della Circolare esplicativa n° 7 del 21/01/2019 per le tettoie a falda singola, individuando le condizioni di carico più gravose dove la forza risultante è pari a $F = q_p(z) L^2 c_f$, per i diversi lotti

LOTTO 1

$\alpha = 0$			$\alpha = 15$			$\alpha = 40$		
v_r	27,02	m/s	v_r	27,02	m/s	v_r	27,02	m/s
q_r	456,29	N/m ²	q_r	456,29	N/m ²	q_r	456,29	N/m ²
q_p	821,32	N/m ²	q_p	844,14	N/m ²	q_p	908,02	N/m ²
c_f	0,2		c_f	0,7		c_f	1,53	
F	2,51	KN	F	9,04	KN	F	21,30	KN
c_f	-0,5		c_f	-1,15		c_f	-2,23	
F	-6,28	KN	F	-14,85	KN	F	-31,03	KN

Azioni del vento piede pilastro					
α	C_f	F	T [kN]	N [kN]	M [kNm]
0	>0	2,51	0	2,51	3,20
0	<0	-6,28	0	-6,28	-8,01
15	>0	9,04	2,34	8,73	20,42
15	<0	-14,85	-3,84	-14,35	-33,54
40	>0	21,30	13,69	16,32	76,65
40	<0	-31,03	-19,94	-23,77	-111,64

Azione della neve		
$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 40$
q= 0,64	q= 0,64	q= 0,42
F _z = 9,79	F _z = 9,79	F _z = 6,426

Pertanto sono state considerate le seguenti combinazioni di carico più gravose per la struttura in esame.

COMBINAZIONI DI CARICO		T [kg]	N [Kg]	M [Kgm]
CO1	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 0°	0	2748	294
CO2	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 0°	0	2153	490
CO3	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 0°	0	-417	-1225
CO4	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 15°	215	3319	1874
CO5	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 15°	358	3105	3123
CO6	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 15°	-588	-1650	-5131
CO7	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 50°	1257	3501	7034
CO8	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 50°	2094	4007	11724
CO9	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 50°	-3050	-3091	-17076

LOTTO 2

$\alpha = 0$		$\alpha = 15$		$\alpha = 40$	
v _r	27,02 m/s	v _r	27,02 m/s	v _r	27,02 m/s
q _r	456,29 N/m ²	q _r	456,29 N/m ²	q _r	456,29 N/m ²
q _p	821,32 N/m ²	q _p	844,14 N/m ²	q _p	908,02 N/m ²
c _f	0,2	c _f	0,7	c _f	1,53
F	2,51 KN	F	9,04 KN	F	21,30 KN
c _f	-0,5	c _f	-1,15	c _f	-2,23
F	-6,28 KN	F	-14,85 KN	F	-31,03 KN

Azioni del vento piede pilastro					
α	C _f	F	T [kN]	N [kN]	M [kNm]
0	>0	2,51	0	2,51	3,20
0	<0	-6,28	0	-6,28	-8,01
15	>0	9,04	2,34	8,73	20,42
15	<0	-14,85	-3,84	-14,35	-33,54
40	>0	21,30	13,69	16,32	76,65
40	<0	-31,03	-19,94	-23,77	-111,64

Azione della neve		
$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 40$
q= 0,62	q= 0,62	q= 0,42
F _z = 9,49	F _z = 9,49	F _z = 6,426

COMBINAZIONI DI CARICO		T [kg]	N [Kg]	M [Kgm]
CO1	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 0°	0	2702	294
CO2	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 0°	0	2130	490
CO3	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 0°	0	-417	-1225
CO4	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 15°	215	3272	1874
CO5	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 15°	358	3081	3123
CO6	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 15°	-588	-1650	-5131
CO7	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 50°	1257	3501	7034
CO8	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 50°	2094	4007	11724
CO9	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 50°	-3050	-3091	-17076

LOTTO 3

$\alpha = 0$			$\alpha = 15$			$\alpha = 40$		
v_r	27,02	m/s	v_r	27,02	m/s	v_r	27,02	m/s
q_r	456,29	N/m ²	q_r	456,29	N/m ²	q_r	456,29	N/m ²
q_p	821,32	N/m ²	q_p	844,14	N/m ²	q_p	908,02	N/m ²
c_f	0,2		c_f	0,7		c_f	1,53	
F	2,51	KN	F	9,04	KN	F	21,30	KN
c_f	-0,5		c_f	-1,15		c_f	-2,23	
F	-6,28	KN	F	-14,85	KN	F	-31,03	KN

Azioni del vento piede pilastro					
α	C_f	F	T [kN]	N [kN]	M [kNm]
0	>0	2,51	0	2,51	3,20
0	<0	-6,28	0	-6,28	-8,01
15	>0	9,04	2,34	8,73	20,42
15	<0	-14,85	-3,84	-14,35	-33,54
40	>0	21,30	13,69	16,32	76,65
40	<0	-31,03	-19,94	-23,77	-111,64

Azione della neve		
$\alpha = 0$	$\alpha = 15$	$\alpha = 40$
$q = 0,69$	$q = 0,69$	$q = 0,46$
$F_z = 10,56$	$F_z = 10,56$	$F_z = 7,038$

COMBINAZIONI DI CARICO		T [kg]	N [Kg]	M [Kgm]
CO1	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 0°	0	2865	294
CO2	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 0°	0	2212	490
CO3	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 0°	0	-417	-1225
CO4	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 15°	215	3436	1874
CO5	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 15°	358	3163	3123
CO6	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 15°	-588	-1650	-5131
CO7	1,5 Sp + 1,5 Neve + 0,9 Vento 50°	1257	3594	7034
CO8	1,5 Sp + 0,75 Neve + 1,5 Vento 50°	2094	4054	11724
CO9	0,8 Sp + 0 Neve +1,5 Vento 50°	-3050	-3091	-17076

16. Verifiche fondazioni di progetto

Nel presente paragrafo vengono riportati i risultati delle verifiche geotecniche delle fondazioni tipo così prescritto dalla nuova NTC 2018.

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Le verifiche delle fondazioni indirette devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1 delle NTC, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

essendo E_d il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione,

e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO):

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- collasso per scorrimento sul piano di posa;
- stabilità globale.

SLU di tipo strutturale (STR):

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Inoltre la verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1 tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e parametri geotecnici, e nella tabella 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI, così come definito dalle NTC 2018

16.1 Opere di fondazione per i Trackers

Il progetto di una fondazione su pali, così come prescritto dalle NTC 2018, deve comprendere la scelta del tipo di palo e delle relative tecnologie e modalità di esecuzione, il dimensionamento dei pali e delle relative strutture di collegamento, tenendo conto degli effetti di gruppo tanto nelle verifiche SLU quanto nelle verifiche SLE.

La progettazione delle opere di fondazione dei trackers è strettamente legata alla conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche dell'area oggetto di intervento, infatti le indagini geotecniche devono essere dirette anche ad accertare l'effettiva realizzabilità e l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terreni e del regime delle pressioni interstiziali. L'analisi condotta all'interno dello studio geologico allegato al presente progetto ha portato a definire un modello geologico, ritenuto idoneo a simulare le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi presenti nelle aree di progetto.

In tal senso è stato condotto il dimensionamento preliminare di un palo infisso in acciaio IPE 300 e si è studiato il comportamento geotecnico e strutturale nei confronti delle sollecitazioni agenti scaricate in fondazione.

Tuttavia, viste le incertezze legate al sistema in elevazione (i reali scarichi in fondazione provenienti dalla sovrastruttura che saranno forniti solo in fase esecutiva), in seguito possono essere valutate anche altre soluzioni:

- pali trivellati con tubolare in acciaio con iniezioni di malta cementizia;
- fondazioni superficiali con sistema di zavorre.

In particolar modo in fase esecutiva nel rispetto della variazione dell'altezza massima dal suolo non superiore al 20 per cento (Decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, detto Decreto Semplificazioni) è possibile, al fine di diminuire il sistema di sostegno su tredici pali, ovvero il numero di infissioni nel terreno, prevedere un sistema di travature di collegamento tra le file di tracker che migliorerebbe la logica di carico sulle fondazioni e sulla punta palo (soluzione 2). Tale soluzione viene in questa fase rappresentata come alternativa a quella calcolata preliminarmente in questa studio (soluzione 1), e sarà valutata in fase di progettazione esecutiva, avendo a disposizione il valore dei carichi effettivi.

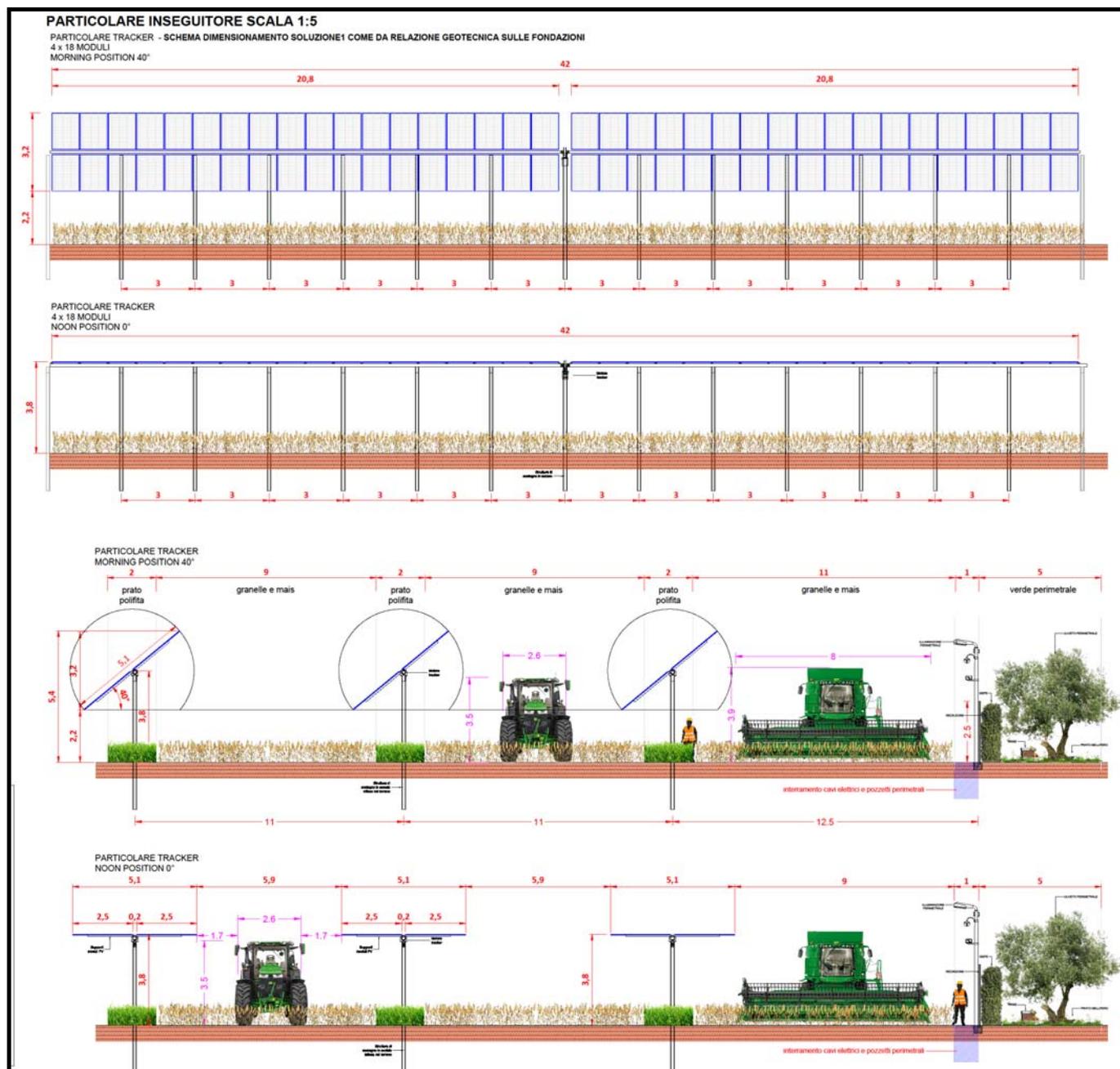


Fig. 18 Soluzione 1 - Interasse pali 3,00 mt

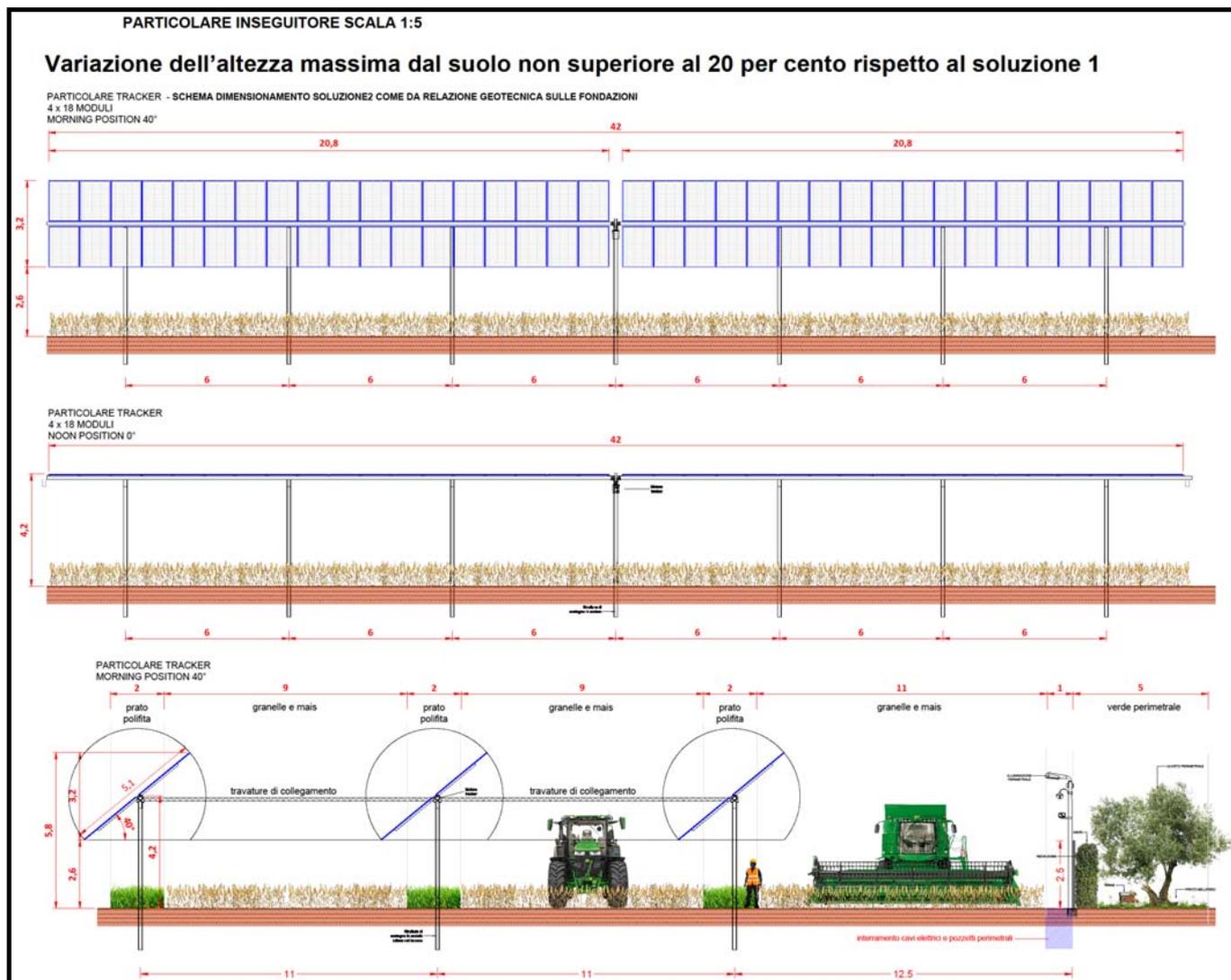


Fig. 19 Soluzione 2 -Interasse pali 6,00 mt con travature di collegamento tra le file

Il modello geognostico costruito ha condotto, attraverso una modellazione effettuata con il software CARL della casa produttrice AZTEC Informatica, ad un palo infisso tipo IPE 300 della profondità di 5,00m. Ogni struttura lunga complessivamente 42,00 m circa, realizzata in tubolari in acciaio, contiene 72 pannelli ed è sostenuta da un sistema di sostegno su quattordici pali del tipo sopra descritto.

In allegato si riportano i tabulati preliminari di calcolo di progetto eseguiti, resta comunque necessario aggiornare il seguente calcolo in fase esecutiva con i carichi effettivi agenti sulla sovrastruttura ed inoltre occorre eseguire prove di carico, come specificato dalle NTC 2018 cap.6.4.3.7.1, su pali pilota per confermare e/o precisare le ipotesi alla base del progetto del sistema palo - terreno.

Verifica del carico limite dei pali di fondazione a compressione

La capacità portante di un palo viene stimata come somma di due contributi: portata di punta (o di base) e portata per attrito laterale lungo il fusto secondo l'espressione:

$$Q_{LIM} + W_P = Q_P + Q_L$$

dove:

Q_{LIM} =portanza totale del palo;

Q_P =portanza di base del palo;

Q_L =portanza per attrito laterale del palo;

W_P = peso proprio del palo,

Le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro, mediante formule statiche, dinamiche, prove in sito, prove di carico.

Secondo le NTC 2018 il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II.

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo può essere dedotta da:

- risultati di prove di carico statico di progetto su pali pilota (§ 6.4.3.7.1);
- metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (prove penetrometriche, pressiometriche, ecc.);
- risultati di prove dinamiche di progetto, ad alto livello di deformazione, eseguite su pali pilota (§ 6.4.3.7.1).

in dettaglio:

(a) Se il valore caratteristico della resistenza a compressione del palo, $R_{c,k}$, o a trazione, $R_{t,k}$, è dedotto dai corrispondenti valori $R_{c,m}$ o $R_{t,m}$, ottenuti elaborando i risultati di una o più prove di carico di progetto, il valore caratteristico della resistenza a compressione e a trazione è pari al minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze misurate i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.III, in funzione del numero n di prove di carico su pali pilota:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,m})_{media}}{\xi_1}; \frac{(R_{c,m})_{min}}{\xi_2} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,m})_{media}}{\xi_1}; \frac{(R_{t,m})_{min}}{\xi_2} \right\}$$

(b) Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando al valore medio e al valore minimo delle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Il valore di progetto così determinato della capacità portante deve risultare non minore del valore caratteristico ottenuto dal calcolo.

La portanza per attrito laterale viene calcolata tramite la relazione:

$$Q_L = \pi \cdot \int_0^L D \tau_s dl$$

Rappresentando τ_s le tensioni tangenziali che si mobilitano all'interfaccia palo terreno e D il diametro del palo. La portanza di base del palo è calcolata come:

$$Q_D = q_b \times A_b$$

Dove q_b esprime il carico limite di portanza del terreno in corrispondenza della punta del palo. Il carico limite verticale di pali di piccolo diametro infissi in terreni omogenei dipende in maggiore misura dalla resistenza laterale che si genera lungo il fusto, pertanto, trascurando la resistenza alla punta, il valore del carico limite verticale del palo di piccolo diametro è pari a quello della resistenza laterale.

16.2 Verifica del carico limite dei pali di fondazione a trazione

La verifica del collasso per carico limite nei confronti dei carichi assiali di trazione è condotta confrontando la massima azione di trazione agente in testa al palo E_d con la resistenza di progetto a trazione del palo $R_{t,d}$.

Per i pali sottoposti a trazione, la portanza è data da:

$$Q_{tt} = Q_s + W$$

$$Q_s = \int_{A_s} f_z dA_s = f_s A_s$$

f_z = portata unitaria laterale limite alla quota z

A_s = area laterale

f_s = valore medio della portata unitaria laterale limite

W = peso del palo

I metodi di calcolo per la portata laterale unitaria in trazione, possono essere gli stessi utilizzati per la compressione inoltre la resistenza allo sfilamento del palo è, secondo la teoria di Puolos, prossima al 50% della resistenza laterale

Il carico limite verticale è stato calcolato con le formule statiche, che esprimono il medesimo in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno.

16.3 Calcolo della resistenza laterale del palo di fondazione

Il calcolo della capacità portante laterale del palo di fondazione viene effettuata con il metodo α , prospettato da Tomlinson (1971), per cui la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo.

$$Q_L = (\alpha c + K \tan \delta) \cdot A_l f_w$$

dove

- A_l superficie laterale del palo;
- f_w fattore di correzione legato alla tronco-conicità del palo, ossia la diminuzione percentuale del diametro del palo con:
- c valore medio della coesione (o della resistenza a taglio in condizioni non drenate);
- σ pressione efficace verticale del terreno;
- K coefficiente di spinta orizzontale, dipendente dalla tecnologia di esecuzione del palo e dal precedente stato di addensamento, viene calcolato come segue:

Per pali infissi:

$$K = 1 - \tan^2 \phi$$

nel caso specifico, è possibile assegnare i seguenti valori proposti in tabella:

Palo	K	
	Terreno sciolto	Terreno addensato
Acciaio	0,50	1
Calcestruzzo	1	2

$$\delta = \tan \phi$$

α = coefficiente d'adesione ricavato dalla seguente tabella:

Coefficiente α	
$2,5 < c < 5 \text{ t/m}^2$	$\alpha = 1,00$
$5,0 < c < 10$	$\alpha = 0,70$
$10 < c < 15$	$\alpha = 0,50$
$15 < c < 20$	$\alpha = 0,40$
$c > 20$	$\alpha = 0,30$

16.4 Analisi del palo soggetto a forze orizzontali

La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra il carico orizzontale necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo ed il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo. Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto) mentre il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidezze non eccessive rispetto al terreno di infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio). Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante di rigidezza elastica, K_h , espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm. La determinazione di questa costante può essere fatta o tramite prove di carico su piastra o mediante metodi analitici (convenzionali). La variazione della costante di Winkler con la profondità dipende dal tipo di terreno in cui il palo è immerso. Ad esempio nel caso di terreni coesivi in condizioni non drenate K_h assume un valore costante con la profondità mentre nel caso di terreni incoerenti la variazione di K_h è di tipo lineare (crescente con la profondità). In generale l'espressione di K_h assume una forma binomia del tipo:

$$K_h(z) = A + B z^n$$

Per l'analisi di pali caricati trasversalmente si utilizza il modello di Winkler. Il palo viene suddiviso in un determinato numero (100) di elementi tipo trave aventi area ed inerzia pari a quella della sezione trasversale del palo. In corrispondenza di ogni nodo di separazione fra i vari elementi viene inserita una molla orizzontale di opportuna rigidezza che schematizza il terreno. Il comportamento delle molle che schematizzano il terreno non è infinitamente elastico ma è di tipo elastoplastico. La singola molla reagisce fino ad un valore limite di spostamento o di reazione; una volta che è stato superato tale limite la molle non offre ulteriori incrementi di resistenza (diagramma tipo elastoplastico perfetto). Indicando con d_y la lunghezza del tratto di influenza della molla, con D il diametro del palo la molla avrà una rigidezza pari a:

$$K_m = d_y e D K_k$$

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che il terreno può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale. La resistenza limite $p_u = p_u(z)$ dipende

dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo. In terreni puramente coesivi ($c=c_u$, $\phi=0$) la resistenza cresce dal valore 0 in sommità fino ad un valore limite in corrispondenza di una profondità pari a circa 3 diametri. Il valore limite in tal caso è variabile fra 8 e 12 c_u . Nel caso di terreni dotati di attrito e coesione la resistenza limite ad una generica profondità z è rappresentata dalla relazione (Brinch Hansen):

$$P_u = q K_{pq} + c K_{pc}$$

dove:

D diametro del palo

q pressione geostatica alla profondità z

c coesione alla profondità z

K_{pq} , K_{pc} coefficienti funzione dell'angolo di attrito del terreno ϕ e del rapporto z/D .

Broms ha eseguito l'analisi considerando il caso sia di palo vincolato in testa che di palo libero immerso in un mezzo omogeneo. Nel caso di terreni coesivi Broms assume in questo caso un diagramma di resistenza nullo fino ad una profondità pari a $1,5D$ e poi valore costante pari a $9c_u D$.

Nel caso di terreni incoerenti Broms assume che la resistenza laterale sia variabile con la profondità dal valore 0 (in testa) fino al valore $3\sigma_v K_p D$ (alla base) essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva espresso da $K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$.

16.5 Resistenza alla punta del palo

La teoria proposta da Terzaghi assume che il terreno esistente al disopra della profondità raggiunta dalla punta del palo possa essere sostituito da un sovraccarico equivalente pari alla tensione verticale efficace (trascurando pertanto il fatto che l'interazione tra palo e terreno di fondazione possa modificare tale valore) e riconduce l'analisi al problema di capacità portante di una fondazione superficiale.

La formula di Terzaghi può essere scritta:

$$Q_p = c \times N_c \times s_c + \gamma \times L \times N_q + 0.5 \times \gamma \times D \times N_\gamma \times s_\gamma$$

Dove:



$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2(\phi/2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

16.6 Verifica fondazioni locali cabine

Il progetto complessivo prevede la realizzazione di n. 54 cabine elettriche per la conversione DC/AC e per l'elevazione della potenza a media tensione 36 kV, 3 cabine storage, 62 cabine ad uso locale tecnico O&M, 8 cabine utente raccolta cavi e sezionamenti

NUMERO CABINE E LOCALI TECNICI		
Cabine	Quantità	Tipologia
CABINA INVERTER	54	container iso20
LOCALI O&M	62	cav box
CABINA SMISTAMENTO	8	cav box

CABINA INVERTER E DI TRASFORMAZIONE

Saranno realizzate n° 54 cabine elettriche per la conversione DC/AC e per l'elevazione della potenza a media tensione 36 kV. Esse saranno del tipo container 20' ISO, in metallo, delle dimensioni di 6,1 x 2,5 x 3,0 metri di altezza fuori terra e saranno posizionate su una platea di fondazione in cls armato dello spessore di 30 cm e finitura in pietrisco stabilizzato.

LOCALI TECNICI e CABINE O&M

A servizio dell'intero impianto fotovoltaico saranno realizzate 62 cabine O&M - Operation & Maintenance. Tale cabina sarà del tipo in calcestruzzo armato vibrato con fondazione di tipo prefabbricato in c.a.v., le dimensioni di detta cabina saranno di 5,00 x 2,50 x 3,00 m fuori terra e sarà posizionata su una platea di fondazione in cls armato dello spessore di 30 cm e finitura in pietrisco stabilizzato.

CABINA RACCOLTA CAVI E SEZIONAMENTI

Si prevede la realizzazione n° 8 cabine di raccolta cavi e sezionamenti per le dorsali a 36kV in partenza dai singoli campi fotovoltaici del tipo in calcestruzzo armato vibrato con fondazione di tipo prefabbricato in c.a.v. Le dimensioni saranno di 6,1 x 2,5 x h 3,0 fuori terra e sarà posizionata su una platea di fondazione in cls armato dello spessore di 30 cm e finitura in pietrisco stabilizzato.

Relativamente al calcolo e alla verifica della fondazione delle cabine si è calcolata la piastra maggiormente caricata, e considerando i parametri geologici più scadenti tra i vari campi. In particolare si è individuata nella Cabina Storage, i valori di carico più gravosi, tali valori presi a riferimento sono stati comunicati direttamente allo scrivente dalla società committente.

La piastra ha dimensioni esterne in pianta pari a 7,10 x 3,50 m e spessore pari a 0,30 m in c.a.

Le piastre di fondazione delle altre strutture in elevazione avranno il medesimo spessore e saranno armate con la stessa tipologia e quantità di armatura.

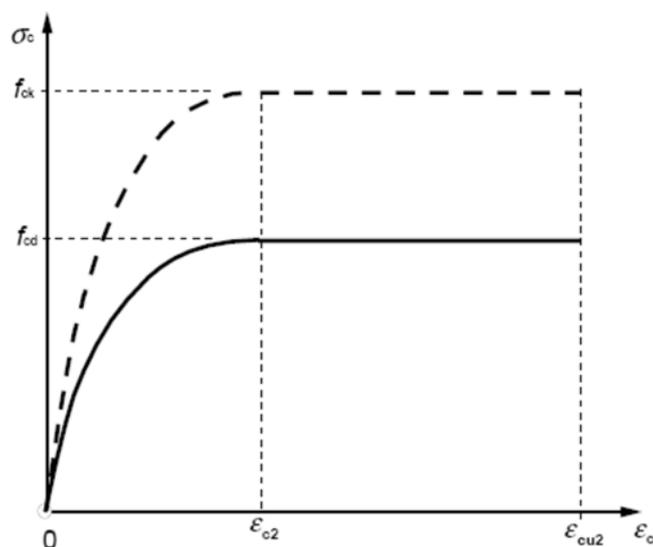
Metodologie di calcolo

L'analisi della piastra di fondazione è stata eseguita utilizzando una modellazione con il metodo degli elementi finiti, in particolare si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

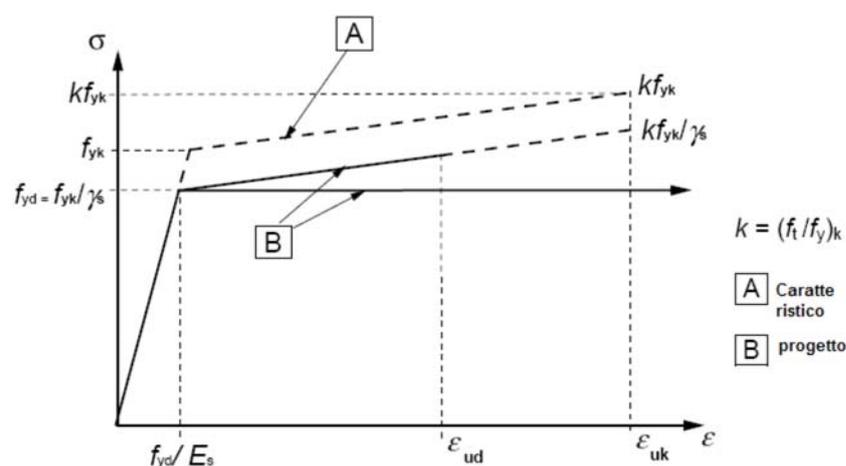
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



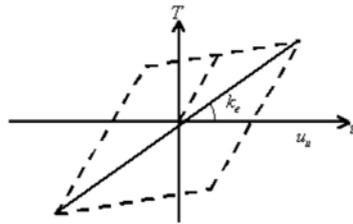
Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.

Il valore ϵ_{cu2} nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;
- legame elastico lineare per le sezioni in legno;
- legame elasto-viscoso per gli isolatori.

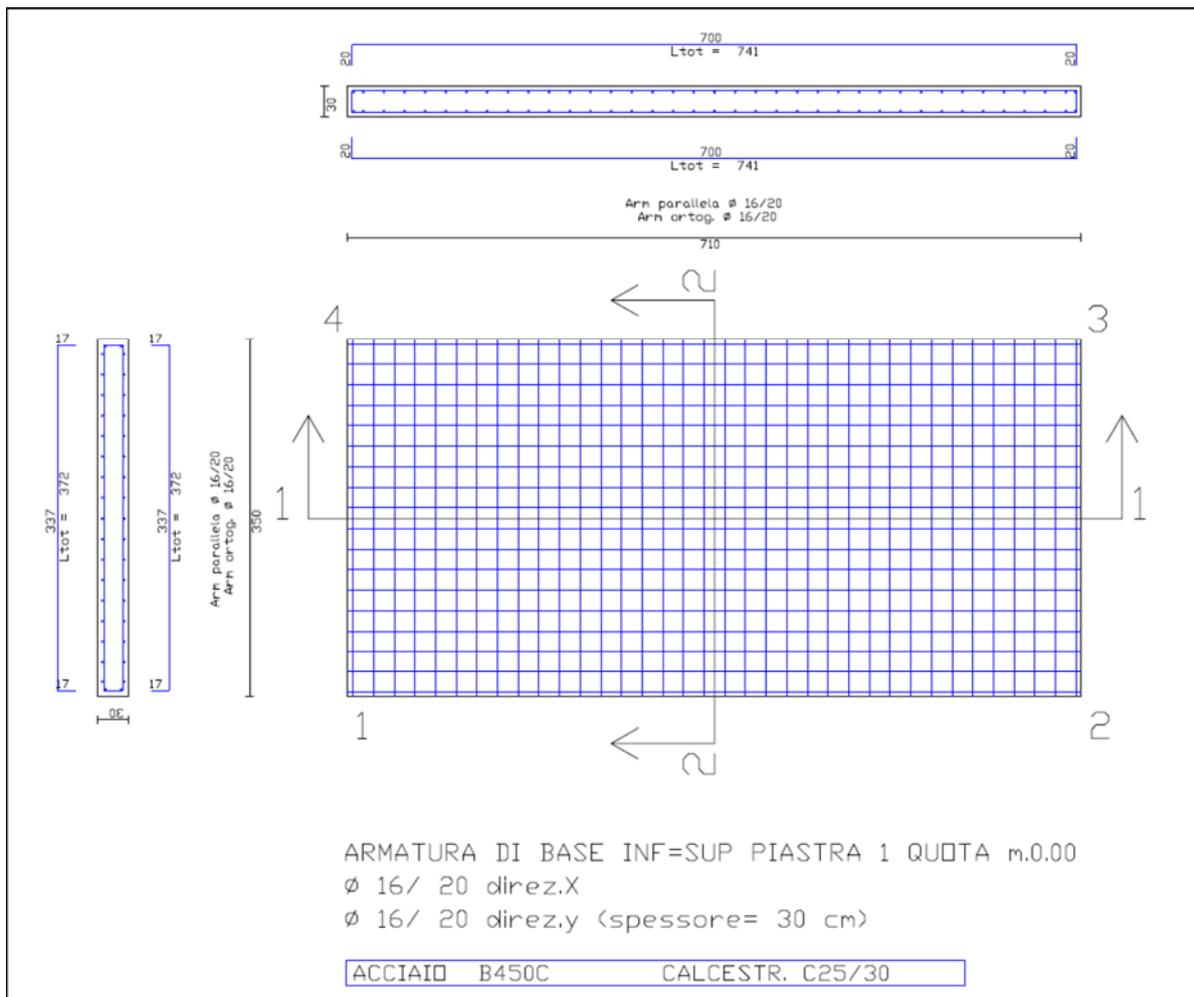


Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono inviluppando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

I pesi propri delle apparecchiature e delle strutture prefabbricate considerati ai fini del calcolo sono stati forniti allo scrivente dalla società committente, ed in particolare per la cabina storage che rappresenta quella di maggior peso, si considera un carico complessivo pari a 2,50 t/m², sulla intera superficie della piastra, oltre al carico accidentale e da neve per cui si assumono per tutte le altre cabine a vantaggio di sicurezza gli stessi risultati ottenuti.



Ritenendo di aver assolto al mandato conferito si rassegna la presente relazione al Committente in n°2 copie.

Mercato San Severino, Novembre 2023

Il Tecnico

Ing. Aniello Romano



ORDINE DEGLI INGEGNERI
PROVINCIA DI SALERNO
INGEGNERE
ANIELLO ROMANO
ALBO N. 4268

Allegato n. 01.01

Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker LOTTO 1

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Dati

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo IPE300	(C)	0,00	0,00	30,00	5,00

Materiali palo

Acciaio

Tipo	S275	
Tensione caratteristica di snervamento	2804,17	[kg/cm ²]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Caratteristiche pali

Pali in acciaio
 Armatura con ferri longitudinali e staffe
 Vincolo in testa di tipo CERNIERA
 Tipo di palo INFISSO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda

Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
<i>c_{min}, c_{med}</i>	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
<i>ca_{min}, ca_{med}</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>ca</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	1650,0	1770,0	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	1770,0	1850,0	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	2100,0	2200,0	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	<i>c_{min}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{min}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	<i>c_{med}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{med}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>Kw</i>	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>α</i>	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Kw [kg/cmq/cm]	Ks	α
1	-1,2	-1,2	-1,2	Terreno 1	1.00	0.50	1.00
2	-3,1	-3,1	-3,1	Terreno 2	1.00	0.50	1.00
3	-20,0	-20,0	-20,0	Terreno 3	1.00	0.50	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Osfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Ofav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Ofav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Favorevole	γ_{Osfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali infissi

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 7 $\xi_3=1.45$ $\xi_4=1.28$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

	Carichi verticali positivi verso il basso.
	Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
	Momento positivo senso antiorario.
<i>fnd</i>	Indice della fondazione
<i>N_{TOT}</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>M_{YTOT}</i>	Momento in direzione Y espresso in [kgm]
<i>T_{TOT}</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	2748,0	294,0	0,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	2153,0	490,0	0,0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	-34,0	-1225,0	0,0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	3319,0	1874,0	215,0

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	3105,0	3123,0	358,0

Condizione n° 6 - Condizione n° 6 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	-1650,0	-5131,0	588,0

Condizione n° 7 - Condizione n° 7 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	3501,0	7034,0	1257,0

Condizione n° 8 - Condizione n° 8 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	4007,0	11724,0	2094,0

Condizione n° 9 - Condizione n° 9 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	M _{YTOT} [kgm]	T _{XTOT} [kg]
Palo IPE300	-3091,0	-17076,0	3050,0

Descrizione combinazioni di carico*Simbologia adottata*

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 6	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 7	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 8	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 9	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni drenate***Verifica della portanza assiale*

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Terzaghi.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

L'andamento della pressione verticale è stata utilizzata anche per il calcolo della portanza laterale.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Brinch-Hansen)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo di Meyerhof.

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Nc, Nq	Fattori di capacità portante
Pl _{min} , Pl _{med}	Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	91.13	76.26
2	91.13	76.26
3	91.13	76.26
4	91.13	76.26
5	91.13	76.26
6	91.13	76.26
7	91.13	76.26
8	91.13	76.26
9	91.13	76.26

cmb	Pl _{med} [kg]	Pp _{med} [kg]	Pl _{min} [kg]	Pp _{min} [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	6732	50309	6732	50309	211	33996	2748	12.371
2	6732	50309	6732	50309	211	33996	2153	15.790
3	6732	50309	6732	50309	211	33673	-34	990.393
4	6732	50309	6732	50309	211	33996	3319	10.243
5	6732	50309	6732	50309	211	33996	3105	10.949
6	6732	0	6732	0	211	3925	-1650	2.379
7	6732	50309	6732	50309	211	33996	3501	9.710
8	6732	50309	6732	50309	211	33996	4007	8.484
9	6732	0	6732	0	211	3925	-3091	1.270

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Td	Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]
T	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=Td/T	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	14290	1	14290,048
2	13573	1	13572,525
3	17	1	16,632
4	2217	215	10,312
5	2212	358	6,180
6	2212	-588	3,762
7	3275	1257	2,605
8	3265	2094	1,559
9	3278	-3050	1,075

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]
1	0,00	0,0000	0,035	2	0,05	0,0000	0,034	3	0,10	0,0000	0,033
4	0,15	0,0000	0,032	5	0,20	0,0000	0,031	6	0,25	0,0000	0,031
7	0,30	0,0000	0,030	8	0,35	0,0000	0,029	9	0,40	0,0000	0,028
10	0,45	0,0000	0,027	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,026
13	0,60	0,0000	0,025	14	0,65	0,0000	0,024	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,022	18	0,85	0,0000	0,021
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,019
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,017
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,015
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,012	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,006	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,004
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,002	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,001	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	0,000	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,001
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,002
70	3,45	0,0000	-0,002	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,003	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,004	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,005
82	4,05	0,0000	-0,005	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,006	86	4,25	0,0000	-0,006	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,007	90	4,45	0,0000	-0,007
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,008	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,009	99	4,90	0,0000	-0,009
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0000	0,036	2	0,05	0,0000	0,035	3	0,10	0,0000	0,034
4	0,15	0,0000	0,033	5	0,20	0,0000	0,033	6	0,25	0,0000	0,032
7	0,30	0,0000	0,031	8	0,35	0,0000	0,030	9	0,40	0,0000	0,029
10	0,45	0,0000	0,028	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,027
13	0,60	0,0000	0,026	14	0,65	0,0000	0,025	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,023	18	0,85	0,0000	0,022
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,020
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,018
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,016
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,013	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,005	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,003
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,001	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,000	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	-0,001	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,002
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,003
70	3,45	0,0000	-0,003	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,004	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,005	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,006
82	4,05	0,0000	-0,006	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,007	86	4,25	0,0000	-0,007	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,008	90	4,45	0,0000	-0,008
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,009	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,010	99	4,90	0,0000	-0,010
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,1773	-0,177	2	0,05	-0,1695	-0,170	3	0,10	-0,1619	-0,162
4	0,15	-0,1544	-0,154	5	0,20	-0,1471	-0,147	6	0,25	-0,1400	-0,140
7	0,30	-0,1331	-0,133	8	0,35	-0,1263	-0,126	9	0,40	-0,1198	-0,120
10	0,45	-0,1133	-0,113	11	0,50	-0,1071	-0,107	12	0,55	-0,1010	-0,101
13	0,60	-0,0951	-0,095	14	0,65	-0,0894	-0,089	15	0,70	-0,0838	-0,084
16	0,75	-0,0784	-0,078	17	0,80	-0,0731	-0,073	18	0,85	-0,0680	-0,068
19	0,90	-0,0630	-0,063	20	0,95	-0,0582	-0,058	21	1,00	-0,0536	-0,054
22	1,05	-0,0491	-0,049	23	1,10	-0,0447	-0,045	24	1,15	-0,0405	-0,041
25	1,20	-0,0364	-0,036	26	1,25	-0,0325	-0,032	27	1,30	-0,0287	-0,029
28	1,35	-0,0250	-0,025	29	1,40	-0,0215	-0,021	30	1,45	-0,0180	-0,018
31	1,50	-0,0148	-0,015	32	1,55	-0,0116	-0,012	33	1,60	-0,0085	-0,009
34	1,65	-0,0056	-0,006	35	1,70	-0,0028	-0,003	36	1,75	0,0000	0,000
37	1,80	0,0026	0,003	38	1,85	0,0051	0,005	39	1,90	0,0075	0,007
40	1,95	0,0098	0,010	41	2,00	0,0120	0,012	42	2,05	0,0141	0,014
43	2,10	0,0161	0,016	44	2,15	0,0181	0,018	45	2,20	0,0199	0,020
46	2,25	0,0217	0,022	47	2,30	0,0234	0,023	48	2,35	0,0250	0,025
49	2,40	0,0265	0,027	50	2,45	0,0280	0,028	51	2,50	0,0294	0,029
52	2,55	0,0307	0,031	53	2,60	0,0320	0,032	54	2,65	0,0332	0,033
55	2,70	0,0343	0,034	56	2,75	0,0354	0,035	57	2,80	0,0364	0,036
58	2,85	0,0374	0,037	59	2,90	0,0384	0,038	60	2,95	0,0392	0,039
61	3,00	0,0401	0,040	62	3,05	0,0409	0,041	63	3,10	0,0416	0,042
64	3,15	0,0423	0,042	65	3,20	0,0430	0,043	66	3,25	0,0436	0,044
67	3,30	0,0442	0,044	68	3,35	0,0448	0,045	69	3,40	0,0454	0,045

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
70	3,45	0,0459	0,046	71	3,50	0,0464	0,046	72	3,55	0,0468	0,047
73	3,60	0,0473	0,047	74	3,65	0,0477	0,048	75	3,70	0,0481	0,048
76	3,75	0,0485	0,048	77	3,80	0,0488	0,049	78	3,85	0,0492	0,049
79	3,90	0,0495	0,050	80	3,95	0,0498	0,050	81	4,00	0,0502	0,050
82	4,05	0,0505	0,050	83	4,10	0,0507	0,051	84	4,15	0,0510	0,051
85	4,20	0,0513	0,051	86	4,25	0,0516	0,052	87	4,30	0,0518	0,052
88	4,35	0,0521	0,052	89	4,40	0,0523	0,052	90	4,45	0,0526	0,053
91	4,50	0,0528	0,053	92	4,55	0,0531	0,053	93	4,60	0,0533	0,053
94	4,65	0,0536	0,054	95	4,70	0,0538	0,054	96	4,75	0,0541	0,054
97	4,80	0,0543	0,054	98	4,85	0,0545	0,055	99	4,90	0,0548	0,055
100	4,95	0,0550	0,055	101	5,00	0,0553	0,055	102			

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,3417	0,342	2	0,05	0,3282	0,328	3	0,10	0,3149	0,315
4	0,15	0,3019	0,302	5	0,20	0,2892	0,289	6	0,25	0,2767	0,277
7	0,30	0,2646	0,265	8	0,35	0,2527	0,253	9	0,40	0,2411	0,241
10	0,45	0,2297	0,230	11	0,50	0,2186	0,219	12	0,55	0,2078	0,208
13	0,60	0,1973	0,197	14	0,65	0,1870	0,187	15	0,70	0,1770	0,177
16	0,75	0,1673	0,167	17	0,80	0,1578	0,158	18	0,85	0,1485	0,149
19	0,90	0,1396	0,140	20	0,95	0,1308	0,131	21	1,00	0,1223	0,122
22	1,05	0,1141	0,114	23	1,10	0,1061	0,106	24	1,15	0,0984	0,098
25	1,20	0,0908	0,091	26	1,25	0,0835	0,084	27	1,30	0,0765	0,076
28	1,35	0,0696	0,070	29	1,40	0,0630	0,063	30	1,45	0,0566	0,057
31	1,50	0,0504	0,050	32	1,55	0,0444	0,044	33	1,60	0,0386	0,039
34	1,65	0,0330	0,033	35	1,70	0,0275	0,028	36	1,75	0,0223	0,022
37	1,80	0,0173	0,017	38	1,85	0,0124	0,012	39	1,90	0,0077	0,008
40	1,95	0,0032	0,003	41	2,00	-0,0011	-0,001	42	2,05	-0,0053	-0,005
43	2,10	-0,0094	-0,009	44	2,15	-0,0132	-0,013	45	2,20	-0,0170	-0,017
46	2,25	-0,0205	-0,021	47	2,30	-0,0240	-0,024	48	2,35	-0,0273	-0,027
49	2,40	-0,0305	-0,030	50	2,45	-0,0335	-0,034	51	2,50	-0,0365	-0,036
52	2,55	-0,0393	-0,039	53	2,60	-0,0420	-0,042	54	2,65	-0,0446	-0,045
55	2,70	-0,0471	-0,047	56	2,75	-0,0495	-0,049	57	2,80	-0,0518	-0,052
58	2,85	-0,0540	-0,054	59	2,90	-0,0561	-0,056	60	2,95	-0,0581	-0,058
61	3,00	-0,0600	-0,060	62	3,05	-0,0619	-0,062	63	3,10	-0,0637	-0,064
64	3,15	-0,0654	-0,065	65	3,20	-0,0670	-0,067	66	3,25	-0,0686	-0,069
67	3,30	-0,0701	-0,070	68	3,35	-0,0716	-0,072	69	3,40	-0,0730	-0,073
70	3,45	-0,0744	-0,074	71	3,50	-0,0757	-0,076	72	3,55	-0,0770	-0,077
73	3,60	-0,0782	-0,078	74	3,65	-0,0794	-0,079	75	3,70	-0,0805	-0,081
76	3,75	-0,0816	-0,082	77	3,80	-0,0827	-0,083	78	3,85	-0,0838	-0,084
79	3,90	-0,0848	-0,085	80	3,95	-0,0858	-0,086	81	4,00	-0,0868	-0,087
82	4,05	-0,0878	-0,088	83	4,10	-0,0887	-0,089	84	4,15	-0,0897	-0,090
85	4,20	-0,0906	-0,091	86	4,25	-0,0915	-0,091	87	4,30	-0,0924	-0,092
88	4,35	-0,0933	-0,093	89	4,40	-0,0942	-0,094	90	4,45	-0,0950	-0,095
91	4,50	-0,0959	-0,096	92	4,55	-0,0968	-0,097	93	4,60	-0,0976	-0,098
94	4,65	-0,0985	-0,098	95	4,70	-0,0993	-0,099	96	4,75	-0,1002	-0,100
97	4,80	-0,1010	-0,101	98	4,85	-0,1019	-0,102	99	4,90	-0,1028	-0,103
100	4,95	-0,1036	-0,104	101	5,00	-0,1045	-0,104	102			

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,5712	0,494	2	0,05	0,5486	0,549	3	0,10	0,5265	0,526
4	0,15	0,5048	0,505	5	0,20	0,4835	0,484	6	0,25	0,4628	0,463
7	0,30	0,4424	0,442	8	0,35	0,4226	0,423	9	0,40	0,4032	0,403
10	0,45	0,3842	0,384	11	0,50	0,3657	0,366	12	0,55	0,3477	0,348
13	0,60	0,3301	0,330	14	0,65	0,3129	0,313	15	0,70	0,2962	0,296
16	0,75	0,2799	0,280	17	0,80	0,2641	0,264	18	0,85	0,2487	0,249
19	0,90	0,2337	0,234	20	0,95	0,2191	0,219	21	1,00	0,2049	0,205
22	1,05	0,1912	0,191	23	1,10	0,1778	0,178	24	1,15	0,1648	0,165
25	1,20	0,1523	0,152	26	1,25	0,1401	0,140	27	1,30	0,1283	0,128
28	1,35	0,1168	0,117	29	1,40	0,1057	0,106	30	1,45	0,0950	0,095
31	1,50	0,0846	0,085	32	1,55	0,0746	0,075	33	1,60	0,0649	0,065
34	1,65	0,0555	0,056	35	1,70	0,0465	0,046	36	1,75	0,0378	0,038
37	1,80	0,0293	0,029	38	1,85	0,0212	0,021	39	1,90	0,0134	0,013
40	1,95	0,0058	0,006	41	2,00	-0,0015	-0,001	42	2,05	-0,0085	-0,008
43	2,10	-0,0152	-0,015	44	2,15	-0,0217	-0,022	45	2,20	-0,0279	-0,028
46	2,25	-0,0339	-0,034	47	2,30	-0,0397	-0,040	48	2,35	-0,0452	-0,045
49	2,40	-0,0506	-0,051	50	2,45	-0,0557	-0,056	51	2,50	-0,0606	-0,061
52	2,55	-0,0653	-0,065	53	2,60	-0,0698	-0,070	54	2,65	-0,0742	-0,074
55	2,70	-0,0783	-0,078	56	2,75	-0,0823	-0,082	57	2,80	-0,0861	-0,086
58	2,85	-0,0898	-0,090	59	2,90	-0,0934	-0,093	60	2,95	-0,0967	-0,097
61	3,00	-0,1000	-0,100	62	3,05	-0,1031	-0,103	63	3,10	-0,1061	-0,106
64	3,15	-0,1090	-0,109	65	3,20	-0,1117	-0,112	66	3,25	-0,1144	-0,114
67	3,30	-0,1169	-0,117	68	3,35	-0,1194	-0,119	69	3,40	-0,1218	-0,122
70	3,45	-0,1241	-0,124	71	3,50	-0,1263	-0,126	72	3,55	-0,1284	-0,128
73	3,60	-0,1304	-0,130	74	3,65	-0,1324	-0,132	75	3,70	-0,1344	-0,134
76	3,75	-0,1363	-0,136	77	3,80	-0,1381	-0,138	78	3,85	-0,1399	-0,140
79	3,90	-0,1416	-0,142	80	3,95	-0,1433	-0,143	81	4,00	-0,1449	-0,145
82	4,05	-0,1466	-0,147	83	4,10	-0,1482	-0,148	84	4,15	-0,1497	-0,150
85	4,20	-0,1513	-0,151	86	4,25	-0,1528	-0,153	87	4,30	-0,1543	-0,154
88	4,35	-0,1558	-0,156	89	4,40	-0,1573	-0,157	90	4,45	-0,1587	-0,159
91	4,50	-0,1602	-0,160	92	4,55	-0,1616	-0,162	93	4,60	-0,1631	-0,163
94	4,65	-0,1645	-0,165	95	4,70	-0,1660	-0,166	96	4,75	-0,1674	-0,167
97	4,80	-0,1689	-0,169	98	4,85	-0,1703	-0,170	99	4,90	-0,1717	-0,172

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
100	4,95	-0,1732	-0,173	101	5,00	-0,1746	-0,175	102			

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,9858	0,494	2	0,05	0,9477	0,570	3	0,10	0,9103	0,647
4	0,15	0,8736	0,725	5	0,20	0,8377	0,805	6	0,25	0,8025	0,802
7	0,30	0,7681	0,768	8	0,35	0,7344	0,734	9	0,40	0,7015	0,702
10	0,45	0,6694	0,669	11	0,50	0,6380	0,638	12	0,55	0,6074	0,607
13	0,60	0,5774	0,577	14	0,65	0,5483	0,548	15	0,70	0,5198	0,520
16	0,75	0,4921	0,492	17	0,80	0,4651	0,465	18	0,85	0,4389	0,439
19	0,90	0,4133	0,413	20	0,95	0,3884	0,388	21	1,00	0,3642	0,364
22	1,05	0,3407	0,341	23	1,10	0,3179	0,318	24	1,15	0,2957	0,296
25	1,20	0,2742	0,274	26	1,25	0,2533	0,253	27	1,30	0,2331	0,233
28	1,35	0,2135	0,213	29	1,40	0,1945	0,194	30	1,45	0,1760	0,176
31	1,50	0,1582	0,158	32	1,55	0,1410	0,141	33	1,60	0,1243	0,124
34	1,65	0,1082	0,108	35	1,70	0,0926	0,093	36	1,75	0,0775	0,077
37	1,80	0,0629	0,063	38	1,85	0,0489	0,049	39	1,90	0,0353	0,035
40	1,95	0,0223	0,022	41	2,00	0,0097	0,010	42	2,05	-0,0025	-0,002
43	2,10	-0,0142	-0,014	44	2,15	-0,0255	-0,025	45	2,20	-0,0363	-0,036
46	2,25	-0,0468	-0,047	47	2,30	-0,0568	-0,057	48	2,35	-0,0665	-0,067
49	2,40	-0,0758	-0,076	50	2,45	-0,0848	-0,085	51	2,50	-0,0934	-0,093
52	2,55	-0,1017	-0,102	53	2,60	-0,1096	-0,110	54	2,65	-0,1172	-0,117
55	2,70	-0,1246	-0,125	56	2,75	-0,1316	-0,132	57	2,80	-0,1384	-0,138
58	2,85	-0,1449	-0,145	59	2,90	-0,1512	-0,151	60	2,95	-0,1572	-0,157
61	3,00	-0,1630	-0,163	62	3,05	-0,1686	-0,169	63	3,10	-0,1739	-0,174
64	3,15	-0,1791	-0,179	65	3,20	-0,1841	-0,184	66	3,25	-0,1888	-0,189
67	3,30	-0,1934	-0,193	68	3,35	-0,1979	-0,198	69	3,40	-0,2022	-0,202
70	3,45	-0,2063	-0,206	71	3,50	-0,2103	-0,210	72	3,55	-0,2142	-0,214
73	3,60	-0,2180	-0,218	74	3,65	-0,2216	-0,222	75	3,70	-0,2252	-0,225
76	3,75	-0,2286	-0,229	77	3,80	-0,2320	-0,232	78	3,85	-0,2353	-0,235
79	3,90	-0,2385	-0,238	80	3,95	-0,2416	-0,242	81	4,00	-0,2447	-0,245
82	4,05	-0,2477	-0,248	83	4,10	-0,2507	-0,251	84	4,15	-0,2536	-0,254
85	4,20	-0,2565	-0,256	86	4,25	-0,2593	-0,259	87	4,30	-0,2621	-0,262
88	4,35	-0,2649	-0,265	89	4,40	-0,2677	-0,268	90	4,45	-0,2704	-0,270
91	4,50	-0,2732	-0,273	92	4,55	-0,2759	-0,276	93	4,60	-0,2786	-0,279
94	4,65	-0,2813	-0,281	95	4,70	-0,2840	-0,284	96	4,75	-0,2867	-0,287
97	4,80	-0,2894	-0,289	98	4,85	-0,2921	-0,292	99	4,90	-0,2948	-0,295
100	4,95	-0,2976	-0,298	101	5,00	-0,3003	-0,300	102			

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,6590	0,494	2	0,05	1,6000	0,570	3	0,10	1,5421	0,647
4	0,15	1,4852	0,725	5	0,20	1,4293	0,805	6	0,25	1,3745	0,885
7	0,30	1,3207	0,967	8	0,35	1,2680	1,049	9	0,40	1,2164	1,132
10	0,45	1,1658	1,166	11	0,50	1,1163	1,116	12	0,55	1,0678	1,068
13	0,60	1,0205	1,020	14	0,65	0,9742	0,974	15	0,70	0,9289	0,929
16	0,75	0,8847	0,885	17	0,80	0,8416	0,842	18	0,85	0,7995	0,799
19	0,90	0,7584	0,758	20	0,95	0,7184	0,718	21	1,00	0,6793	0,679
22	1,05	0,6413	0,641	23	1,10	0,6043	0,604	24	1,15	0,5683	0,568
25	1,20	0,5332	0,533	26	1,25	0,4991	0,499	27	1,30	0,4659	0,466
28	1,35	0,4337	0,434	29	1,40	0,4024	0,402	30	1,45	0,3720	0,372
31	1,50	0,3425	0,342	32	1,55	0,3138	0,314	33	1,60	0,2860	0,286
34	1,65	0,2591	0,259	35	1,70	0,2330	0,233	36	1,75	0,2076	0,208
37	1,80	0,1831	0,183	38	1,85	0,1594	0,159	39	1,90	0,1364	0,136
40	1,95	0,1141	0,114	41	2,00	0,0926	0,093	42	2,05	0,0717	0,072
43	2,10	0,0516	0,052	44	2,15	0,0321	0,032	45	2,20	0,0132	0,013
46	2,25	-0,0050	-0,005	47	2,30	-0,0226	-0,023	48	2,35	-0,0396	-0,040
49	2,40	-0,0560	-0,056	50	2,45	-0,0719	-0,072	51	2,50	-0,0872	-0,087
52	2,55	-0,1020	-0,102	53	2,60	-0,1163	-0,116	54	2,65	-0,1301	-0,130
55	2,70	-0,1435	-0,143	56	2,75	-0,1563	-0,156	57	2,80	-0,1688	-0,169
58	2,85	-0,1808	-0,181	59	2,90	-0,1925	-0,192	60	2,95	-0,2037	-0,204
61	3,00	-0,2146	-0,215	62	3,05	-0,2251	-0,225	63	3,10	-0,2353	-0,235
64	3,15	-0,2452	-0,245	65	3,20	-0,2547	-0,255	66	3,25	-0,2640	-0,264
67	3,30	-0,2730	-0,273	68	3,35	-0,2817	-0,282	69	3,40	-0,2902	-0,290
70	3,45	-0,2985	-0,298	71	3,50	-0,3065	-0,307	72	3,55	-0,3144	-0,314
73	3,60	-0,3220	-0,322	74	3,65	-0,3295	-0,329	75	3,70	-0,3367	-0,337
76	3,75	-0,3439	-0,344	77	3,80	-0,3509	-0,351	78	3,85	-0,3577	-0,358
79	3,90	-0,3644	-0,364	80	3,95	-0,3711	-0,371	81	4,00	-0,3776	-0,378
82	4,05	-0,3840	-0,384	83	4,10	-0,3904	-0,390	84	4,15	-0,3966	-0,397
85	4,20	-0,4028	-0,403	86	4,25	-0,4090	-0,409	87	4,30	-0,4151	-0,415
88	4,35	-0,4211	-0,421	89	4,40	-0,4272	-0,427	90	4,45	-0,4331	-0,433
91	4,50	-0,4391	-0,439	92	4,55	-0,4451	-0,445	93	4,60	-0,4510	-0,451
94	4,65	-0,4569	-0,457	95	4,70	-0,4628	-0,463	96	4,75	-0,4687	-0,469
97	4,80	-0,4747	-0,475	98	4,85	-0,4806	-0,481	99	4,90	-0,4865	-0,486
100	4,95	-0,4924	-0,492	101	5,00	-0,4984	-0,498	102			

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,3414	0,494	2	0,05	1,2321	0,570	3	0,10	1,1245	0,647
4	0,15	1,0186	0,725	5	0,20	1,1914	0,805	6	0,25	1,1119	0,885
7	0,30	1,1712	0,967	8	0,35	1,6123	1,049	9	0,40	1,5151	1,132
10	0,45	1,4198	1,217	11	0,50	1,3262	1,302	12	0,55	1,2344	1,389
13	0,60	1,1444	1,477	14	0,65	1,0562	1,565	15	0,70	1,9699	1,655
16	0,75	1,8853	1,745	17	0,80	1,8026	1,803	18	0,85	1,7217	1,722

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
19	0,90	1,6426	1,643	20	0,95	1,5653	1,565	21	1,00	1,4898	1,490
22	1,05	1,4160	1,416	23	1,10	1,3440	1,344	24	1,15	1,2738	1,274
25	1,20	1,2052	1,205	26	1,25	1,1384	1,138	27	1,30	1,0733	1,073
28	1,35	1,0099	1,010	29	1,40	0,9481	0,948	30	1,45	0,8879	0,888
31	1,50	0,8293	0,829	32	1,55	0,7724	0,772	33	1,60	0,7169	0,717
34	1,65	0,6630	0,663	35	1,70	0,6106	0,611	36	1,75	0,5597	0,560
37	1,80	0,5102	0,510	38	1,85	0,4622	0,462	39	1,90	0,4155	0,415
40	1,95	0,3702	0,370	41	2,00	0,3262	0,326	42	2,05	0,2835	0,284
43	2,10	0,2421	0,242	44	2,15	0,2019	0,202	45	2,20	0,1629	0,163
46	2,25	0,1251	0,125	47	2,30	0,0885	0,088	48	2,35	0,0529	0,053
49	2,40	0,0184	0,018	50	2,45	-0,0150	-0,015	51	2,50	-0,0474	-0,047
52	2,55	-0,0788	-0,079	53	2,60	-0,1093	-0,109	54	2,65	-0,1389	-0,139
55	2,70	-0,1676	-0,168	56	2,75	-0,1954	-0,195	57	2,80	-0,2224	-0,222
58	2,85	-0,2486	-0,249	59	2,90	-0,2740	-0,274	60	2,95	-0,2987	-0,299
61	3,00	-0,3227	-0,323	62	3,05	-0,3460	-0,346	63	3,10	-0,3687	-0,369
64	3,15	-0,3908	-0,391	65	3,20	-0,4123	-0,412	66	3,25	-0,4332	-0,433
67	3,30	-0,4536	-0,454	68	3,35	-0,4735	-0,473	69	3,40	-0,4929	-0,493
70	3,45	-0,5119	-0,512	71	3,50	-0,5304	-0,530	72	3,55	-0,5486	-0,549
73	3,60	-0,5663	-0,566	74	3,65	-0,5838	-0,584	75	3,70	-0,6008	-0,601
76	3,75	-0,6176	-0,618	77	3,80	-0,6342	-0,634	78	3,85	-0,6504	-0,650
79	3,90	-0,6664	-0,666	80	3,95	-0,6822	-0,682	81	4,00	-0,6978	-0,698
82	4,05	-0,7132	-0,713	83	4,10	-0,7285	-0,729	84	4,15	-0,7436	-0,744
85	4,20	-0,7586	-0,759	86	4,25	-0,7735	-0,773	87	4,30	-0,7882	-0,788
88	4,35	-0,8029	-0,803	89	4,40	-0,8175	-0,818	90	4,45	-0,8321	-0,832
91	4,50	-0,8466	-0,847	92	4,55	-0,8611	-0,861	93	4,60	-0,8755	-0,876
94	4,65	-0,8900	-0,890	95	4,70	-0,9044	-0,904	96	4,75	-0,9188	-0,919
97	4,80	-0,9332	-0,933	98	4,85	-0,9476	-0,948	99	4,90	-0,9620	-0,962
100	4,95	-0,9765	-0,976	101	5,00	-0,9909	-0,991	102			

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	2,0028	0,494	2	0,05	1,8237	0,570	3	0,10	1,6470	0,647
4	0,15	1,4728	0,725	5	0,20	1,3011	0,805	6	0,25	1,1320	0,885
7	0,30	1,9654	0,967	8	0,35	1,8013	1,049	9	0,40	1,6399	1,132
10	0,45	1,4810	1,217	11	0,50	1,3248	1,302	12	0,55	1,1712	1,389
13	0,60	1,0202	1,477	14	0,65	1,8719	1,565	15	0,70	1,7263	1,655
16	0,75	1,5833	1,745	17	0,80	1,4430	1,837	18	0,85	1,3054	1,930
19	0,90	1,1705	2,024	20	0,95	1,0383	2,089	21	1,00	1,9087	2,155
22	1,05	1,7818	2,222	23	1,10	1,6576	2,290	24	1,15	1,5361	2,359
25	1,20	1,4172	2,417	26	1,25	1,3010	2,301	27	1,30	1,1874	2,187
28	1,35	1,0764	2,076	29	1,40	1,9680	1,968	30	1,45	1,8621	1,862
31	1,50	1,7587	1,759	32	1,55	1,6578	1,658	33	1,60	1,5594	1,559
34	1,65	1,4634	1,463	35	1,70	1,3698	1,370	36	1,75	1,2786	1,279
37	1,80	1,1896	1,190	38	1,85	1,1030	1,103	39	1,90	1,0185	1,019
40	1,95	0,9363	0,936	41	2,00	0,8562	0,856	42	2,05	0,7782	0,778
43	2,10	0,7023	0,702	44	2,15	0,6284	0,628	45	2,20	0,5564	0,556
46	2,25	0,4864	0,486	47	2,30	0,4182	0,418	48	2,35	0,3519	0,352
49	2,40	0,2874	0,287	50	2,45	0,2245	0,225	51	2,50	0,1634	0,163
52	2,55	0,1038	0,104	53	2,60	0,0459	0,046	54	2,65	-0,0105	-0,011
55	2,70	-0,0655	-0,065	56	2,75	-0,1190	-0,119	57	2,80	-0,1711	-0,171
58	2,85	-0,2219	-0,222	59	2,90	-0,2714	-0,271	60	2,95	-0,3197	-0,320
61	3,00	-0,3668	-0,367	62	3,05	-0,4128	-0,413	63	3,10	-0,4577	-0,458
64	3,15	-0,5015	-0,502	65	3,20	-0,5444	-0,544	66	3,25	-0,5863	-0,586
67	3,30	-0,6273	-0,627	68	3,35	-0,6674	-0,667	69	3,40	-0,7068	-0,707
70	3,45	-0,7454	-0,745	71	3,50	-0,7832	-0,783	72	3,55	-0,8204	-0,820
73	3,60	-0,8569	-0,857	74	3,65	-0,8928	-0,893	75	3,70	-0,9282	-0,928
76	3,75	-0,9631	-0,963	77	3,80	-0,9974	-0,997	78	3,85	-1,0313	-1,031
79	3,90	-1,0648	-1,065	80	3,95	-1,0979	-1,098	81	4,00	-1,1307	-1,131
82	4,05	-1,1632	-1,163	83	4,10	-1,1954	-1,195	84	4,15	-1,2273	-1,227
85	4,20	-1,2590	-1,259	86	4,25	-1,2905	-1,291	87	4,30	-1,3218	-1,322
88	4,35	-1,3530	-1,353	89	4,40	-1,3841	-1,384	90	4,45	-1,4150	-1,415
91	4,50	-1,4459	-1,446	92	4,55	-1,4767	-1,477	93	4,60	-1,5075	-1,507
94	4,65	-1,5382	-1,538	95	4,70	-1,5689	-1,569	96	4,75	-1,5996	-1,600
97	4,80	-1,6303	-1,630	98	4,85	-1,6610	-1,661	99	4,90	-1,6918	-1,692
100	4,95	-1,7225	-1,723	101	5,00	-1,7533	-1,753	102			

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M	momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2748,00	2	0,00	0,00	0,00	2748,62
3	0,10	0,00	0,00	2749,18	4	0,10	0,00	0,00	2749,69
5	0,20	0,00	0,00	2750,14	6	0,20	0,00	0,00	2750,53
7	0,30	0,00	0,00	2750,88	8	0,30	0,00	0,00	2751,16
9	0,40	0,00	0,00	2751,39	10	0,40	0,00	0,00	2751,57
11	0,50	0,00	0,00	2751,69	12	0,50	0,00	0,00	2751,75

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
13	0,60	0,00	0,00	2751,76	14	0,60	0,00	0,00	2751,71
15	0,70	0,00	0,00	2751,61	16	0,70	0,00	0,00	2751,45
17	0,80	0,00	0,00	2751,24	18	0,80	0,00	0,00	2750,97
19	0,90	0,00	0,00	2750,65	20	0,90	0,00	0,00	2750,27
21	1,00	0,00	0,00	2749,84	22	1,00	0,00	0,00	2749,35
23	1,10	0,00	0,00	2748,81	24	1,10	0,00	0,00	2748,21
25	1,20	0,00	0,00	2747,55	26	1,20	0,00	0,00	2748,31
27	1,30	0,00	0,00	2749,00	28	1,30	0,00	0,00	2749,64
29	1,40	0,00	0,00	2750,21	30	1,40	0,00	0,00	2750,73
31	1,50	0,00	0,00	2751,19	32	1,50	0,00	0,00	2751,59
33	1,60	0,00	0,00	2751,93	34	1,60	0,00	0,00	2752,21
35	1,70	0,00	0,00	2752,43	36	1,70	0,00	0,00	2752,59
37	1,80	0,00	0,00	2752,69	38	1,80	0,00	0,00	2752,73
39	1,90	0,00	0,00	2752,71	40	1,90	0,00	0,00	2752,64
41	2,00	0,00	0,00	2752,50	42	2,00	0,00	0,00	2752,31
43	2,10	0,00	0,00	2752,05	44	2,10	0,00	0,00	2751,74
45	2,20	0,00	0,00	2751,37	46	2,20	0,00	0,00	2750,93
47	2,30	0,00	0,00	2750,44	48	2,30	0,00	0,00	2749,89
49	2,40	0,00	0,00	2749,28	50	2,40	0,00	0,00	2748,61
51	2,50	0,00	0,00	2747,88	52	2,50	0,00	0,00	2747,09
53	2,60	0,00	0,00	2746,25	54	2,60	0,00	0,00	2745,34
55	2,70	0,00	0,00	2744,37	56	2,70	0,00	0,00	2743,35
57	2,80	0,00	0,00	2742,26	58	2,80	0,00	0,00	2741,12
59	2,90	0,00	0,00	2739,91	60	2,90	0,00	0,00	2738,65
61	3,00	0,00	0,00	2737,33	62	3,00	0,00	0,00	2735,94
63	3,10	0,00	0,00	2734,50	64	3,10	0,00	0,00	2732,65
65	3,20	0,00	0,00	2730,72	66	3,20	0,00	0,00	2728,72
67	3,30	0,00	0,00	2726,64	68	3,30	0,00	0,00	2724,48
69	3,40	0,00	0,00	2722,24	70	3,40	0,00	0,00	2719,93
71	3,50	0,00	0,00	2717,54	72	3,50	0,00	0,00	2715,07
73	3,60	0,00	0,00	2712,52	74	3,60	0,00	0,00	2709,90
75	3,70	0,00	0,00	2707,20	76	3,70	0,00	0,00	2704,43
77	3,80	0,00	0,00	2701,57	78	3,80	0,00	0,00	2698,64
79	3,90	0,00	0,00	2695,64	80	3,90	0,00	0,00	2692,55
81	4,00	0,00	0,00	2689,39	82	4,00	0,00	0,00	2686,15
83	4,10	0,00	0,00	2682,83	84	4,10	0,00	0,00	2679,44
85	4,20	0,00	0,00	2675,97	86	4,20	0,00	0,00	2672,42
87	4,30	0,00	0,00	2668,80	88	4,30	0,00	0,00	2665,10
89	4,40	0,00	0,00	2661,32	90	4,40	0,00	0,00	2657,46
91	4,50	0,00	0,00	2653,53	92	4,50	0,00	0,00	2649,52
93	4,60	0,00	0,00	2645,43	94	4,60	0,00	0,00	2641,27
95	4,70	0,00	0,00	2637,03	96	4,70	0,00	0,00	2632,71
97	4,80	0,00	0,00	2628,31	98	4,80	0,00	0,00	2623,84
99	4,90	0,00	0,00	2619,29	100	4,90	0,00	0,00	2614,66
101	5,00	0,00	0,00	2609,96	102				

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2153,00	2	0,00	0,00	0,00	2153,92
3	0,10	0,00	0,00	2154,79	4	0,10	0,00	0,00	2155,62
5	0,20	0,00	0,00	2156,41	6	0,20	0,00	0,00	2157,15
7	0,30	0,00	0,00	2157,85	8	0,30	0,00	0,00	2158,50
9	0,40	0,00	0,00	2159,11	10	0,40	0,00	0,00	2159,67
11	0,50	0,00	0,00	2160,19	12	0,50	0,00	0,00	2160,67
13	0,60	0,00	0,00	2161,10	14	0,60	0,00	0,00	2161,49
15	0,70	0,00	0,00	2161,83	16	0,70	0,00	0,00	2162,13
17	0,80	0,00	0,00	2162,38	18	0,80	0,00	0,00	2162,60
19	0,90	0,00	0,00	2162,76	20	0,90	0,00	0,00	2162,88
21	1,00	0,00	0,00	2162,96	22	1,00	0,00	0,00	2163,00
23	1,10	0,00	0,00	2162,99	24	1,10	0,00	0,00	2162,93
25	1,20	0,00	0,00	2162,83	26	1,20	0,00	0,00	2163,86
27	1,30	0,00	0,00	2164,84	28	1,30	0,00	0,00	2165,77
29	1,40	0,00	0,00	2166,66	30	1,40	0,00	0,00	2167,50
31	1,50	0,00	0,00	2168,29	32	1,50	0,00	0,00	2169,03
33	1,60	0,00	0,00	2169,73	34	1,60	0,00	0,00	2170,37
35	1,70	0,00	0,00	2170,97	36	1,70	0,00	0,00	2171,53
37	1,80	0,00	0,00	2172,03	38	1,80	0,00	0,00	2172,49
39	1,90	0,00	0,00	2172,90	40	1,90	0,00	0,00	2173,27
41	2,00	0,00	0,00	2173,58	42	2,00	0,00	0,00	2173,85
43	2,10	0,00	0,00	2174,07	44	2,10	0,00	0,00	2174,25
45	2,20	0,00	0,00	2174,37	46	2,20	0,00	0,00	2174,45
47	2,30	0,00	0,00	2174,49	48	2,30	0,00	0,00	2174,47
49	2,40	0,00	0,00	2174,41	50	2,40	0,00	0,00	2174,30
51	2,50	0,00	0,00	2174,14	52	2,50	0,00	0,00	2173,93
53	2,60	0,00	0,00	2173,68	54	2,60	0,00	0,00	2173,38
55	2,70	0,00	0,00	2173,03	56	2,70	0,00	0,00	2172,64
57	2,80	0,00	0,00	2172,20	58	2,80	0,00	0,00	2171,71
59	2,90	0,00	0,00	2171,17	60	2,90	0,00	0,00	2170,58
61	3,00	0,00	0,00	2169,95	62	3,00	0,00	0,00	2169,27
63	3,10	0,00	0,00	2168,55	64	3,10	0,00	0,00	2167,49
65	3,20	0,00	0,00	2166,38	66	3,20	0,00	0,00	2165,20
67	3,30	0,00	0,00	2163,96	68	3,30	0,00	0,00	2162,66
69	3,40	0,00	0,00	2161,30	70	3,40	0,00	0,00	2159,87
71	3,50	0,00	0,00	2158,39	72	3,50	0,00	0,00	2156,84
73	3,60	0,00	0,00	2155,23	74	3,60	0,00	0,00	2153,56
75	3,70	0,00	0,00	2151,83	76	3,70	0,00	0,00	2150,04
77	3,80	0,00	0,00	2148,18	78	3,80	0,00	0,00	2146,27
79	3,90	0,00	0,00	2144,29	80	3,90	0,00	0,00	2142,25
81	4,00	0,00	0,00	2140,15	82	4,00	0,00	0,00	2137,98
83	4,10	0,00	0,00	2135,76	84	4,10	0,00	0,00	2133,47
85	4,20	0,00	0,00	2131,13	86	4,20	0,00	0,00	2128,72

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
87	4,30	0,00	0,00	2126,25	88	4,30	0,00	0,00	2123,71
89	4,40	0,00	0,00	2121,12	90	4,40	0,00	0,00	2118,46
91	4,50	0,00	0,00	2115,74	92	4,50	0,00	0,00	2112,97
93	4,60	0,00	0,00	2110,12	94	4,60	0,00	0,00	2107,22
95	4,70	0,00	0,00	2104,26	96	4,70	0,00	0,00	2101,23
97	4,80	0,00	0,00	2098,15	98	4,80	0,00	0,00	2095,00
99	4,90	0,00	0,00	2091,79	100	4,90	0,00	0,00	2088,51
101	5,00	0,00	0,00	2085,18	102				

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	1225,00	1,00	-34,00	2	0,00	1224,29	39,72	-31,13
3	0,10	1222,30	64,00	-28,23	4	0,10	1219,10	87,16	-25,30
5	0,20	1214,74	109,23	-22,35	6	0,20	1209,28	130,24	-19,37
7	0,30	1202,77	150,20	-16,36	8	0,30	1195,26	169,15	-13,32
9	0,40	1186,80	187,11	-10,25	10	0,40	1177,44	204,12	-7,16
11	0,50	1167,24	220,18	-4,03	12	0,50	1156,23	235,33	-0,88
13	0,60	1144,46	249,60	2,30	14	0,60	1131,98	263,00	5,50
15	0,70	1118,83	275,57	8,74	16	0,70	1105,05	287,32	12,00
17	0,80	1090,69	298,28	15,29	18	0,80	1075,77	308,48	18,61
19	0,90	1060,35	317,94	21,96	20	0,90	1044,45	326,67	25,34
21	1,00	1028,12	334,71	28,74	22	1,00	1011,38	342,07	32,17
23	1,10	994,28	348,78	35,63	24	1,10	976,84	354,85	39,12
25	1,20	959,10	360,32	42,64	26	1,20	941,08	365,19	45,44
27	1,30	922,82	369,49	48,27	28	1,30	904,35	373,24	51,13
29	1,40	885,69	376,46	54,02	30	1,40	866,86	379,17	56,94
31	1,50	847,91	381,38	59,89	32	1,50	828,84	383,12	62,87
33	1,60	809,68	384,40	65,89	34	1,60	790,46	385,23	68,93
35	1,70	771,20	385,65	72,00	36	1,70	751,92	385,66	75,10
37	1,80	732,63	385,27	78,23	38	1,80	713,37	384,51	81,40
39	1,90	694,14	383,39	84,59	40	1,90	674,98	381,92	87,81
41	2,00	655,88	380,13	91,06	42	2,00	636,87	378,01	94,35
43	2,10	617,97	375,59	97,66	44	2,10	599,19	372,89	101,00
45	2,20	580,55	369,90	104,37	46	2,20	562,05	366,65	107,78
47	2,30	543,72	363,14	111,21	48	2,30	525,56	359,39	114,67
49	2,40	507,59	355,42	118,17	50	2,40	489,82	351,22	121,69
51	2,50	472,26	346,81	125,24	52	2,50	454,92	342,21	128,83
53	2,60	437,81	337,41	132,44	54	2,60	420,94	332,43	136,09
55	2,70	404,32	327,28	139,76	56	2,70	387,96	321,97	143,46
57	2,80	371,86	316,51	147,20	58	2,80	356,03	310,89	150,96
59	2,90	340,49	305,14	154,76	60	2,90	325,23	299,25	158,58
61	3,00	310,27	293,24	162,44	62	3,00	295,60	287,11	166,32
63	3,10	281,25	280,87	170,24	64	3,10	267,21	274,52	174,36
65	3,20	253,48	268,07	178,52	66	3,20	240,08	261,53	182,72
67	3,30	227,00	254,89	186,96	68	3,30	214,25	248,17	191,24
69	3,40	201,85	241,36	195,56	70	3,40	189,78	234,48	199,92
71	3,50	178,05	227,53	204,31	72	3,50	166,68	220,50	208,75
73	3,60	155,65	213,41	213,22	74	3,60	144,98	206,26	217,74
75	3,70	134,67	199,04	222,29	76	3,70	124,72	191,77	226,88
77	3,80	115,13	184,45	231,52	78	3,80	105,91	177,07	236,19
79	3,90	97,05	169,64	240,90	80	3,90	88,57	162,16	245,64
81	4,00	80,46	154,64	250,43	82	4,00	72,73	147,07	255,26
83	4,10	65,38	139,46	260,13	84	4,10	58,40	131,80	265,03
85	4,20	51,81	124,11	269,98	86	4,20	45,61	116,37	274,96
87	4,30	39,79	108,59	279,98	88	4,30	34,36	100,78	285,04
89	4,40	29,32	92,93	290,14	90	4,40	24,68	85,04	295,28
91	4,50	20,42	77,12	300,46	92	4,50	16,57	69,15	305,68
93	4,60	13,11	61,15	310,94	94	4,60	10,05	53,12	316,24
95	4,70	7,40	45,05	321,57	96	4,70	5,14	36,94	326,95
97	4,80	3,30	28,79	332,36	98	4,80	1,86	20,61	337,81
99	4,90	0,83	12,40	343,31	100	4,90	0,21	4,14	348,84
101	5,00	0,00	4,14	354,41	102				

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-1874,00	215,00	3319,00	2	0,00	-1883,47	140,15	3319,33
3	0,10	-1890,48	92,92	3319,59	4	0,10	-1895,12	47,63	3319,79
5	0,20	-1897,50	4,25	3319,92	6	0,20	-1897,72	-37,26	3319,99
7	0,30	-1895,85	-76,94	3319,99	8	0,30	-1892,01	-114,84	3319,92
9	0,40	-1886,26	-151,00	3319,79	10	0,40	-1878,71	-185,46	3319,59
11	0,50	-1869,44	-218,25	3319,32	12	0,50	-1858,53	-249,42	3318,99
13	0,60	-1846,06	-279,02	3318,59	14	0,60	-1832,11	-307,07	3318,13
15	0,70	-1816,75	-333,62	3317,60	16	0,70	-1800,07	-358,71	3317,01
17	0,80	-1782,14	-382,37	3316,35	18	0,80	-1763,02	-404,65	3315,62
19	0,90	-1742,79	-425,58	3314,83	20	0,90	-1721,51	-445,21	3313,97
21	1,00	-1699,25	-463,56	3313,04	22	1,00	-1676,07	-480,67	3312,05
23	1,10	-1652,04	-496,59	3311,00	24	1,10	-1627,21	-511,34	3309,87
25	1,20	-1601,64	-524,97	3308,68	26	1,20	-1575,39	-537,50	3309,18
27	1,30	-1548,51	-548,97	3309,60	28	1,30	-1521,07	-559,41	3309,95
29	1,40	-1493,10	-568,86	3310,23	30	1,40	-1464,65	-577,34	3310,44
31	1,50	-1435,79	-584,90	3310,58	32	1,50	-1406,54	-591,55	3310,65
33	1,60	-1376,96	-597,33	3310,64	34	1,60	-1347,10	-602,28	3310,57
35	1,70	-1316,98	-606,41	3310,42	36	1,70	-1286,66	-609,76	3310,21
37	1,80	-1256,17	-612,35	3309,92	38	1,80	-1225,56	-614,21	3309,57
39	1,90	-1194,85	-615,37	3309,14	40	1,90	-1164,08	-615,85	3308,64
41	2,00	-1133,29	-615,68	3308,07	42	2,00	-1102,50	-614,88	3307,43
43	2,10	-1071,76	-613,48	3306,72	44	2,10	-1041,08	-611,50	3305,94

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
45	2,20	-1010,51	-608,95	3305,08	46	2,20	-980,06	-605,87	3304,16
47	2,30	-949,77	-602,27	3303,17	48	2,30	-919,65	-598,17	3302,10
49	2,40	-889,75	-593,60	3300,97	50	2,40	-860,07	-588,57	3299,76
51	2,50	-830,64	-583,10	3298,48	52	2,50	-801,48	-577,20	3297,13
53	2,60	-772,62	-570,90	3295,72	54	2,60	-744,08	-564,21	3294,23
55	2,70	-715,87	-557,15	3292,66	56	2,70	-688,01	-549,73	3291,03
57	2,80	-660,52	-541,97	3289,33	58	2,80	-633,42	-533,88	3287,56
59	2,90	-606,73	-525,47	3285,71	60	2,90	-580,46	-516,76	3283,80
61	3,00	-554,62	-507,75	3281,81	62	3,00	-529,23	-498,47	3279,76
63	3,10	-504,31	-488,92	3277,63	64	3,10	-479,86	-479,11	3275,02
65	3,20	-455,91	-469,06	3272,31	66	3,20	-432,45	-458,77	3269,51
67	3,30	-409,51	-448,25	3266,62	68	3,30	-387,10	-437,51	3263,63
69	3,40	-365,23	-426,55	3260,56	70	3,40	-343,90	-415,40	3257,39
71	3,50	-323,13	-404,04	3254,13	72	3,50	-302,93	-392,50	3250,78
73	3,60	-283,30	-380,77	3247,34	74	3,60	-264,26	-368,86	3243,80
75	3,70	-245,82	-356,79	3240,17	76	3,70	-227,98	-344,54	3236,45
77	3,80	-210,75	-332,13	3232,64	78	3,80	-194,15	-319,56	3228,74
79	3,90	-178,17	-306,84	3224,74	80	3,90	-162,83	-293,96	3220,66
81	4,00	-148,13	-280,94	3216,48	82	4,00	-134,08	-267,77	3212,21
83	4,10	-120,69	-254,46	3207,84	84	4,10	-107,97	-241,01	3203,39
85	4,20	-95,92	-227,42	3198,84	86	4,20	-84,55	-213,70	3194,20
87	4,30	-73,86	-199,84	3189,47	88	4,30	-63,87	-185,85	3184,65
89	4,40	-54,58	-171,73	3179,73	90	4,40	-45,99	-157,48	3174,72
91	4,50	-38,12	-143,09	3169,62	92	4,50	-30,96	-128,58	3164,43
93	4,60	-24,54	-113,94	3159,15	94	4,60	-18,84	-99,17	3153,77
95	4,70	-13,88	-84,27	3148,31	96	4,70	-9,67	-69,24	3142,75
97	4,80	-6,20	-54,08	3137,09	98	4,80	-3,50	-38,80	3131,35
99	4,90	-1,56	-23,38	3125,52	100	4,90	-0,39	-7,84	3119,59
101	5,00	0,00	-7,84	3113,57	102				

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-3122,95	357,99	3105,00	2	0,00	-3139,00	238,68	3105,44
3	0,10	-3150,94	159,71	3105,81	4	0,10	-3158,92	83,99	3106,13
5	0,20	-3163,12	11,46	3106,38	6	0,20	-3163,69	-57,96	3106,57
7	0,30	-3160,80	-124,32	3106,69	8	0,30	-3154,58	-187,71	3106,76
9	0,40	-3145,19	-248,19	3106,76	10	0,40	-3132,79	-305,82	3106,70
11	0,50	-3117,49	-360,68	3106,58	12	0,50	-3099,46	-412,84	3106,40
13	0,60	-3078,82	-462,35	3106,16	14	0,60	-3055,70	-509,29	3105,85
15	0,70	-3030,24	-553,72	3105,48	16	0,70	-3002,55	-595,71	3105,05
17	0,80	-2972,77	-635,32	3104,56	18	0,80	-2941,00	-672,62	3104,00
19	0,90	-2907,37	-707,67	3103,38	20	0,90	-2871,98	-740,53	3102,71
21	1,00	-2834,96	-771,27	3101,97	22	1,00	-2796,39	-799,94	3101,16
23	1,10	-2756,40	-826,61	3100,30	24	1,10	-2715,07	-851,33	3099,37
25	1,20	-2672,50	-874,17	3098,38	26	1,20	-2628,79	-895,18	3098,97
27	1,30	-2584,03	-914,42	3099,50	28	1,30	-2538,31	-931,94	3099,96
29	1,40	-2491,71	-947,80	3100,35	30	1,40	-2444,32	-962,05	3100,67
31	1,50	-2396,22	-974,75	3100,93	32	1,50	-2347,48	-985,94	3101,12
33	1,60	-2298,19	-995,67	3101,25	34	1,60	-2248,40	-1004,00	3101,31
35	1,70	-2198,20	-1010,98	3101,30	36	1,70	-2147,66	-1016,64	3101,22
37	1,80	-2096,82	-1021,04	3101,08	38	1,80	-2045,77	-1024,22	3100,87
39	1,90	-1994,56	-1026,23	3100,60	40	1,90	-1943,25	-1027,10	3100,26
41	2,00	-1891,89	-1026,88	3099,85	42	2,00	-1840,55	-1025,62	3099,38
43	2,10	-1789,27	-1023,34	3098,84	44	2,10	-1738,10	-1020,08	3098,23
45	2,20	-1687,10	-1015,90	3097,56	46	2,20	-1636,30	-1010,81	3096,82
47	2,30	-1585,76	-1004,85	3096,02	48	2,30	-1535,52	-998,07	3095,14
49	2,40	-1485,62	-990,49	3094,20	50	2,40	-1436,09	-982,14	3093,20
51	2,50	-1386,99	-973,05	3092,13	52	2,50	-1338,33	-963,26	3090,99
53	2,60	-1290,17	-952,78	3089,78	54	2,60	-1242,53	-941,66	3088,51
55	2,70	-1195,45	-929,91	3087,17	56	2,70	-1148,95	-917,57	3085,77
57	2,80	-1103,07	-904,64	3084,30	58	2,80	-1057,84	-891,17	3082,76
59	2,90	-1013,28	-877,17	3081,16	60	2,90	-969,42	-862,66	3079,49
61	3,00	-926,29	-847,66	3077,75	62	3,00	-883,91	-832,20	3075,95
63	3,10	-842,30	-816,28	3074,08	64	3,10	-801,48	-799,94	3071,75
65	3,20	-761,49	-783,18	3069,33	66	3,20	-722,33	-766,02	3066,83
67	3,30	-684,03	-748,48	3064,24	68	3,30	-646,60	-730,57	3061,57
69	3,40	-610,08	-712,30	3058,81	70	3,40	-574,46	-693,69	3055,96
71	3,50	-539,78	-674,75	3053,03	72	3,50	-506,04	-655,49	3050,01
73	3,60	-473,26	-635,93	3046,90	74	3,60	-441,47	-616,06	3043,71
75	3,70	-410,66	-595,90	3040,43	76	3,70	-380,87	-575,47	3037,06
77	3,80	-352,10	-554,75	3033,61	78	3,80	-324,36	-533,78	3030,07
79	3,90	-297,67	-512,54	3026,44	80	3,90	-272,04	-491,05	3022,73
81	4,00	-247,49	-469,31	3018,93	82	4,00	-224,03	-447,32	3015,05
83	4,10	-201,66	-425,10	3011,08	84	4,10	-180,40	-402,64	3007,02
85	4,20	-160,27	-379,95	3002,88	86	4,20	-141,27	-357,04	2998,65
87	4,30	-123,42	-333,89	2994,33	88	4,30	-106,73	-310,52	2989,93
89	4,40	-91,20	-286,94	2985,44	90	4,40	-76,86	-263,13	2980,86
91	4,50	-63,70	-239,10	2976,20	92	4,50	-51,74	-214,86	2971,45
93	4,60	-41,00	-190,39	2966,62	94	4,60	-31,48	-165,71	2961,70
95	4,70	-23,20	-140,82	2956,69	96	4,70	-16,15	-115,71	2951,59
97	4,80	-10,37	-90,38	2946,41	98	4,80	-5,85	-64,84	2941,15
99	4,90	-2,61	-39,08	2935,79	100	4,90	-0,65	-13,10	2930,35
101	5,00	0,00	-13,10	2924,83	102				

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-5131,00	588,00	-1650,00	2	0,00	-5158,55	465,49	-1641,73

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
3	0,10	-5181,82	368,41	-1633,23	4	0,10	-5200,24	259,59	-1624,51
5	0,20	-5213,22	138,87	-1615,56	6	0,20	-5220,17	18,49	-1606,38
7	0,30	-5221,09	-96,72	-1596,97	8	0,30	-5216,26	-206,88	-1587,33
9	0,40	-5205,91	-312,11	-1577,47	10	0,40	-5190,31	-412,52	-1567,37
11	0,50	-5169,68	-508,22	-1557,05	12	0,50	-5144,27	-599,33	-1546,51
13	0,60	-5114,30	-685,94	-1535,73	14	0,60	-5080,01	-768,18	-1524,73
15	0,70	-5041,60	-846,16	-1513,49	16	0,70	-4999,29	-919,98	-1502,03
17	0,80	-4953,29	-989,75	-1490,35	18	0,80	-4903,80	-1055,58	-1478,43
19	0,90	-4851,02	-1117,58	-1466,29	20	0,90	-4795,14	-1175,84	-1453,92
21	1,00	-4736,35	-1230,48	-1441,32	22	1,00	-4674,83	-1281,59	-1428,49
23	1,10	-4610,75	-1329,27	-1415,43	24	1,10	-4544,28	-1373,64	-1402,15
25	1,20	-4475,60	-1414,77	-1388,64	26	1,20	-4404,86	-1452,77	-1380,93
27	1,30	-4332,23	-1487,74	-1372,98	28	1,30	-4257,84	-1519,76	-1364,79
29	1,40	-4181,85	-1548,93	-1356,35	30	1,40	-4104,40	-1575,33	-1347,67
31	1,50	-4025,64	-1599,07	-1338,74	32	1,50	-3945,68	-1620,21	-1329,57
33	1,60	-3864,67	-1638,86	-1320,16	34	1,60	-3782,73	-1655,08	-1310,50
35	1,70	-3699,98	-1668,96	-1300,59	36	1,70	-3616,53	-1680,59	-1290,44
37	1,80	-3532,50	-1690,03	-1280,05	38	1,80	-3448,00	-1697,36	-1269,41
39	1,90	-3363,13	-1702,67	-1258,53	40	1,90	-3278,00	-1706,01	-1247,40
41	2,00	-3192,70	-1707,46	-1236,03	42	2,00	-3107,32	-1707,09	-1224,41
43	2,10	-3021,97	-1704,96	-1212,55	44	2,10	-2936,72	-1701,14	-1200,44
45	2,20	-2851,66	-1695,69	-1188,09	46	2,20	-2766,88	-1688,68	-1175,50
47	2,30	-2682,45	-1680,15	-1162,66	48	2,30	-2598,44	-1670,17	-1149,58
49	2,40	-2514,93	-1658,80	-1136,25	50	2,40	-2431,99	-1646,09	-1122,68
51	2,50	-2349,68	-1632,08	-1108,86	52	2,50	-2268,08	-1616,83	-1094,80
53	2,60	-2187,24	-1600,39	-1080,49	54	2,60	-2107,22	-1582,80	-1065,94
55	2,70	-2028,08	-1564,11	-1051,15	56	2,70	-1949,87	-1544,37	-1036,11
57	2,80	-1872,66	-1523,60	-1020,82	58	2,80	-1796,48	-1501,86	-1005,29
59	2,90	-1721,38	-1479,18	-989,52	60	2,90	-1647,42	-1455,59	-973,50
61	3,00	-1574,64	-1431,14	-957,24	62	3,00	-1503,09	-1405,85	-940,73
63	3,10	-1432,79	-1379,76	-923,98	64	3,10	-1363,81	-1352,90	-905,55
65	3,20	-1296,16	-1325,29	-886,79	66	3,20	-1229,90	-1296,97	-867,72
67	3,30	-1165,05	-1267,95	-848,33	68	3,30	-1101,65	-1238,27	-828,62
69	3,40	-1039,74	-1207,94	-808,59	70	3,40	-979,34	-1176,99	-788,25
71	3,50	-920,49	-1145,44	-767,59	72	3,50	-863,22	-1113,31	-746,61
73	3,60	-807,55	-1080,61	-725,31	74	3,60	-753,52	-1047,37	-703,69
75	3,70	-701,15	-1013,59	-681,76	76	3,70	-650,47	-979,30	-659,51
77	3,80	-601,51	-944,50	-636,94	78	3,80	-554,28	-909,21	-614,06
79	3,90	-508,82	-873,44	-590,85	80	3,90	-465,15	-837,20	-567,33
81	4,00	-423,29	-800,50	-543,49	82	4,00	-383,27	-763,34	-519,34
83	4,10	-345,10	-725,74	-494,86	84	4,10	-308,81	-687,71	-470,07
85	4,20	-274,43	-649,24	-444,96	86	4,20	-241,97	-610,34	-419,54
87	4,30	-211,45	-571,02	-393,79	88	4,30	-182,90	-531,29	-367,73
89	4,40	-156,33	-491,13	-341,35	90	4,40	-131,78	-450,57	-314,65
91	4,50	-109,25	-409,60	-287,63	92	4,50	-88,77	-368,21	-260,30
93	4,60	-70,36	-326,42	-232,65	94	4,60	-54,04	-284,23	-204,68
95	4,70	-39,82	-241,62	-176,39	96	4,70	-27,74	-198,62	-147,79
97	4,80	-17,81	-155,20	-118,87	98	4,80	-10,05	-111,38	-89,63
99	4,90	-4,48	-67,15	-60,07	100	4,90	-1,13	-22,52	-30,19
101	5,00	0,00	-22,52	0,00	102				

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-7033,71	1256,95	3501,00	2	0,00	-7094,71	1134,43	3487,23
3	0,10	-7151,43	1037,35	3472,87	4	0,10	-7203,29	928,52	3457,92
5	0,20	-7249,72	807,79	3442,38	6	0,20	-7290,11	675,01	3426,25
7	0,30	-7323,86	530,02	3409,54	8	0,30	-7350,36	372,66	3392,24
9	0,40	-7368,99	202,78	3374,35	10	0,40	-7379,13	27,91	3355,87
11	0,50	-7380,53	-139,53	3336,80	12	0,50	-7373,55	-299,70	3317,15
13	0,60	-7358,57	-452,77	3296,91	14	0,60	-7335,93	-598,90	3276,08
15	0,70	-7305,98	-738,23	3254,66	16	0,70	-7269,07	-870,94	3232,66
17	0,80	-7225,53	-997,17	3210,06	18	0,80	-7175,67	-1117,09	3186,88
19	0,90	-7119,81	-1230,85	3163,11	20	0,90	-7058,27	-1338,60	3138,75
21	1,00	-6991,34	-1440,50	3113,80	22	1,00	-6919,31	-1536,70	3088,27
23	1,10	-6842,48	-1627,34	3062,15	24	1,10	-6761,11	-1712,58	3035,44
25	1,20	-6675,48	-1792,56	3008,14	26	1,20	-6585,86	-1867,42	2995,82
27	1,30	-6492,48	-1937,31	2982,87	28	1,30	-6395,62	-2002,36	2969,29
29	1,40	-6295,50	-2062,72	2955,08	30	1,40	-6192,36	-2118,52	2940,24
31	1,50	-6086,44	-2169,89	2924,77	32	1,50	-5977,94	-2216,96	2908,67
33	1,60	-5867,10	-2259,87	2891,94	34	1,60	-5754,10	-2298,73	2874,58
35	1,70	-5639,17	-2333,67	2856,58	36	1,70	-5522,48	-2364,82	2837,96
37	1,80	-5404,24	-2392,28	2818,70	38	1,80	-5284,63	-2416,19	2798,81
39	1,90	-5163,82	-2436,64	2778,30	40	1,90	-5041,99	-2453,75	2757,15
41	2,00	-4919,30	-2467,64	2735,37	42	2,00	-4795,92	-2478,40	2712,96
43	2,10	-4672,00	-2486,13	2689,92	44	2,10	-4547,69	-2490,94	2666,24
45	2,20	-4423,14	-2492,93	2641,94	46	2,20	-4298,50	-2492,18	2617,01
47	2,30	-4173,89	-2488,79	2591,44	48	2,30	-4049,45	-2482,86	2565,25
49	2,40	-3925,31	-2474,46	2538,42	50	2,40	-3801,58	-2463,68	2510,97
51	2,50	-3678,40	-2450,60	2482,88	52	2,50	-3555,87	-2435,30	2454,16
53	2,60	-3434,10	-2417,85	2424,81	54	2,60	-3313,21	-2398,34	2394,83
55	2,70	-3193,29	-2376,82	2364,22	56	2,70	-3074,45	-2353,37	2332,98
57	2,80	-2956,78	-2328,05	2301,10	58	2,80	-2840,38	-2300,92	2268,60
59	2,90	-2725,34	-2272,05	2235,47	60	2,90	-2611,73	-2241,50	2201,70
61	3,00	-2499,66	-2209,31	2167,31	62	3,00	-2389,19	-2175,54	2132,28
63	3,10	-2280,42	-2140,24	2096,62	64	3,10	-2173,40	-2103,47	2056,61
65	3,20	-2068,23	-2065,26	2015,78	66	3,20	-1964,97	-2025,65	1974,13
67	3,30	-1863,69	-1984,70	1931,66	68	3,30	-1764,45	-1942,44	1888,38
69	3,40	-1667,33	-1898,90	1844,27	70	3,40	-1572,38	-1854,13	1799,34
71	3,50	-1479,68	-1808,15	1753,59	72	3,50	-1389,27	-1761,00	1707,03
73	3,60	-1301,22	-1712,70	1659,64	74	3,60	-1215,58	-1663,28	1611,43

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
75	3,70	-1132,42	-1612,77	1562,41	76	3,70	-1051,78	-1561,19	1512,56
77	3,80	-973,72	-1508,56	1461,89	78	3,80	-898,29	-1454,90	1410,41
79	3,90	-825,55	-1400,24	1358,10	80	3,90	-755,54	-1344,58	1304,98
81	4,00	-688,31	-1287,94	1251,03	82	4,00	-623,91	-1230,34	1196,27
83	4,10	-562,39	-1171,78	1140,68	84	4,10	-503,81	-1112,29	1084,28
85	4,20	-448,19	-1051,86	1027,06	86	4,20	-395,60	-990,52	969,01
87	4,30	-346,07	-928,25	910,15	88	4,30	-299,66	-865,08	850,47
89	4,40	-256,40	-801,01	789,97	90	4,40	-216,35	-736,04	728,64
91	4,50	-179,55	-670,17	666,50	92	4,50	-146,04	-603,42	603,54
93	4,60	-115,87	-535,77	539,76	94	4,60	-89,08	-467,23	475,16
95	4,70	-65,72	-397,81	409,74	96	4,70	-45,83	-327,50	343,50
97	4,80	-29,46	-256,30	276,44	98	4,80	-16,64	-184,22	208,56
99	4,90	-7,43	-111,24	139,86	100	4,90	-1,87	-37,38	70,34
101	5,00	0,00	-37,38	0,00	102				

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-11723,59	2093,92	4007,00	2	0,00	-11826,43	1971,40	3991,06
3	0,10	-11925,00	1874,32	3974,45	4	0,10	-12018,72	1765,49	3957,18
5	0,20	-12106,99	1644,75	3939,24	6	0,20	-12189,23	1511,97	3920,63
7	0,30	-12264,83	1366,97	3901,35	8	0,30	-12333,18	1209,61	3881,40
9	0,40	-12393,66	1039,73	3860,78	10	0,40	-12445,64	857,18	3839,50
11	0,50	-12488,50	661,80	3817,55	12	0,50	-12521,59	453,44	3794,92
13	0,60	-12544,26	231,94	3771,64	14	0,60	-12555,86	-2,84	3747,68
15	0,70	-12555,72	-251,08	3723,05	16	0,70	-12543,17	-512,91	3697,76
17	0,80	-12517,52	-783,30	3671,80	18	0,80	-12478,35	-1041,56	3645,17
19	0,90	-12426,28	-1287,95	3617,87	20	0,90	-12361,88	-1522,74	3589,90
21	1,00	-12285,74	-1746,21	3561,27	22	1,00	-12198,43	-1958,61	3531,97
23	1,10	-12100,50	-2160,21	3501,99	24	1,10	-11992,49	-2351,27	3471,35
25	1,20	-11874,93	-2532,06	3440,05	26	1,20	-11748,32	-2702,82	3425,76
27	1,30	-11613,18	-2863,82	3410,76	28	1,30	-11469,99	-3015,30	3395,05
29	1,40	-11319,23	-3157,51	3378,61	30	1,40	-11161,35	-3290,70	3361,46
31	1,50	-10996,82	-3415,10	3343,59	32	1,50	-10826,06	-3530,95	3325,01
33	1,60	-10649,51	-3638,49	3305,71	34	1,60	-10467,59	-3737,95	3285,69
35	1,70	-10280,69	-3829,54	3264,95	36	1,70	-10089,21	-3913,50	3243,50
37	1,80	-9893,54	-3990,03	3221,33	38	1,80	-9694,04	-4059,35	3198,45
39	1,90	-9491,07	-4121,68	3174,85	40	1,90	-9284,99	-4177,20	3150,53
41	2,00	-9076,13	-4226,13	3125,49	42	2,00	-8864,82	-4268,66	3099,74
43	2,10	-8651,39	-4304,97	3073,27	44	2,10	-8436,14	-4335,25	3046,08
45	2,20	-8219,38	-4359,69	3018,18	46	2,20	-8001,39	-4378,46	2989,56
47	2,30	-7782,47	-4391,73	2960,22	48	2,30	-7562,88	-4399,66	2930,17
49	2,40	-7342,90	-4402,42	2899,40	50	2,40	-7122,78	-4400,17	2867,91
51	2,50	-6902,77	-4393,06	2835,71	52	2,50	-6683,12	-4381,23	2802,79
53	2,60	-6464,06	-4364,83	2769,15	54	2,60	-6245,81	-4344,00	2734,79
55	2,70	-6028,61	-4318,87	2699,72	56	2,70	-5812,67	-4289,56	2663,93
57	2,80	-5598,19	-4256,20	2627,43	58	2,80	-5385,38	-4218,92	2590,21
59	2,90	-5174,44	-4177,82	2552,27	60	2,90	-4965,55	-4133,01	2513,61
61	3,00	-4758,89	-4084,61	2474,24	62	3,00	-4554,66	-4032,70	2434,15
63	3,10	-4353,03	-3977,40	2393,35	64	3,10	-4154,16	-3918,78	2347,59
65	3,20	-3958,22	-3856,94	2300,91	66	3,20	-3765,37	-3791,96	2253,30
67	3,30	-3575,78	-3723,92	2204,75	68	3,30	-3389,58	-3652,90	2155,28
69	3,40	-3206,93	-3578,97	2104,87	70	3,40	-3027,99	-3502,19	2053,53
71	3,50	-2852,88	-3422,63	2001,26	72	3,50	-2681,74	-3340,35	1948,05
73	3,60	-2514,73	-3255,40	1893,92	74	3,60	-2351,96	-3167,84	1838,85
75	3,70	-2193,57	-3077,71	1782,86	76	3,70	-2039,68	-2985,06	1725,93
77	3,80	-1890,43	-2889,94	1668,07	78	3,80	-1745,93	-2792,38	1609,28
79	3,90	-1606,31	-2692,41	1549,56	80	3,90	-1471,69	-2590,08	1488,90
81	4,00	-1342,19	-2485,40	1427,32	82	4,00	-1217,92	-2378,42	1364,80
83	4,10	-1099,00	-2269,14	1301,35	84	4,10	-985,54	-2157,60	1236,97
85	4,20	-877,66	-2043,81	1171,66	86	4,20	-775,47	-1927,79	1105,42
87	4,30	-679,08	-1809,55	1038,24	88	4,30	-588,60	-1689,11	970,14
89	4,40	-504,15	-1566,48	901,10	90	4,40	-425,82	-1441,67	831,13
91	4,50	-353,74	-1314,68	760,23	92	4,50	-288,00	-1185,51	688,40
93	4,60	-228,73	-1054,18	615,64	94	4,60	-176,02	-920,69	541,94
95	4,70	-129,99	-785,04	467,32	96	4,70	-90,73	-647,22	391,76
97	4,80	-58,37	-507,24	315,27	98	4,80	-33,01	-365,10	237,85
99	4,90	-14,76	-220,79	159,50	100	4,90	-3,72	-74,32	80,21
101	5,00	0,00	-74,32	0,00	102				

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-17076,00	3050,03	-3091,00	2	0,00	-17226,65	2927,58	-3076,56
3	0,10	-17373,03	2830,57	-3061,67	4	0,10	-17514,56	2721,80	-3046,33
5	0,20	-17650,65	2601,14	-3030,52	6	0,20	-17780,70	2468,42	-3014,26
7	0,30	-17904,13	2323,48	-2997,55	8	0,30	-18020,30	2166,19	-2980,37
9	0,40	-18128,61	1996,37	-2962,74	10	0,40	-18228,43	1813,88	-2944,66
11	0,50	-18319,12	1618,56	-2926,12	12	0,50	-18400,05	1410,26	-2907,12
13	0,60	-18470,56	1188,83	-2887,67	14	0,60	-18530,00	954,10	-2867,76
15	0,70	-18577,71	705,92	-2847,39	16	0,70	-18613,01	444,14	-2826,57
17	0,80	-18635,21	168,61	-2805,29	18	0,80	-18643,64	-120,83	-2783,56
19	0,90	-18637,60	-424,34	-2761,37	20	0,90	-18616,38	-737,59	-2738,72
21	1,00	-18579,50	-1060,74	-2715,62	22	1,00	-18526,47	-1393,93	-2692,06
23	1,10	-18456,77	-1737,33	-2668,04	24	1,10	-18369,90	-2091,09	-2643,57
25	1,20	-18265,35	-2453,68	-2618,64	26	1,20	-18142,67	-2798,83	-2605,34
27	1,30	-18002,72	-3126,94	-2591,54	28	1,30	-17846,38	-3438,40	-2577,26
29	1,40	-17674,46	-3733,59	-2562,48	30	1,40	-17487,78	-4012,90	-2547,22
31	1,50	-17287,13	-4276,71	-2531,47	32	1,50	-17073,30	-4525,38	-2515,23

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
33	1,60	-16847,03	-4759,29	-2498,50	34	1,60	-16609,06	-4978,80	-2481,28
35	1,70	-16360,12	-5184,27	-2463,57	36	1,70	-16100,91	-5376,06	-2445,37
37	1,80	-15832,11	-5554,50	-2426,68	38	1,80	-15554,38	-5719,94	-2407,50
39	1,90	-15268,38	-5872,72	-2387,83	40	1,90	-14974,75	-6013,16	-2367,68
41	2,00	-14674,09	-6141,59	-2347,03	42	2,00	-14367,01	-6258,33	-2325,89
43	2,10	-14054,09	-6363,67	-2304,27	44	2,10	-13735,91	-6457,92	-2282,16
45	2,20	-13413,01	-6541,39	-2259,55	46	2,20	-13085,94	-6614,35	-2236,46
47	2,30	-12755,23	-6677,08	-2212,88	48	2,30	-12421,37	-6729,87	-2188,80
49	2,40	-12084,88	-6772,97	-2164,24	50	2,40	-11746,23	-6806,65	-2139,19
51	2,50	-11405,90	-6831,16	-2113,65	52	2,50	-11064,34	-6846,73	-2087,62
53	2,60	-10722,00	-6853,62	-2061,10	54	2,60	-10379,32	-6852,04	-2034,10
55	2,70	-10036,72	-6842,22	-2006,60	56	2,70	-9694,61	-6824,38	-1978,61
57	2,80	-9353,39	-6798,71	-1950,14	58	2,80	-9013,46	-6765,43	-1921,17
59	2,90	-8675,18	-6724,71	-1891,72	60	2,90	-8338,95	-6676,75	-1861,77
61	3,00	-8005,11	-6621,73	-1831,34	62	3,00	-7674,02	-6559,81	-1800,42
63	3,10	-7346,03	-6491,16	-1769,00	64	3,10	-7021,48	-6415,93	-1734,21
65	3,20	-6700,68	-6334,27	-1698,79	66	3,20	-6383,97	-6246,33	-1662,73
67	3,30	-6071,65	-6152,24	-1626,03	68	3,30	-5764,04	-6052,12	-1588,70
69	3,40	-5461,43	-5946,10	-1550,73	70	3,40	-5164,13	-5834,30	-1512,13
71	3,50	-4872,41	-5716,81	-1472,89	72	3,50	-4586,57	-5593,76	-1433,01
73	3,60	-4306,88	-5465,22	-1392,50	74	3,60	-4033,62	-5331,29	-1351,35
75	3,70	-3767,06	-5192,06	-1309,57	76	3,70	-3507,45	-5047,61	-1267,15
77	3,80	-3255,07	-4897,99	-1224,10	78	3,80	-3010,17	-4743,30	-1180,41
79	3,90	-2773,01	-4583,57	-1136,08	80	3,90	-2543,83	-4418,88	-1091,12
81	4,00	-2322,89	-4249,27	-1045,52	82	4,00	-2110,42	-4074,79	-999,28
83	4,10	-1906,68	-3895,49	-952,41	84	4,10	-1711,91	-3711,40	-904,90
85	4,20	-1526,34	-3522,55	-856,76	86	4,20	-1350,21	-3328,97	-807,98
87	4,30	-1183,76	-3130,69	-758,57	88	4,30	-1027,23	-2927,74	-708,52
89	4,40	-880,84	-2720,13	-657,83	90	4,40	-744,84	-2507,87	-606,51
91	4,50	-619,44	-2290,98	-554,55	92	4,50	-504,89	-2069,47	-501,96
93	4,60	-401,42	-1843,35	-448,73	94	4,60	-309,25	-1612,62	-394,86
95	4,70	-228,62	-1377,28	-340,36	96	4,70	-159,76	-1137,34	-285,23
97	4,80	-102,89	-892,79	-229,45	98	4,80	-58,25	-643,64	-173,04
99	4,90	-26,07	-389,87	-116,00	100	4,90	-6,57	-131,50	-58,32
101	5,00	0,00	-131,50	0,00	102				

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr	sforzio normale espresso in [kg]
Tr	taglio espresso in [kg]
Mr	momento espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
1	0,00	-2730,83	18577,06	56266,73	2	0,00	-2730,83	18577,06	56266,73
3	0,10	-4580,56	18357,48	56207,46	4	0,10	-4580,56	18357,48	56207,46
5	0,20	-6410,86	18127,93	56144,57	6	0,20	-6410,86	18127,93	56144,57
7	0,30	-8217,02	17850,17	56078,05	8	0,30	-8217,02	17850,17	56078,05
9	0,40	-9994,17	17522,95	56007,90	10	0,40	-9994,17	17522,95	56007,90
11	0,50	-11737,34	17145,04	55934,13	12	0,50	-11737,34	17145,04	55934,13
13	0,60	-13441,42	16715,20	55856,74	14	0,60	-13441,42	16715,20	55856,74
15	0,70	-15101,20	16232,20	55775,71	16	0,70	-15101,20	16232,20	55775,71
17	0,80	-16711,33	15694,80	55691,07	18	0,80	-16711,33	15694,80	55691,07
19	0,90	-18266,34	15101,77	55602,79	20	0,90	-18266,34	15101,77	55602,79
21	1,00	-19760,85	14465,30	55510,89	22	1,00	-19760,85	14465,30	55510,89
23	1,10	-21190,72	13788,62	55415,37	24	1,10	-21190,72	13788,62	55415,37
25	1,20	-22551,89	13070,51	55316,22	26	1,20	-22551,89	13070,51	55316,22
27	1,30	-23796,21	10536,01	55269,79	28	1,30	-23796,21	10536,01	55269,79
29	1,40	-24786,40	8042,38	55219,47	30	1,40	-24786,40	8042,38	55219,47
31	1,50	-25531,47	5717,31	55165,27	32	1,50	-25531,47	5717,31	55165,27
33	1,60	-26048,17	3556,32	55107,17	34	1,60	-26048,17	3556,32	55107,17
35	1,70	-26352,78	1554,86	55045,19	36	1,70	-26352,78	1554,86	55045,19
37	1,80	-26460,00	-268,77	54979,32	38	1,80	-26460,00	-268,77	54979,32
39	1,90	-26388,64	-1988,01	54909,55	40	1,90	-26388,64	-1988,01	54909,55
41	2,00	-26150,18	-3538,68	54835,90	42	2,00	-26150,18	-3538,68	54835,90
43	2,10	-25760,20	-4948,28	54758,36	44	2,10	-25760,20	-4948,28	54758,36
45	2,20	-25232,71	-6221,32	54676,93	46	2,20	-25232,71	-6221,32	54676,93
47	2,30	-24581,24	-7362,23	54591,61	48	2,30	-24581,24	-7362,23	54591,61
49	2,40	-23818,91	-8375,31	54502,40	50	2,40	-23818,91	-8375,31	54502,40
51	2,50	-22958,38	-9264,72	54409,30	52	2,50	-22958,38	-9264,72	54409,30
53	2,60	-22011,93	-10034,48	54312,31	54	2,60	-22011,93	-10034,48	54312,31
55	2,70	-20991,42	-10688,45	54211,43	56	2,70	-20991,42	-10688,45	54211,43
57	2,80	-19908,34	-11230,29	54106,67	58	2,80	-19908,34	-11230,29	54106,67
59	2,90	-18773,81	-11663,50	53998,01	60	2,90	-18773,81	-11663,50	53998,01
61	3,00	-17598,62	-11991,35	53885,46	62	3,00	-17598,62	-11991,35	53885,46
63	3,10	-16393,21	-12216,93	53769,03	64	3,10	-16393,21	-12216,93	53769,03
65	3,20	-15167,75	-12343,11	53631,20	66	3,20	-15167,75	-12343,11	53631,20
67	3,30	-13932,11	-12372,53	53488,12	68	3,30	-13932,11	-12372,53	53488,12
69	3,40	-12695,90	-12307,64	53339,78	70	3,40	-12695,90	-12307,64	53339,78
71	3,50	-11468,49	-12150,66	53186,17	72	3,50	-11468,49	-12150,66	53186,17
73	3,60	-10259,04	-11903,58	53027,30	74	3,60	-10259,04	-11903,58	53027,30
75	3,70	-9076,52	-11568,20	52863,17	76	3,70	-9076,52	-11568,20	52863,17
77	3,80	-7929,72	-11146,11	52693,78	78	3,80	-7929,72	-11146,11	52693,78
79	3,90	-6827,26	-10638,67	52519,12	80	3,90	-6827,26	-10638,67	52519,12
81	4,00	-5777,66	-10047,07	52339,21	82	4,00	-5777,66	-10047,07	52339,21
83	4,10	-4789,31	-9372,30	52154,03	84	4,10	-4789,31	-9372,30	52154,03
85	4,20	-3870,49	-8615,19	51963,59	86	4,20	-3870,49	-8615,19	51963,59
87	4,30	-3029,43	-7776,39	51767,89	88	4,30	-3029,43	-7776,39	51767,89
89	4,40	-2274,29	-6856,39	51566,92	90	4,40	-2274,29	-6856,39	51566,92
91	4,50	-1613,17	-5855,57	51360,70	92	4,50	-1613,17	-5855,57	51360,70
93	4,60	-1054,14	-4774,15	51149,21	94	4,60	-1054,14	-4774,15	51149,21
95	4,70	-605,27	-3612,29	50932,46	96	4,70	-605,27	-3612,29	50932,46
97	4,80	-274,60	-2370,03	50710,45	98	4,80	-274,60	-2370,03	50710,45
99	4,90	-70,16	-1047,34	50483,18	100	4,90	-70,16	-1047,34	50483,18
101	5,00	0,00	-355,82	0,00	102				

Allegato n. 01.02

Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker LOTTO 2

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

DatiGeometria della fondazione*Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo IPE300	(C)	0,00	0,00	30,00	5,00

Materiali palo*Acciaio*

Tipo	S275	
Tensione caratteristica di snervamento	2804,17	[kg/cm ²]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Caratteristiche pali

Pali in acciaio
 Armatura con ferri longitudinali e staffe
 Vincolo in testa di tipo CERNIERA
 Tipo di palo INFISSO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda*Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
<i>c_{min}, c_{med}</i>	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
<i>ca_{min}, ca_{med}</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>ca</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	1650,0	1770,0	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	1770,0	1850,0	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	2100,0	2200,0	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	<i>c_{min}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{min}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	<i>c_{med}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{med}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,79	25,00	0,100	0,060
Terreno 2	26,94	25,00	0,410	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>Kw</i>	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>α</i>	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Kw [kg/cmq/cm]	Ks	α
1	-1,2	-1,2	-1,2	Terreno 1	1.00	0.50	1.00
2	-3,1	-3,1	-3,1	Terreno 2	1.00	0.50	1.00
3	-20,0	-20,0	-20,0	Terreno 3	1.00	0.50	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali infissi

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 7 $\xi_3=1.45$ $\xi_4=1.28$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

	Carichi verticali positivi verso il basso.
	Carichi orizzontali positivi verso sinistra.
	Momento positivo senso antiorario.
<i>fnd</i>	Indice della fondazione
<i>N_{TOT}</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>M_{YTOT}</i>	Momento in direzione Y espresso in [kgm]
<i>T_{TOT}</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	2702,0	294,0	0,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	2130,0	490,0	0,0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	-417,0	-1225,0	0,0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	3272,0	1874,0	215,0

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	3081,0	3123,0	358,0

Condizione n° 6 - Condizione n° 6 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	-1650,0	-5131,0	588,0

Condizione n° 7 - Condizione n° 7 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	3501,0	7034,0	1257,0

Condizione n° 8 - Condizione n° 8 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	4007,0	11724,0	2094,0

Condizione n° 9 - Condizione n° 9 - PERMANENTE

Fondazione	N _{TOT} [kg]	My _{TOT} [kgm]	Tx _{TOT} [kg]
Palo IPE300	-3091,0	-17076,0	3050,0

Descrizione combinazioni di caricoSimbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 6	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 7	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 8	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 9	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni drenate***Verifica della portanza assiale*

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Terzaghi.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

L'andamento della pressione verticale è stata utilizzata anche per il calcolo della portanza laterale.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Brinch-Hansen)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo di Meyerhof.

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Nc, Nq	Fattori di capacità portante
Pl _{min} , Pl _{med}	Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	91.13	76.26
2	91.13	76.26
3	91.13	76.26
4	91.13	76.26
5	91.13	76.26
6	91.13	76.26
7	91.13	76.26
8	91.13	76.26
9	91.13	76.26

cmb	Pl _{med} [kg]	Pp _{med} [kg]	Pl _{min} [kg]	Pp _{min} [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	6732	50309	6732	50309	211	33996	2702	12.582
2	6732	50309	6732	50309	211	33996	2130	15.961
3	6732	0	6732	0	211	3925	-417	9.413
4	6732	50309	6732	50309	211	33996	3272	10.390
5	6732	50309	6732	50309	211	33996	3081	11.034
6	6732	0	6732	0	211	3925	-1650	2.379
7	6732	50309	6732	50309	211	33996	3501	9.710
8	6732	50309	6732	50309	211	33996	4007	8.484
9	6732	0	6732	0	211	3925	-3091	1.270

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Td	Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]
T	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=Td/T	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	14290	1	14290,048
2	13573	1	13572,525
3	17	1	16,632
4	2217	215	10,312
5	2212	358	6,180
6	2212	-588	3,762
7	3275	1257	2,605
8	3265	2094	1,559
9	3278	-3050	1,075

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]
1	0,00	0,0000	0,035	2	0,05	0,0000	0,034	3	0,10	0,0000	0,033
4	0,15	0,0000	0,032	5	0,20	0,0000	0,031	6	0,25	0,0000	0,031
7	0,30	0,0000	0,030	8	0,35	0,0000	0,029	9	0,40	0,0000	0,028
10	0,45	0,0000	0,027	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,026
13	0,60	0,0000	0,025	14	0,65	0,0000	0,024	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,022	18	0,85	0,0000	0,021
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,019
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,017
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,015
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,012	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,006	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,004
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,002	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,001	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	0,000	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,001
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,002
70	3,45	0,0000	-0,002	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,003	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,004	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,005
82	4,05	0,0000	-0,005	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,006	86	4,25	0,0000	-0,006	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,007	90	4,45	0,0000	-0,007
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,008	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,009	99	4,90	0,0000	-0,009
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0000	0,036	2	0,05	0,0000	0,035	3	0,10	0,0000	0,034
4	0,15	0,0000	0,033	5	0,20	0,0000	0,033	6	0,25	0,0000	0,032
7	0,30	0,0000	0,031	8	0,35	0,0000	0,030	9	0,40	0,0000	0,029
10	0,45	0,0000	0,028	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,027
13	0,60	0,0000	0,026	14	0,65	0,0000	0,025	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,023	18	0,85	0,0000	0,022
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,020
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,018
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,016
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,013	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,005	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,003
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,001	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,000	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	-0,001	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,002
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,003
70	3,45	0,0000	-0,003	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,004	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,005	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,006
82	4,05	0,0000	-0,006	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,007	86	4,25	0,0000	-0,007	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,008	90	4,45	0,0000	-0,008
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,009	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,010	99	4,90	0,0000	-0,010
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	-0,1773	-0,177	2	0,05	-0,1695	-0,170	3	0,10	-0,1619	-0,162
4	0,15	-0,1544	-0,154	5	0,20	-0,1471	-0,147	6	0,25	-0,1400	-0,140
7	0,30	-0,1331	-0,133	8	0,35	-0,1263	-0,126	9	0,40	-0,1198	-0,120
10	0,45	-0,1133	-0,113	11	0,50	-0,1071	-0,107	12	0,55	-0,1010	-0,101
13	0,60	-0,0951	-0,095	14	0,65	-0,0894	-0,089	15	0,70	-0,0838	-0,084
16	0,75	-0,0784	-0,078	17	0,80	-0,0731	-0,073	18	0,85	-0,0680	-0,068
19	0,90	-0,0630	-0,063	20	0,95	-0,0582	-0,058	21	1,00	-0,0536	-0,054
22	1,05	-0,0491	-0,049	23	1,10	-0,0447	-0,045	24	1,15	-0,0405	-0,041
25	1,20	-0,0364	-0,036	26	1,25	-0,0325	-0,032	27	1,30	-0,0287	-0,029
28	1,35	-0,0250	-0,025	29	1,40	-0,0215	-0,021	30	1,45	-0,0180	-0,018
31	1,50	-0,0148	-0,015	32	1,55	-0,0116	-0,012	33	1,60	-0,0085	-0,009
34	1,65	-0,0056	-0,006	35	1,70	-0,0028	-0,003	36	1,75	0,0000	0,000
37	1,80	0,0026	0,003	38	1,85	0,0051	0,005	39	1,90	0,0075	0,007
40	1,95	0,0098	0,010	41	2,00	0,0120	0,012	42	2,05	0,0141	0,014
43	2,10	0,0161	0,016	44	2,15	0,0181	0,018	45	2,20	0,0199	0,020
46	2,25	0,0217	0,022	47	2,30	0,0234	0,023	48	2,35	0,0250	0,025
49	2,40	0,0265	0,027	50	2,45	0,0280	0,028	51	2,50	0,0294	0,029
52	2,55	0,0307	0,031	53	2,60	0,0320	0,032	54	2,65	0,0332	0,033
55	2,70	0,0343	0,034	56	2,75	0,0354	0,035	57	2,80	0,0364	0,036
58	2,85	0,0374	0,037	59	2,90	0,0384	0,038	60	2,95	0,0392	0,039

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
61	3,00	0,0401	0,040	62	3,05	0,0409	0,041	63	3,10	0,0416	0,042
64	3,15	0,0423	0,042	65	3,20	0,0430	0,043	66	3,25	0,0436	0,044
67	3,30	0,0442	0,044	68	3,35	0,0448	0,045	69	3,40	0,0454	0,045
70	3,45	0,0459	0,046	71	3,50	0,0464	0,046	72	3,55	0,0468	0,047
73	3,60	0,0473	0,047	74	3,65	0,0477	0,048	75	3,70	0,0481	0,048
76	3,75	0,0485	0,048	77	3,80	0,0488	0,049	78	3,85	0,0492	0,049
79	3,90	0,0495	0,050	80	3,95	0,0498	0,050	81	4,00	0,0502	0,050
82	4,05	0,0505	0,050	83	4,10	0,0507	0,051	84	4,15	0,0510	0,051
85	4,20	0,0513	0,051	86	4,25	0,0516	0,052	87	4,30	0,0518	0,052
88	4,35	0,0521	0,052	89	4,40	0,0523	0,052	90	4,45	0,0526	0,053
91	4,50	0,0528	0,053	92	4,55	0,0531	0,053	93	4,60	0,0533	0,053
94	4,65	0,0536	0,054	95	4,70	0,0538	0,054	96	4,75	0,0541	0,054
97	4,80	0,0543	0,054	98	4,85	0,0545	0,055	99	4,90	0,0548	0,055
100	4,95	0,0550	0,055	101	5,00	0,0553	0,055	102			

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,3417	0,342	2	0,05	0,3282	0,328	3	0,10	0,3149	0,315
4	0,15	0,3019	0,302	5	0,20	0,2892	0,289	6	0,25	0,2767	0,277
7	0,30	0,2646	0,265	8	0,35	0,2527	0,253	9	0,40	0,2411	0,241
10	0,45	0,2297	0,230	11	0,50	0,2186	0,219	12	0,55	0,2078	0,208
13	0,60	0,1973	0,197	14	0,65	0,1870	0,187	15	0,70	0,1770	0,177
16	0,75	0,1673	0,167	17	0,80	0,1578	0,158	18	0,85	0,1485	0,149
19	0,90	0,1396	0,140	20	0,95	0,1308	0,131	21	1,00	0,1223	0,122
22	1,05	0,1141	0,114	23	1,10	0,1061	0,106	24	1,15	0,0984	0,098
25	1,20	0,0908	0,091	26	1,25	0,0835	0,084	27	1,30	0,0765	0,076
28	1,35	0,0696	0,070	29	1,40	0,0630	0,063	30	1,45	0,0566	0,057
31	1,50	0,0504	0,050	32	1,55	0,0444	0,044	33	1,60	0,0386	0,039
34	1,65	0,0330	0,033	35	1,70	0,0275	0,028	36	1,75	0,0223	0,022
37	1,80	0,0173	0,017	38	1,85	0,0124	0,012	39	1,90	0,0077	0,008
40	1,95	0,0032	0,003	41	2,00	-0,0011	-0,001	42	2,05	-0,0053	-0,005
43	2,10	-0,0094	-0,009	44	2,15	-0,0132	-0,013	45	2,20	-0,0170	-0,017
46	2,25	-0,0205	-0,021	47	2,30	-0,0240	-0,024	48	2,35	-0,0273	-0,027
49	2,40	-0,0305	-0,030	50	2,45	-0,0335	-0,034	51	2,50	-0,0365	-0,036
52	2,55	-0,0393	-0,039	53	2,60	-0,0420	-0,042	54	2,65	-0,0446	-0,045
55	2,70	-0,0471	-0,047	56	2,75	-0,0495	-0,049	57	2,80	-0,0518	-0,052
58	2,85	-0,0540	-0,054	59	2,90	-0,0561	-0,056	60	2,95	-0,0581	-0,058
61	3,00	-0,0600	-0,060	62	3,05	-0,0619	-0,062	63	3,10	-0,0637	-0,064
64	3,15	-0,0654	-0,065	65	3,20	-0,0670	-0,067	66	3,25	-0,0686	-0,069
67	3,30	-0,0701	-0,070	68	3,35	-0,0716	-0,072	69	3,40	-0,0730	-0,073
70	3,45	-0,0744	-0,074	71	3,50	-0,0757	-0,076	72	3,55	-0,0770	-0,077
73	3,60	-0,0782	-0,078	74	3,65	-0,0794	-0,079	75	3,70	-0,0805	-0,081
76	3,75	-0,0816	-0,082	77	3,80	-0,0827	-0,083	78	3,85	-0,0838	-0,084
79	3,90	-0,0848	-0,085	80	3,95	-0,0858	-0,086	81	4,00	-0,0868	-0,087
82	4,05	-0,0878	-0,088	83	4,10	-0,0887	-0,089	84	4,15	-0,0897	-0,090
85	4,20	-0,0906	-0,091	86	4,25	-0,0915	-0,091	87	4,30	-0,0924	-0,092
88	4,35	-0,0933	-0,093	89	4,40	-0,0942	-0,094	90	4,45	-0,0950	-0,095
91	4,50	-0,0959	-0,096	92	4,55	-0,0968	-0,097	93	4,60	-0,0976	-0,098
94	4,65	-0,0985	-0,098	95	4,70	-0,0993	-0,099	96	4,75	-0,1002	-0,100
97	4,80	-0,1010	-0,101	98	4,85	-0,1019	-0,102	99	4,90	-0,1028	-0,103
100	4,95	-0,1036	-0,104	101	5,00	-0,1045	-0,104	102			

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,5712	0,494	2	0,05	0,5486	0,549	3	0,10	0,5265	0,526
4	0,15	0,5048	0,505	5	0,20	0,4835	0,484	6	0,25	0,4628	0,463
7	0,30	0,4424	0,442	8	0,35	0,4226	0,423	9	0,40	0,4032	0,403
10	0,45	0,3842	0,384	11	0,50	0,3657	0,366	12	0,55	0,3477	0,348
13	0,60	0,3301	0,330	14	0,65	0,3129	0,313	15	0,70	0,2962	0,296
16	0,75	0,2799	0,280	17	0,80	0,2641	0,264	18	0,85	0,2487	0,249
19	0,90	0,2337	0,234	20	0,95	0,2191	0,219	21	1,00	0,2049	0,205
22	1,05	0,1912	0,191	23	1,10	0,1778	0,178	24	1,15	0,1648	0,165
25	1,20	0,1523	0,152	26	1,25	0,1401	0,140	27	1,30	0,1283	0,128
28	1,35	0,1168	0,117	29	1,40	0,1057	0,106	30	1,45	0,0950	0,095
31	1,50	0,0846	0,085	32	1,55	0,0746	0,075	33	1,60	0,0649	0,065
34	1,65	0,0555	0,056	35	1,70	0,0465	0,046	36	1,75	0,0378	0,038
37	1,80	0,0293	0,029	38	1,85	0,0212	0,021	39	1,90	0,0134	0,013
40	1,95	0,0058	0,006	41	2,00	-0,0015	-0,001	42	2,05	-0,0085	-0,008
43	2,10	-0,0152	-0,015	44	2,15	-0,0217	-0,022	45	2,20	-0,0279	-0,028
46	2,25	-0,0339	-0,034	47	2,30	-0,0397	-0,040	48	2,35	-0,0452	-0,045
49	2,40	-0,0506	-0,051	50	2,45	-0,0557	-0,056	51	2,50	-0,0606	-0,061
52	2,55	-0,0653	-0,065	53	2,60	-0,0698	-0,070	54	2,65	-0,0742	-0,074
55	2,70	-0,0783	-0,078	56	2,75	-0,0823	-0,082	57	2,80	-0,0861	-0,086
58	2,85	-0,0898	-0,090	59	2,90	-0,0934	-0,093	60	2,95	-0,0967	-0,097
61	3,00	-0,1000	-0,100	62	3,05	-0,1031	-0,103	63	3,10	-0,1061	-0,106
64	3,15	-0,1090	-0,109	65	3,20	-0,1117	-0,112	66	3,25	-0,1144	-0,114
67	3,30	-0,1169	-0,117	68	3,35	-0,1194	-0,119	69	3,40	-0,1218	-0,122
70	3,45	-0,1241	-0,124	71	3,50	-0,1263	-0,126	72	3,55	-0,1284	-0,128
73	3,60	-0,1304	-0,130	74	3,65	-0,1324	-0,132	75	3,70	-0,1344	-0,134
76	3,75	-0,1363	-0,136	77	3,80	-0,1381	-0,138	78	3,85	-0,1399	-0,140
79	3,90	-0,1416	-0,142	80	3,95	-0,1433	-0,143	81	4,00	-0,1449	-0,145
82	4,05	-0,1466	-0,147	83	4,10	-0,1482	-0,148	84	4,15	-0,1497	-0,150
85	4,20	-0,1513	-0,151	86	4,25	-0,1528	-0,153	87	4,30	-0,1543	-0,154
88	4,35	-0,1558	-0,156	89	4,40	-0,1573	-0,157	90	4,45	-0,1587	-0,159

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
91	4,50	-0,1602	-0,160	92	4,55	-0,1616	-0,162	93	4,60	-0,1631	-0,163
94	4,65	-0,1645	-0,165	95	4,70	-0,1660	-0,166	96	4,75	-0,1674	-0,167
97	4,80	-0,1689	-0,169	98	4,85	-0,1703	-0,170	99	4,90	-0,1717	-0,172
100	4,95	-0,1732	-0,173	101	5,00	-0,1746	-0,175	102			

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,9858	0,494	2	0,05	0,9477	0,570	3	0,10	0,9103	0,647
4	0,15	0,8736	0,725	5	0,20	0,8377	0,805	6	0,25	0,8025	0,802
7	0,30	0,7681	0,768	8	0,35	0,7344	0,734	9	0,40	0,7015	0,702
10	0,45	0,6694	0,669	11	0,50	0,6380	0,638	12	0,55	0,6074	0,607
13	0,60	0,5774	0,577	14	0,65	0,5483	0,548	15	0,70	0,5198	0,520
16	0,75	0,4921	0,492	17	0,80	0,4651	0,465	18	0,85	0,4389	0,439
19	0,90	0,4133	0,413	20	0,95	0,3884	0,388	21	1,00	0,3642	0,364
22	1,05	0,3407	0,341	23	1,10	0,3179	0,318	24	1,15	0,2957	0,296
25	1,20	0,2742	0,274	26	1,25	0,2533	0,253	27	1,30	0,2331	0,233
28	1,35	0,2135	0,213	29	1,40	0,1945	0,194	30	1,45	0,1760	0,176
31	1,50	0,1582	0,158	32	1,55	0,1410	0,141	33	1,60	0,1243	0,124
34	1,65	0,1082	0,108	35	1,70	0,0926	0,093	36	1,75	0,0775	0,077
37	1,80	0,0629	0,063	38	1,85	0,0489	0,049	39	1,90	0,0353	0,035
40	1,95	0,0223	0,022	41	2,00	0,0097	0,010	42	2,05	-0,0025	-0,002
43	2,10	-0,0142	-0,014	44	2,15	-0,0255	-0,025	45	2,20	-0,0363	-0,036
46	2,25	-0,0468	-0,047	47	2,30	-0,0568	-0,057	48	2,35	-0,0665	-0,067
49	2,40	-0,0758	-0,076	50	2,45	-0,0848	-0,085	51	2,50	-0,0934	-0,093
52	2,55	-0,1017	-0,102	53	2,60	-0,1096	-0,110	54	2,65	-0,1172	-0,117
55	2,70	-0,1246	-0,125	56	2,75	-0,1316	-0,132	57	2,80	-0,1384	-0,138
58	2,85	-0,1449	-0,145	59	2,90	-0,1512	-0,151	60	2,95	-0,1572	-0,157
61	3,00	-0,1630	-0,163	62	3,05	-0,1686	-0,169	63	3,10	-0,1739	-0,174
64	3,15	-0,1791	-0,179	65	3,20	-0,1841	-0,184	66	3,25	-0,1888	-0,189
67	3,30	-0,1934	-0,193	68	3,35	-0,1979	-0,198	69	3,40	-0,2022	-0,202
70	3,45	-0,2063	-0,206	71	3,50	-0,2103	-0,210	72	3,55	-0,2142	-0,214
73	3,60	-0,2180	-0,218	74	3,65	-0,2216	-0,222	75	3,70	-0,2252	-0,225
76	3,75	-0,2286	-0,229	77	3,80	-0,2320	-0,232	78	3,85	-0,2353	-0,235
79	3,90	-0,2385	-0,238	80	3,95	-0,2416	-0,242	81	4,00	-0,2447	-0,245
82	4,05	-0,2477	-0,248	83	4,10	-0,2507	-0,251	84	4,15	-0,2536	-0,254
85	4,20	-0,2565	-0,256	86	4,25	-0,2593	-0,259	87	4,30	-0,2621	-0,262
88	4,35	-0,2649	-0,265	89	4,40	-0,2677	-0,268	90	4,45	-0,2704	-0,270
91	4,50	-0,2732	-0,273	92	4,55	-0,2759	-0,276	93	4,60	-0,2786	-0,279
94	4,65	-0,2813	-0,281	95	4,70	-0,2840	-0,284	96	4,75	-0,2867	-0,287
97	4,80	-0,2894	-0,289	98	4,85	-0,2921	-0,292	99	4,90	-0,2948	-0,295
100	4,95	-0,2976	-0,298	101	5,00	-0,3003	-0,300	102			

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,6590	0,494	2	0,05	1,6000	0,570	3	0,10	1,5421	0,647
4	0,15	1,4852	0,725	5	0,20	1,4293	0,805	6	0,25	1,3745	0,885
7	0,30	1,3207	0,967	8	0,35	1,2680	1,049	9	0,40	1,2164	1,132
10	0,45	1,1658	1,166	11	0,50	1,1163	1,116	12	0,55	1,0678	1,068
13	0,60	1,0205	1,020	14	0,65	0,9742	0,974	15	0,70	0,9289	0,929
16	0,75	0,8847	0,885	17	0,80	0,8416	0,842	18	0,85	0,7995	0,799
19	0,90	0,7584	0,758	20	0,95	0,7184	0,718	21	1,00	0,6793	0,679
22	1,05	0,6413	0,641	23	1,10	0,6043	0,604	24	1,15	0,5683	0,568
25	1,20	0,5332	0,533	26	1,25	0,4991	0,499	27	1,30	0,4659	0,466
28	1,35	0,4337	0,434	29	1,40	0,4024	0,402	30	1,45	0,3720	0,372
31	1,50	0,3425	0,342	32	1,55	0,3138	0,314	33	1,60	0,2860	0,286
34	1,65	0,2591	0,259	35	1,70	0,2330	0,233	36	1,75	0,2076	0,208
37	1,80	0,1831	0,183	38	1,85	0,1594	0,159	39	1,90	0,1364	0,136
40	1,95	0,1141	0,114	41	2,00	0,0926	0,093	42	2,05	0,0717	0,072
43	2,10	0,0516	0,052	44	2,15	0,0321	0,032	45	2,20	0,0132	0,013
46	2,25	-0,0050	-0,005	47	2,30	-0,0226	-0,023	48	2,35	-0,0396	-0,040
49	2,40	-0,0560	-0,056	50	2,45	-0,0719	-0,072	51	2,50	-0,0872	-0,087
52	2,55	-0,1020	-0,102	53	2,60	-0,1163	-0,116	54	2,65	-0,1301	-0,130
55	2,70	-0,1435	-0,143	56	2,75	-0,1563	-0,156	57	2,80	-0,1688	-0,169
58	2,85	-0,1808	-0,181	59	2,90	-0,1925	-0,192	60	2,95	-0,2037	-0,204
61	3,00	-0,2146	-0,215	62	3,05	-0,2251	-0,225	63	3,10	-0,2353	-0,235
64	3,15	-0,2452	-0,245	65	3,20	-0,2547	-0,255	66	3,25	-0,2640	-0,264
67	3,30	-0,2730	-0,273	68	3,35	-0,2817	-0,282	69	3,40	-0,2902	-0,290
70	3,45	-0,2985	-0,298	71	3,50	-0,3065	-0,307	72	3,55	-0,3144	-0,314
73	3,60	-0,3220	-0,322	74	3,65	-0,3295	-0,329	75	3,70	-0,3367	-0,337
76	3,75	-0,3439	-0,344	77	3,80	-0,3509	-0,351	78	3,85	-0,3577	-0,358
79	3,90	-0,3644	-0,364	80	3,95	-0,3711	-0,371	81	4,00	-0,3776	-0,378
82	4,05	-0,3840	-0,384	83	4,10	-0,3904	-0,390	84	4,15	-0,3966	-0,397
85	4,20	-0,4028	-0,403	86	4,25	-0,4090	-0,409	87	4,30	-0,4151	-0,415
88	4,35	-0,4211	-0,421	89	4,40	-0,4272	-0,427	90	4,45	-0,4331	-0,433
91	4,50	-0,4391	-0,439	92	4,55	-0,4451	-0,445	93	4,60	-0,4510	-0,451
94	4,65	-0,4569	-0,457	95	4,70	-0,4628	-0,463	96	4,75	-0,4687	-0,469
97	4,80	-0,4747	-0,475	98	4,85	-0,4806	-0,481	99	4,90	-0,4865	-0,486
100	4,95	-0,4924	-0,492	101	5,00	-0,4984	-0,498	102			

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,3414	0,494	2	0,05	1,2321	0,570	3	0,10	1,1245	0,647
4	0,15	1,0186	0,725	5	0,20	1,9144	0,805	6	0,25	1,8119	0,885
7	0,30	1,7112	0,967	8	0,35	1,6123	1,049	9	0,40	1,5151	1,132
10	0,45	1,4198	1,217	11	0,50	1,3262	1,302	12	0,55	1,2344	1,389
13	0,60	1,1444	1,477	14	0,65	1,0562	1,565	15	0,70	1,9699	1,655
16	0,75	1,8853	1,745	17	0,80	1,8026	1,803	18	0,85	1,7217	1,722
19	0,90	1,6426	1,643	20	0,95	1,5653	1,565	21	1,00	1,4898	1,490
22	1,05	1,4160	1,416	23	1,10	1,3440	1,344	24	1,15	1,2738	1,274
25	1,20	1,2052	1,205	26	1,25	1,1384	1,138	27	1,30	1,0733	1,073
28	1,35	1,0099	1,010	29	1,40	0,9481	0,948	30	1,45	0,8879	0,888
31	1,50	0,8293	0,829	32	1,55	0,7724	0,772	33	1,60	0,7169	0,717
34	1,65	0,6630	0,663	35	1,70	0,6106	0,611	36	1,75	0,5597	0,560
37	1,80	0,5102	0,510	38	1,85	0,4622	0,462	39	1,90	0,4155	0,415
40	1,95	0,3702	0,370	41	2,00	0,3262	0,326	42	2,05	0,2835	0,284
43	2,10	0,2421	0,242	44	2,15	0,2019	0,202	45	2,20	0,1629	0,163
46	2,25	0,1251	0,125	47	2,30	0,0885	0,088	48	2,35	0,0529	0,053
49	2,40	0,0184	0,018	50	2,45	-0,0150	-0,015	51	2,50	-0,0474	-0,047
52	2,55	-0,0788	-0,079	53	2,60	-0,1093	-0,109	54	2,65	-0,1389	-0,139
55	2,70	-0,1676	-0,168	56	2,75	-0,1954	-0,195	57	2,80	-0,2224	-0,222
58	2,85	-0,2486	-0,249	59	2,90	-0,2740	-0,274	60	2,95	-0,2987	-0,299
61	3,00	-0,3227	-0,323	62	3,05	-0,3460	-0,346	63	3,10	-0,3687	-0,369
64	3,15	-0,3908	-0,391	65	3,20	-0,4123	-0,412	66	3,25	-0,4332	-0,433
67	3,30	-0,4536	-0,454	68	3,35	-0,4735	-0,473	69	3,40	-0,4929	-0,493
70	3,45	-0,5119	-0,512	71	3,50	-0,5304	-0,530	72	3,55	-0,5486	-0,549
73	3,60	-0,5663	-0,566	74	3,65	-0,5838	-0,584	75	3,70	-0,6008	-0,601
76	3,75	-0,6176	-0,618	77	3,80	-0,6342	-0,634	78	3,85	-0,6504	-0,650
79	3,90	-0,6664	-0,666	80	3,95	-0,6822	-0,682	81	4,00	-0,6978	-0,698
82	4,05	-0,7132	-0,713	83	4,10	-0,7285	-0,729	84	4,15	-0,7436	-0,744
85	4,20	-0,7586	-0,759	86	4,25	-0,7735	-0,773	87	4,30	-0,7882	-0,788
88	4,35	-0,8029	-0,803	89	4,40	-0,8175	-0,818	90	4,45	-0,8321	-0,832
91	4,50	-0,8466	-0,847	92	4,55	-0,8611	-0,861	93	4,60	-0,8755	-0,876
94	4,65	-0,8900	-0,890	95	4,70	-0,9044	-0,904	96	4,75	-0,9188	-0,919
97	4,80	-0,9332	-0,933	98	4,85	-0,9476	-0,948	99	4,90	-0,9620	-0,962
100	4,95	-0,9765	-0,976	101	5,00	-0,9909	-0,991	102			

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,0028	0,494	2	0,05	1,8237	0,570	3	0,10	1,6470	0,647
4	0,15	1,4728	0,725	5	0,20	1,3011	0,805	6	0,25	1,1320	0,885
7	0,30	1,9654	0,967	8	0,35	1,8013	1,049	9	0,40	1,6399	1,132
10	0,45	1,4810	1,217	11	0,50	1,3248	1,302	12	0,55	1,1712	1,389
13	0,60	1,0202	1,477	14	0,65	1,8719	1,565	15	0,70	1,7263	1,655
16	0,75	1,5833	1,745	17	0,80	1,4430	1,837	18	0,85	1,3054	1,930
19	0,90	1,1705	2,024	20	0,95	1,0383	2,089	21	1,00	1,9087	2,155
22	1,05	1,7818	2,222	23	1,10	1,6576	2,290	24	1,15	1,5361	2,359
25	1,20	1,4172	2,417	26	1,25	1,3010	2,301	27	1,30	1,1874	2,187
28	1,35	1,0764	2,076	29	1,40	1,9680	1,968	30	1,45	1,8621	1,862
31	1,50	1,7587	1,759	32	1,55	1,6578	1,658	33	1,60	1,5594	1,559
34	1,65	1,4634	1,463	35	1,70	1,3698	1,370	36	1,75	1,2786	1,279
37	1,80	1,1896	1,190	38	1,85	1,1030	1,103	39	1,90	1,0185	1,019
40	1,95	0,9363	0,936	41	2,00	0,8562	0,856	42	2,05	0,7782	0,778
43	2,10	0,7023	0,702	44	2,15	0,6284	0,628	45	2,20	0,5564	0,556
46	2,25	0,4864	0,486	47	2,30	0,4182	0,418	48	2,35	0,3519	0,352
49	2,40	0,2874	0,287	50	2,45	0,2245	0,225	51	2,50	0,1634	0,163
52	2,55	0,1038	0,104	53	2,60	0,0459	0,046	54	2,65	-0,0105	-0,011
55	2,70	-0,0655	-0,065	56	2,75	-0,1190	-0,119	57	2,80	-0,1711	-0,171
58	2,85	-0,2219	-0,222	59	2,90	-0,2714	-0,271	60	2,95	-0,3197	-0,320
61	3,00	-0,3668	-0,367	62	3,05	-0,4128	-0,413	63	3,10	-0,4577	-0,458
64	3,15	-0,5015	-0,502	65	3,20	-0,5444	-0,544	66	3,25	-0,5863	-0,586
67	3,30	-0,6273	-0,627	68	3,35	-0,6674	-0,667	69	3,40	-0,7068	-0,707
70	3,45	-0,7454	-0,745	71	3,50	-0,7832	-0,783	72	3,55	-0,8204	-0,820
73	3,60	-0,8569	-0,857	74	3,65	-0,8928	-0,893	75	3,70	-0,9282	-0,928
76	3,75	-0,9631	-0,963	77	3,80	-0,9974	-0,997	78	3,85	-1,0313	-1,031
79	3,90	-1,0648	-1,065	80	3,95	-1,0979	-1,098	81	4,00	-1,1307	-1,131
82	4,05	-1,1632	-1,163	83	4,10	-1,1954	-1,195	84	4,15	-1,2273	-1,227
85	4,20	-1,2590	-1,259	86	4,25	-1,2905	-1,291	87	4,30	-1,3218	-1,322
88	4,35	-1,3530	-1,353	89	4,40	-1,3841	-1,384	90	4,45	-1,4150	-1,415
91	4,50	-1,4459	-1,446	92	4,55	-1,4767	-1,477	93	4,60	-1,5075	-1,507
94	4,65	-1,5382	-1,538	95	4,70	-1,5689	-1,569	96	4,75	-1,5996	-1,600
97	4,80	-1,6303	-1,630	98	4,85	-1,6610	-1,661	99	4,90	-1,6918	-1,692
100	4,95	-1,7225	-1,723	101	5,00	-1,7533	-1,753	102			

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
N	sforzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M	momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2702,00	2	0,00	0,00	0,00	2702,64
3	0,10	0,00	0,00	2703,23	4	0,10	0,00	0,00	2703,76
5	0,20	0,00	0,00	2704,24	6	0,20	0,00	0,00	2704,66
7	0,30	0,00	0,00	2705,03	8	0,30	0,00	0,00	2705,34
9	0,40	0,00	0,00	2705,60	10	0,40	0,00	0,00	2705,81
11	0,50	0,00	0,00	2705,96	12	0,50	0,00	0,00	2706,05
13	0,60	0,00	0,00	2706,09	14	0,60	0,00	0,00	2706,08
15	0,70	0,00	0,00	2706,01	16	0,70	0,00	0,00	2705,89
17	0,80	0,00	0,00	2705,72	18	0,80	0,00	0,00	2705,49
19	0,90	0,00	0,00	2705,20	20	0,90	0,00	0,00	2704,86
21	1,00	0,00	0,00	2704,47	22	1,00	0,00	0,00	2704,02
23	1,10	0,00	0,00	2703,52	24	1,10	0,00	0,00	2702,96
25	1,20	0,00	0,00	2702,35	26	1,20	0,00	0,00	2703,12
27	1,30	0,00	0,00	2703,84	28	1,30	0,00	0,00	2704,50
29	1,40	0,00	0,00	2705,10	30	1,40	0,00	0,00	2705,64
31	1,50	0,00	0,00	2706,12	32	1,50	0,00	0,00	2706,55
33	1,60	0,00	0,00	2706,92	34	1,60	0,00	0,00	2707,22
35	1,70	0,00	0,00	2707,47	36	1,70	0,00	0,00	2707,67
37	1,80	0,00	0,00	2707,80	38	1,80	0,00	0,00	2707,87
39	1,90	0,00	0,00	2707,89	40	1,90	0,00	0,00	2707,85
41	2,00	0,00	0,00	2707,75	42	2,00	0,00	0,00	2707,59
43	2,10	0,00	0,00	2707,37	44	2,10	0,00	0,00	2707,09
45	2,20	0,00	0,00	2706,76	46	2,20	0,00	0,00	2706,37
47	2,30	0,00	0,00	2705,91	48	2,30	0,00	0,00	2705,40
49	2,40	0,00	0,00	2704,84	50	2,40	0,00	0,00	2704,21
51	2,50	0,00	0,00	2703,53	52	2,50	0,00	0,00	2702,78
53	2,60	0,00	0,00	2701,98	54	2,60	0,00	0,00	2701,12
55	2,70	0,00	0,00	2700,20	56	2,70	0,00	0,00	2699,22
57	2,80	0,00	0,00	2698,19	58	2,80	0,00	0,00	2697,09
59	2,90	0,00	0,00	2695,94	60	2,90	0,00	0,00	2694,73
61	3,00	0,00	0,00	2693,46	62	3,00	0,00	0,00	2692,13
63	3,10	0,00	0,00	2690,75	64	3,10	0,00	0,00	2688,96
65	3,20	0,00	0,00	2687,09	66	3,20	0,00	0,00	2685,15
67	3,30	0,00	0,00	2683,14	68	3,30	0,00	0,00	2681,04
69	3,40	0,00	0,00	2678,87	70	3,40	0,00	0,00	2676,63
71	3,50	0,00	0,00	2674,31	72	3,50	0,00	0,00	2671,91
73	3,60	0,00	0,00	2669,44	74	3,60	0,00	0,00	2666,89
75	3,70	0,00	0,00	2664,27	76	3,70	0,00	0,00	2661,57
77	3,80	0,00	0,00	2658,79	78	3,80	0,00	0,00	2655,94
79	3,90	0,00	0,00	2653,01	80	3,90	0,00	0,00	2650,01
81	4,00	0,00	0,00	2646,93	82	4,00	0,00	0,00	2643,77
83	4,10	0,00	0,00	2640,54	84	4,10	0,00	0,00	2637,23
85	4,20	0,00	0,00	2633,85	86	4,20	0,00	0,00	2630,39
87	4,30	0,00	0,00	2626,85	88	4,30	0,00	0,00	2623,24
89	4,40	0,00	0,00	2619,56	90	4,40	0,00	0,00	2615,79
91	4,50	0,00	0,00	2611,95	92	4,50	0,00	0,00	2608,04
93	4,60	0,00	0,00	2604,05	94	4,60	0,00	0,00	2599,98
95	4,70	0,00	0,00	2595,84	96	4,70	0,00	0,00	2591,62
97	4,80	0,00	0,00	2587,33	98	4,80	0,00	0,00	2582,95
99	4,90	0,00	0,00	2578,51	100	4,90	0,00	0,00	2573,99
101	5,00	0,00	0,00	2569,39	102				

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2130,00	2	0,00	0,00	0,00	2130,93
3	0,10	0,00	0,00	2131,82	4	0,10	0,00	0,00	2132,66
5	0,20	0,00	0,00	2133,46	6	0,20	0,00	0,00	2134,21
7	0,30	0,00	0,00	2134,92	8	0,30	0,00	0,00	2135,59
9	0,40	0,00	0,00	2136,21	10	0,40	0,00	0,00	2136,79
11	0,50	0,00	0,00	2137,33	12	0,50	0,00	0,00	2137,82
13	0,60	0,00	0,00	2138,27	14	0,60	0,00	0,00	2138,67
15	0,70	0,00	0,00	2139,03	16	0,70	0,00	0,00	2139,35
17	0,80	0,00	0,00	2139,62	18	0,80	0,00	0,00	2139,85
19	0,90	0,00	0,00	2140,04	20	0,90	0,00	0,00	2140,18
21	1,00	0,00	0,00	2140,28	22	1,00	0,00	0,00	2140,33
23	1,10	0,00	0,00	2140,34	24	1,10	0,00	0,00	2140,31
25	1,20	0,00	0,00	2140,23	26	1,20	0,00	0,00	2141,27
27	1,30	0,00	0,00	2142,26	28	1,30	0,00	0,00	2143,20
29	1,40	0,00	0,00	2144,10	30	1,40	0,00	0,00	2144,95
31	1,50	0,00	0,00	2145,76	32	1,50	0,00	0,00	2146,51
33	1,60	0,00	0,00	2147,22	34	1,60	0,00	0,00	2147,88
35	1,70	0,00	0,00	2148,50	36	1,70	0,00	0,00	2149,07
37	1,80	0,00	0,00	2149,59	38	1,80	0,00	0,00	2150,06
39	1,90	0,00	0,00	2150,49	40	1,90	0,00	0,00	2150,87
41	2,00	0,00	0,00	2151,21	42	2,00	0,00	0,00	2151,49
43	2,10	0,00	0,00	2151,73	44	2,10	0,00	0,00	2151,92
45	2,20	0,00	0,00	2152,07	46	2,20	0,00	0,00	2152,17
47	2,30	0,00	0,00	2152,22	48	2,30	0,00	0,00	2152,23
49	2,40	0,00	0,00	2152,19	50	2,40	0,00	0,00	2152,10
51	2,50	0,00	0,00	2151,96	52	2,50	0,00	0,00	2151,78
53	2,60	0,00	0,00	2151,55	54	2,60	0,00	0,00	2151,27
55	2,70	0,00	0,00	2150,95	56	2,70	0,00	0,00	2150,58
57	2,80	0,00	0,00	2150,16	58	2,80	0,00	0,00	2149,70
59	2,90	0,00	0,00	2149,18	60	2,90	0,00	0,00	2148,63
61	3,00	0,00	0,00	2148,02	62	3,00	0,00	0,00	2147,37
63	3,10	0,00	0,00	2146,67	64	3,10	0,00	0,00	2145,65

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
65	3,20	0,00	0,00	2144,56	66	3,20	0,00	0,00	2143,42
67	3,30	0,00	0,00	2142,21	68	3,30	0,00	0,00	2140,94
69	3,40	0,00	0,00	2139,61	70	3,40	0,00	0,00	2138,22
71	3,50	0,00	0,00	2136,77	72	3,50	0,00	0,00	2135,26
73	3,60	0,00	0,00	2133,69	74	3,60	0,00	0,00	2132,06
75	3,70	0,00	0,00	2130,36	76	3,70	0,00	0,00	2128,61
77	3,80	0,00	0,00	2126,79	78	3,80	0,00	0,00	2124,91
79	3,90	0,00	0,00	2122,98	80	3,90	0,00	0,00	2120,98
81	4,00	0,00	0,00	2118,92	82	4,00	0,00	0,00	2116,79
83	4,10	0,00	0,00	2114,61	84	4,10	0,00	0,00	2112,37
85	4,20	0,00	0,00	2110,06	86	4,20	0,00	0,00	2107,70
87	4,30	0,00	0,00	2105,27	88	4,30	0,00	0,00	2102,78
89	4,40	0,00	0,00	2100,24	90	4,40	0,00	0,00	2097,63
91	4,50	0,00	0,00	2094,96	92	4,50	0,00	0,00	2092,22
93	4,60	0,00	0,00	2089,43	94	4,60	0,00	0,00	2086,58
95	4,70	0,00	0,00	2083,66	96	4,70	0,00	0,00	2080,69
97	4,80	0,00	0,00	2077,65	98	4,80	0,00	0,00	2074,55
99	4,90	0,00	0,00	2071,40	100	4,90	0,00	0,00	2068,18
101	5,00	0,00	0,00	2064,90	102				

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	1225,00	1,00	-417,00	2	0,00	1224,29	39,72	-414,01
3	0,10	1222,30	64,00	-410,98	4	0,10	1219,10	87,16	-407,92
5	0,20	1214,74	109,23	-404,83	6	0,20	1209,28	130,24	-401,71
7	0,30	1202,77	150,20	-398,55	8	0,30	1195,26	169,15	-395,37
9	0,40	1186,80	187,11	-392,15	10	0,40	1177,44	204,12	-388,89
11	0,50	1167,24	220,18	-385,61	12	0,50	1156,23	235,33	-382,29
13	0,60	1144,46	249,60	-378,94	14	0,60	1131,98	263,00	-375,55
15	0,70	1118,83	275,57	-372,14	16	0,70	1105,05	287,32	-368,69
17	0,80	1090,69	298,28	-365,20	18	0,80	1075,77	308,48	-361,69
19	0,90	1060,35	317,94	-358,14	20	0,90	1044,45	326,67	-354,56
21	1,00	1028,12	334,71	-350,95	22	1,00	1011,38	342,07	-347,31
23	1,10	994,28	348,78	-343,63	24	1,10	976,84	354,85	-339,92
25	1,20	959,10	360,32	-336,18	26	1,20	941,08	365,19	-333,27
27	1,30	922,82	369,49	-330,32	28	1,30	904,35	373,24	-327,34
29	1,40	885,69	376,46	-324,32	30	1,40	866,86	379,17	-321,27
31	1,50	847,91	381,38	-318,18	32	1,50	828,84	383,12	-315,06
33	1,60	809,68	384,40	-311,90	34	1,60	790,46	385,23	-308,71
35	1,70	771,20	385,65	-305,48	36	1,70	751,92	385,66	-302,22
37	1,80	732,63	385,27	-298,93	38	1,80	713,37	384,51	-295,59
39	1,90	694,14	383,39	-292,23	40	1,90	674,98	381,92	-288,83
41	2,00	655,88	380,13	-285,39	42	2,00	636,87	378,01	-281,92
43	2,10	617,97	375,59	-278,41	44	2,10	599,19	372,89	-274,87
45	2,20	580,55	369,90	-271,29	46	2,20	562,05	366,65	-267,68
47	2,30	543,72	363,14	-264,04	48	2,30	525,56	359,39	-260,36
49	2,40	507,59	355,42	-256,64	50	2,40	489,82	351,22	-252,89
51	2,50	472,26	346,81	-249,10	52	2,50	454,92	342,21	-245,28
53	2,60	437,81	337,41	-241,42	54	2,60	420,94	332,43	-237,53
55	2,70	404,32	327,28	-233,61	56	2,70	387,96	321,97	-229,65
57	2,80	371,86	316,51	-225,65	58	2,80	356,03	310,89	-221,62
59	2,90	340,49	305,14	-217,55	60	2,90	325,23	299,25	-213,45
61	3,00	310,27	293,24	-209,32	62	3,00	295,60	287,11	-205,14
63	3,10	281,25	280,87	-200,94	64	3,10	267,21	274,52	-196,49
65	3,20	253,48	268,07	-192,00	66	3,20	240,08	261,53	-187,46
67	3,30	227,00	254,89	-182,88	68	3,30	214,25	248,17	-178,25
69	3,40	201,85	241,36	-173,57	70	3,40	189,78	234,48	-168,85
71	3,50	178,05	227,53	-164,09	72	3,50	166,68	220,50	-159,28
73	3,60	155,65	213,41	-154,42	74	3,60	144,98	206,26	-149,52
75	3,70	134,67	199,04	-144,57	76	3,70	124,72	191,77	-139,58
77	3,80	115,13	184,45	-134,54	78	3,80	105,91	177,07	-129,46
79	3,90	97,05	169,64	-124,33	80	3,90	88,57	162,16	-119,16
81	4,00	80,46	154,64	-113,94	82	4,00	72,73	147,07	-108,67
83	4,10	65,38	139,46	-103,36	84	4,10	58,40	131,80	-98,01
85	4,20	51,81	124,11	-92,60	86	4,20	45,61	116,37	-87,16
87	4,30	39,79	108,59	-81,66	88	4,30	34,36	100,78	-76,13
89	4,40	29,32	92,93	-70,54	90	4,40	24,68	85,04	-64,91
91	4,50	20,42	77,12	-59,24	92	4,50	16,57	69,15	-53,52
93	4,60	13,11	61,15	-47,76	94	4,60	10,05	53,12	-41,95
95	4,70	7,40	45,05	-36,09	96	4,70	5,14	36,94	-30,19
97	4,80	3,30	28,79	-24,24	98	4,80	1,86	20,61	-18,25
99	4,90	0,83	12,40	-12,21	100	4,90	0,21	4,14	-6,13
101	5,00	0,00	4,14	0,00	102				

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-1874,00	215,00	3272,00	2	0,00	-1883,47	140,15	3259,21
3	0,10	-1890,48	92,92	3245,86	4	0,10	-1895,12	47,63	3231,96
5	0,20	-1897,50	4,25	3217,52	6	0,20	-1897,72	-37,26	3202,52
7	0,30	-1895,85	-76,94	3186,96	8	0,30	-1892,01	-114,84	3170,86
9	0,40	-1886,26	-151,00	3154,20	10	0,40	-1878,71	-185,46	3137,00
11	0,50	-1869,44	-218,25	3119,24	12	0,50	-1858,53	-249,42	3100,93
13	0,60	-1846,06	-279,02	3082,06	14	0,60	-1832,11	-307,07	3062,65
15	0,70	-1816,75	-333,62	3042,68	16	0,70	-1800,07	-358,71	3022,16

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
17	0,80	-1782,14	-382,37	3001,09	18	0,80	-1763,02	-404,65	2979,47
19	0,90	-1742,79	-425,58	2957,30	20	0,90	-1721,51	-445,21	2934,57
21	1,00	-1699,25	-463,56	2911,29	22	1,00	-1676,07	-480,67	2887,47
23	1,10	-1652,04	-496,59	2863,09	24	1,10	-1627,21	-511,34	2838,15
25	1,20	-1601,64	-524,97	2812,67	26	1,20	-1575,39	-537,50	2801,24
27	1,30	-1548,51	-548,97	2789,22	28	1,30	-1521,07	-559,41	2776,61
29	1,40	-1493,10	-568,86	2763,41	30	1,40	-1464,65	-577,34	2749,62
31	1,50	-1435,79	-584,90	2735,23	32	1,50	-1406,54	-591,55	2720,25
33	1,60	-1376,96	-597,33	2704,68	34	1,60	-1347,10	-602,28	2688,52
35	1,70	-1316,98	-606,41	2671,76	36	1,70	-1286,66	-609,76	2654,42
37	1,80	-1256,17	-612,35	2636,48	38	1,80	-1225,56	-614,21	2617,95
39	1,90	-1194,85	-615,37	2598,83	40	1,90	-1164,08	-615,85	2579,12
41	2,00	-1133,29	-615,68	2558,81	42	2,00	-1102,50	-614,88	2537,91
43	2,10	-1071,76	-613,48	2516,42	44	2,10	-1041,08	-611,50	2494,34
45	2,20	-1010,51	-608,95	2471,67	46	2,20	-980,06	-605,87	2448,40
47	2,30	-949,77	-602,27	2424,55	48	2,30	-919,65	-598,17	2400,10
49	2,40	-889,75	-593,60	2375,06	50	2,40	-860,07	-588,57	2349,42
51	2,50	-830,64	-583,10	2323,20	52	2,50	-801,48	-577,20	2296,38
53	2,60	-772,62	-570,90	2268,97	54	2,60	-744,08	-564,21	2240,97
55	2,70	-715,87	-557,15	2212,38	56	2,70	-688,01	-549,73	2183,20
57	2,80	-660,52	-541,97	2153,42	58	2,80	-633,42	-533,88	2123,05
59	2,90	-606,73	-525,47	2092,09	60	2,90	-580,46	-516,76	2060,54
61	3,00	-554,62	-507,75	2028,40	62	3,00	-529,23	-498,47	1995,66
63	3,10	-504,31	-488,92	1962,33	64	3,10	-479,86	-479,11	1924,92
65	3,20	-455,91	-469,06	1886,74	66	3,20	-432,45	-458,77	1847,79
67	3,30	-409,51	-448,25	1808,07	68	3,30	-387,10	-437,51	1767,59
69	3,40	-365,23	-426,55	1726,33	70	3,40	-343,90	-415,40	1684,30
71	3,50	-323,13	-404,04	1641,51	72	3,50	-302,93	-392,50	1597,94
73	3,60	-283,30	-380,77	1553,61	74	3,60	-264,26	-368,86	1508,51
75	3,70	-245,82	-356,79	1462,64	76	3,70	-227,98	-344,54	1415,99
77	3,80	-210,75	-332,13	1368,58	78	3,80	-194,15	-319,56	1320,41
79	3,90	-178,17	-306,84	1271,46	80	3,90	-162,83	-293,96	1221,74
81	4,00	-148,13	-280,94	1171,25	82	4,00	-134,08	-267,77	1120,00
83	4,10	-120,69	-254,46	1067,97	84	4,10	-107,97	-241,01	1015,18
85	4,20	-95,92	-227,42	961,62	86	4,20	-84,55	-213,70	907,28
87	4,30	-73,86	-199,84	852,18	88	4,30	-63,87	-185,85	796,31
89	4,40	-54,58	-171,73	739,67	90	4,40	-45,99	-157,48	682,26
91	4,50	-38,12	-143,09	624,08	92	4,50	-30,96	-128,58	565,14
93	4,60	-24,54	-113,94	505,42	94	4,60	-18,84	-99,17	444,93
95	4,70	-13,88	-84,27	383,68	96	4,70	-9,67	-69,24	321,66
97	4,80	-6,20	-54,08	258,86	98	4,80	-3,50	-38,80	195,30
99	4,90	-1,56	-23,38	130,97	100	4,90	-0,39	-7,84	65,87
101	5,00	0,00	-7,84	0,00	102				

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-3122,95	357,99	3081,00	2	0,00	-3139,00	238,68	3069,02
3	0,10	-3150,94	159,71	3056,53	4	0,10	-3158,92	83,99	3043,51
5	0,20	-3163,12	11,46	3029,97	6	0,20	-3163,69	-57,96	3015,90
7	0,30	-3160,80	-124,32	3001,32	8	0,30	-3154,58	-187,71	2986,22
9	0,40	-3145,19	-248,19	2970,59	10	0,40	-3132,79	-305,82	2954,44
11	0,50	-3117,49	-360,68	2937,77	12	0,50	-3099,46	-412,84	2920,58
13	0,60	-3078,82	-462,35	2902,87	14	0,60	-3055,70	-509,29	2884,63
15	0,70	-3030,24	-553,72	2865,88	16	0,70	-3002,55	-595,71	2846,60
17	0,80	-2972,77	-635,32	2826,80	18	0,80	-2941,00	-672,62	2806,48
19	0,90	-2907,37	-707,67	2785,64	20	0,90	-2871,98	-740,53	2764,28
21	1,00	-2834,96	-771,27	2742,39	22	1,00	-2796,39	-799,94	2719,98
23	1,10	-2756,40	-826,61	2697,06	24	1,10	-2715,07	-851,33	2673,61
25	1,20	-2672,50	-874,17	2649,63	26	1,20	-2628,79	-895,18	2638,95
27	1,30	-2584,03	-914,42	2627,71	28	1,30	-2538,31	-931,94	2615,90
29	1,40	-2491,71	-947,80	2603,54	30	1,40	-2444,32	-962,05	2590,62
31	1,50	-2396,22	-974,75	2577,14	32	1,50	-2347,48	-985,94	2563,10
33	1,60	-2298,19	-995,67	2548,49	34	1,60	-2248,40	-1004,00	2533,33
35	1,70	-2198,20	-1010,98	2517,62	36	1,70	-2147,66	-1016,64	2501,34
37	1,80	-2096,82	-1021,04	2484,50	38	1,80	-2045,77	-1024,22	2467,10
39	1,90	-1994,56	-1026,23	2449,14	40	1,90	-1943,25	-1027,10	2430,63
41	2,00	-1891,89	-1026,88	2411,55	42	2,00	-1840,55	-1025,62	2391,91
43	2,10	-1789,27	-1023,34	2371,72	44	2,10	-1738,10	-1020,08	2350,96
45	2,20	-1687,10	-1015,90	2329,65	46	2,20	-1636,30	-1010,81	2307,78
47	2,30	-1585,76	-1004,85	2285,34	48	2,30	-1535,52	-998,07	2262,35
49	2,40	-1485,62	-990,49	2238,80	50	2,40	-1436,09	-982,14	2214,69
51	2,50	-1386,99	-973,05	2190,02	52	2,50	-1338,33	-963,26	2164,79
53	2,60	-1290,17	-952,78	2139,00	54	2,60	-1242,53	-941,66	2112,65
55	2,70	-1195,45	-929,91	2085,74	56	2,70	-1148,95	-917,57	2058,27
57	2,80	-1103,07	-904,64	2030,24	58	2,80	-1057,84	-891,17	2001,66
59	2,90	-1013,28	-877,17	1972,51	60	2,90	-969,42	-862,66	1942,80
61	3,00	-926,29	-847,66	1912,54	62	3,00	-883,91	-832,20	1881,71
63	3,10	-842,30	-816,28	1850,33	64	3,10	-801,48	-799,94	1815,08
65	3,20	-761,49	-783,18	1779,11	66	3,20	-722,33	-766,02	1742,42
67	3,30	-684,03	-748,48	1704,99	68	3,30	-646,60	-730,57	1666,84
69	3,40	-610,08	-712,30	1627,96	70	3,40	-574,46	-693,69	1588,35
71	3,50	-539,78	-674,75	1548,02	72	3,50	-506,04	-655,49	1506,96
73	3,60	-473,26	-635,93	1465,18	74	3,60	-441,47	-616,06	1422,66
75	3,70	-410,66	-595,90	1379,42	76	3,70	-380,87	-575,47	1335,45
77	3,80	-352,10	-554,75	1290,76	78	3,80	-324,36	-533,78	1245,34
79	3,90	-297,67	-512,54	1199,19	80	3,90	-272,04	-491,05	1152,31
81	4,00	-247,49	-469,31	1104,71	82	4,00	-224,03	-447,32	1056,38
83	4,10	-201,66	-425,10	1007,33	84	4,10	-180,40	-402,64	957,54
85	4,20	-160,27	-379,95	907,03	86	4,20	-141,27	-357,04	855,80

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
87	4,30	-123,42	-333,89	803,83	88	4,30	-106,73	-310,52	751,14
89	4,40	-91,20	-286,94	697,72	90	4,40	-76,86	-263,13	643,58
91	4,50	-63,70	-239,10	588,70	92	4,50	-51,74	-214,86	533,11
93	4,60	-41,00	-190,39	476,78	94	4,60	-31,48	-165,71	419,73
95	4,70	-23,20	-140,82	361,95	96	4,70	-16,15	-115,71	303,44
97	4,80	-10,37	-90,38	244,21	98	4,80	-5,85	-64,84	184,24
99	4,90	-2,61	-39,08	123,56	100	4,90	-0,65	-13,10	62,14
101	5,00	0,00	-13,10	0,00	102				

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-5131,00	588,00	-1650,00	2	0,00	-5158,55	465,49	-1641,73
3	0,10	-5181,82	368,41	-1633,23	4	0,10	-5200,24	259,59	-1624,51
5	0,20	-5213,22	138,87	-1615,56	6	0,20	-5220,17	18,49	-1606,38
7	0,30	-5221,09	-96,72	-1596,97	8	0,30	-5216,26	-206,88	-1587,33
9	0,40	-5205,91	-312,11	-1577,47	10	0,40	-5190,31	-412,52	-1567,37
11	0,50	-5169,68	-508,22	-1557,05	12	0,50	-5144,27	-599,33	-1546,51
13	0,60	-5114,30	-685,94	-1535,73	14	0,60	-5080,01	-768,18	-1524,73
15	0,70	-5041,60	-846,16	-1513,49	16	0,70	-4999,29	-919,98	-1502,03
17	0,80	-4953,29	-989,75	-1490,35	18	0,80	-4903,80	-1055,58	-1478,43
19	0,90	-4851,02	-1117,58	-1466,29	20	0,90	-4795,14	-1175,84	-1453,92
21	1,00	-4736,35	-1230,48	-1441,32	22	1,00	-4674,83	-1281,59	-1428,49
23	1,10	-4610,75	-1329,27	-1415,43	24	1,10	-4544,28	-1373,64	-1402,15
25	1,20	-4475,60	-1414,77	-1388,64	26	1,20	-4404,86	-1452,77	-1380,93
27	1,30	-4332,23	-1487,74	-1372,98	28	1,30	-4257,84	-1519,76	-1364,79
29	1,40	-4181,85	-1548,93	-1356,35	30	1,40	-4104,40	-1575,33	-1347,67
31	1,50	-4025,64	-1599,07	-1338,74	32	1,50	-3945,68	-1620,21	-1329,57
33	1,60	-3864,67	-1638,86	-1320,16	34	1,60	-3782,73	-1655,08	-1310,50
35	1,70	-3699,98	-1668,96	-1300,59	36	1,70	-3616,53	-1680,59	-1290,44
37	1,80	-3532,50	-1690,03	-1280,05	38	1,80	-3448,00	-1697,36	-1269,41
39	1,90	-3363,13	-1702,67	-1258,53	40	1,90	-3278,00	-1706,01	-1247,40
41	2,00	-3192,70	-1707,46	-1236,03	42	2,00	-3107,32	-1707,09	-1224,41
43	2,10	-3021,97	-1704,96	-1212,55	44	2,10	-2936,72	-1701,14	-1200,44
45	2,20	-2851,66	-1695,69	-1188,09	46	2,20	-2766,88	-1688,68	-1175,50
47	2,30	-2682,45	-1680,15	-1162,66	48	2,30	-2598,44	-1670,17	-1149,58
49	2,40	-2514,93	-1658,80	-1136,25	50	2,40	-2431,99	-1646,09	-1122,68
51	2,50	-2349,68	-1632,08	-1108,86	52	2,50	-2268,08	-1616,83	-1094,80
53	2,60	-2187,24	-1600,39	-1080,49	54	2,60	-2107,22	-1582,80	-1065,94
55	2,70	-2028,08	-1564,11	-1051,15	56	2,70	-1949,87	-1544,37	-1036,11
57	2,80	-1872,66	-1523,60	-1020,82	58	2,80	-1796,48	-1501,86	-1005,29
59	2,90	-1721,38	-1479,18	-989,52	60	2,90	-1647,42	-1455,59	-973,50
61	3,00	-1574,64	-1431,14	-957,24	62	3,00	-1503,09	-1405,85	-940,73
63	3,10	-1432,79	-1379,76	-923,98	64	3,10	-1363,81	-1352,90	-905,55
65	3,20	-1296,16	-1325,29	-886,79	66	3,20	-1229,90	-1296,97	-867,72
67	3,30	-1165,05	-1267,95	-848,33	68	3,30	-1101,65	-1238,27	-828,62
69	3,40	-1039,74	-1207,94	-808,59	70	3,40	-979,34	-1176,99	-788,25
71	3,50	-920,49	-1145,44	-767,59	72	3,50	-863,22	-1113,31	-746,61
73	3,60	-807,55	-1080,61	-725,31	74	3,60	-753,52	-1047,37	-703,69
75	3,70	-701,15	-1013,59	-681,76	76	3,70	-650,47	-979,30	-659,51
77	3,80	-601,51	-944,50	-636,94	78	3,80	-554,28	-909,21	-614,06
79	3,90	-508,82	-873,44	-590,85	80	3,90	-465,15	-837,20	-567,33
81	4,00	-423,29	-800,50	-543,49	82	4,00	-383,27	-763,34	-519,34
83	4,10	-345,10	-725,74	-494,86	84	4,10	-308,81	-687,71	-470,07
85	4,20	-274,43	-649,24	-444,96	86	4,20	-241,97	-610,34	-419,54
87	4,30	-211,45	-571,02	-393,79	88	4,30	-182,90	-531,29	-367,73
89	4,40	-156,33	-491,13	-341,35	90	4,40	-131,78	-450,57	-314,65
91	4,50	-109,25	-409,60	-287,63	92	4,50	-88,77	-368,21	-260,30
93	4,60	-70,36	-326,42	-232,65	94	4,60	-54,04	-284,23	-204,68
95	4,70	-39,82	-241,62	-176,39	96	4,70	-27,74	-198,62	-147,79
97	4,80	-17,81	-155,20	-118,87	98	4,80	-10,05	-111,38	-89,63
99	4,90	-4,48	-67,15	-60,07	100	4,90	-1,13	-22,52	-30,19
101	5,00	0,00	-22,52	0,00	102				

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-7033,71	1256,95	3501,00	2	0,00	-7094,71	1134,43	3487,23
3	0,10	-7151,43	1037,35	3472,87	4	0,10	-7203,29	928,52	3457,92
5	0,20	-7249,72	807,79	3442,38	6	0,20	-7290,11	675,01	3426,25
7	0,30	-7323,86	530,02	3409,54	8	0,30	-7350,36	372,66	3392,24
9	0,40	-7368,99	202,78	3374,35	10	0,40	-7379,13	27,91	3355,87
11	0,50	-7380,53	-139,53	3336,80	12	0,50	-7373,55	-299,70	3317,15
13	0,60	-7358,57	-452,77	3296,91	14	0,60	-7335,93	-598,90	3276,08
15	0,70	-7305,98	-738,23	3254,66	16	0,70	-7269,07	-870,94	3232,66
17	0,80	-7225,53	-997,17	3210,06	18	0,80	-7175,67	-1117,09	3186,88
19	0,90	-7119,81	-1230,85	3163,11	20	0,90	-7058,27	-1338,60	3138,75
21	1,00	-6991,34	-1440,50	3113,80	22	1,00	-6919,31	-1536,70	3088,27
23	1,10	-6842,48	-1627,34	3062,15	24	1,10	-6761,11	-1712,58	3035,44
25	1,20	-6675,48	-1792,56	3008,14	26	1,20	-6585,86	-1867,42	2995,82
27	1,30	-6492,48	-1937,31	2952,87	28	1,30	-6395,62	-2002,36	2969,29
29	1,40	-6295,50	-2062,72	2955,08	30	1,40	-6192,36	-2118,52	2940,24
31	1,50	-6086,44	-2169,89	2924,77	32	1,50	-5977,94	-2216,96	2908,67
33	1,60	-5867,10	-2259,87	2891,94	34	1,60	-5754,10	-2298,73	2874,58
35	1,70	-5639,17	-2333,67	2856,58	36	1,70	-5522,48	-2364,82	2837,96
37	1,80	-5404,24	-2392,28	2818,70	38	1,80	-5284,63	-2416,19	2798,81

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
39	1,90	-5163,82	-2436,64	2778,30	40	1,90	-5041,99	-2453,75	2757,15
41	2,00	-4919,30	-2467,64	2735,37	42	2,00	-4795,92	-2478,40	2712,96
43	2,10	-4672,00	-2486,13	2689,92	44	2,10	-4547,69	-2490,94	2666,24
45	2,20	-4423,14	-2492,93	2641,94	46	2,20	-4298,50	-2492,18	2617,01
47	2,30	-4173,89	-2488,79	2591,44	48	2,30	-4049,45	-2482,86	2565,25
49	2,40	-3925,31	-2474,46	2538,42	50	2,40	-3801,58	-2463,68	2510,97
51	2,50	-3678,40	-2450,60	2482,88	52	2,50	-3555,87	-2435,30	2454,16
53	2,60	-3434,10	-2417,85	2424,81	54	2,60	-3313,21	-2398,34	2394,83
55	2,70	-3193,29	-2376,82	2364,22	56	2,70	-3074,45	-2353,37	2332,98
57	2,80	-2956,78	-2328,05	2301,10	58	2,80	-2840,38	-2300,92	2268,60
59	2,90	-2725,34	-2272,05	2235,47	60	2,90	-2611,73	-2241,50	2201,70
61	3,00	-2499,66	-2209,31	2167,31	62	3,00	-2389,19	-2175,54	2132,28
63	3,10	-2280,42	-2140,24	2096,62	64	3,10	-2173,40	-2103,47	2056,61
65	3,20	-2068,23	-2065,26	2015,78	66	3,20	-1964,97	-2025,65	1974,13
67	3,30	-1863,69	-1984,70	1931,66	68	3,30	-1764,45	-1942,44	1888,38
69	3,40	-1667,33	-1898,90	1844,27	70	3,40	-1572,38	-1854,13	1799,34
71	3,50	-1479,68	-1808,15	1753,59	72	3,50	-1389,27	-1761,00	1707,03
73	3,60	-1301,22	-1712,70	1659,64	74	3,60	-1215,58	-1663,28	1611,43
75	3,70	-1132,42	-1612,77	1562,41	76	3,70	-1051,78	-1561,19	1512,56
77	3,80	-973,72	-1508,56	1461,89	78	3,80	-898,29	-1454,90	1410,41
79	3,90	-825,55	-1400,24	1358,10	80	3,90	-755,54	-1344,58	1304,98
81	4,00	-688,31	-1287,94	1251,03	82	4,00	-623,91	-1230,34	1196,27
83	4,10	-562,39	-1171,78	1140,68	84	4,10	-503,81	-1112,29	1084,28
85	4,20	-448,19	-1051,86	1027,06	86	4,20	-395,60	-990,52	969,01
87	4,30	-346,07	-928,25	910,15	88	4,30	-299,66	-865,08	850,47
89	4,40	-256,40	-801,01	789,97	90	4,40	-216,35	-736,04	728,64
91	4,50	-179,55	-670,17	666,50	92	4,50	-146,04	-603,42	603,54
93	4,60	-115,87	-535,77	539,76	94	4,60	-89,08	-467,23	475,16
95	4,70	-65,72	-397,81	409,74	96	4,70	-45,83	-327,50	343,50
97	4,80	-29,46	-256,30	276,44	98	4,80	-16,64	-184,22	208,56
99	4,90	-7,43	-111,24	139,86	100	4,90	-1,87	-37,38	70,34
101	5,00	0,00	-37,38	0,00	102				

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-11723,59	2093,92	4007,00	2	0,00	-11826,43	1971,40	3991,06
3	0,10	-11925,00	1874,32	3974,45	4	0,10	-12018,72	1765,49	3957,18
5	0,20	-12106,99	1644,75	3939,24	6	0,20	-12189,23	1511,97	3920,63
7	0,30	-12264,83	1366,97	3901,35	8	0,30	-12333,18	1209,61	3881,40
9	0,40	-12393,66	1039,73	3860,78	10	0,40	-12445,64	857,18	3839,50
11	0,50	-12488,50	661,80	3817,55	12	0,50	-12521,59	453,44	3794,92
13	0,60	-12544,26	231,94	3771,64	14	0,60	-12555,86	-2,84	3747,68
15	0,70	-12555,72	-251,08	3723,05	16	0,70	-12543,17	-512,91	3697,76
17	0,80	-12517,52	-783,30	3671,80	18	0,80	-12478,35	-1041,56	3645,17
19	0,90	-12426,28	-1287,95	3617,87	20	0,90	-12361,88	-1522,74	3589,90
21	1,00	-12285,74	-1746,21	3561,27	22	1,00	-12198,43	-1958,61	3531,97
23	1,10	-12100,50	-2160,21	3501,99	24	1,10	-11992,49	-2351,27	3471,35
25	1,20	-11874,93	-2532,06	3440,05	26	1,20	-11748,32	-2702,82	3425,76
27	1,30	-11613,18	-2863,82	3410,76	28	1,30	-11469,99	-3015,30	3395,05
29	1,40	-11319,23	-3157,51	3378,61	30	1,40	-11161,35	-3290,70	3361,46
31	1,50	-10996,82	-3415,10	3343,59	32	1,50	-10826,06	-3530,95	3325,01
33	1,60	-10649,51	-3638,49	3305,71	34	1,60	-10467,59	-3737,95	3285,69
35	1,70	-10280,69	-3829,54	3264,95	36	1,70	-10089,21	-3913,50	3243,50
37	1,80	-9893,54	-3990,03	3221,33	38	1,80	-9694,04	-4059,35	3198,45
39	1,90	-9491,07	-4121,68	3174,85	40	1,90	-9284,99	-4177,20	3150,53
41	2,00	-9076,13	-4226,13	3125,49	42	2,00	-8864,82	-4268,66	3099,74
43	2,10	-8651,39	-4304,97	3073,27	44	2,10	-8436,14	-4335,25	3046,08
45	2,20	-8219,38	-4359,69	3018,18	46	2,20	-8001,39	-4378,46	2989,56
47	2,30	-7782,47	-4391,73	2960,22	48	2,30	-7562,88	-4399,66	2930,17
49	2,40	-7342,90	-4402,42	2899,40	50	2,40	-7122,78	-4400,17	2867,91
51	2,50	-6902,77	-4393,06	2835,71	52	2,50	-6683,12	-4381,23	2802,79
53	2,60	-6464,06	-4364,83	2769,15	54	2,60	-6245,81	-4344,00	2734,79
55	2,70	-6028,61	-4318,87	2699,72	56	2,70	-5812,67	-4289,56	2663,93
57	2,80	-5598,19	-4256,20	2627,43	58	2,80	-5385,38	-4218,92	2590,21
59	2,90	-5174,44	-4177,82	2552,27	60	2,90	-4965,55	-4133,01	2513,61
61	3,00	-4758,89	-4084,61	2474,24	62	3,00	-4554,66	-4032,70	2434,15
63	3,10	-4353,03	-3977,40	2393,35	64	3,10	-4154,16	-3918,78	2347,59
65	3,20	-3958,22	-3856,94	2300,91	66	3,20	-3765,37	-3791,96	2253,30
67	3,30	-3575,78	-3723,92	2204,75	68	3,30	-3389,58	-3652,90	2155,28
69	3,40	-3206,93	-3578,97	2104,87	70	3,40	-3027,99	-3502,19	2053,53
71	3,50	-2852,88	-3422,63	2001,26	72	3,50	-2681,74	-3340,35	1948,05
73	3,60	-2514,73	-3255,40	1893,92	74	3,60	-2351,96	-3167,84	1838,85
75	3,70	-2193,57	-3077,71	1782,86	76	3,70	-2039,68	-2985,06	1725,93
77	3,80	-1890,43	-2889,94	1668,07	78	3,80	-1745,93	-2792,38	1609,28
79	3,90	-1606,31	-2692,41	1549,56	80	3,90	-1471,69	-2590,08	1488,90
81	4,00	-1342,19	-2485,40	1427,32	82	4,00	-1217,92	-2378,42	1364,80
83	4,10	-1099,00	-2269,14	1301,35	84	4,10	-985,54	-2157,60	1236,97
85	4,20	-877,66	-2043,81	1171,66	86	4,20	-775,47	-1927,79	1105,42
87	4,30	-679,08	-1809,55	1038,24	88	4,30	-588,60	-1689,11	970,14
89	4,40	-504,15	-1566,48	901,10	90	4,40	-425,82	-1441,67	831,13
91	4,50	-353,74	-1314,68	760,23	92	4,50	-288,00	-1185,51	688,40
93	4,60	-228,73	-1054,18	615,64	94	4,60	-176,02	-920,69	541,94
95	4,70	-129,99	-785,04	467,32	96	4,70	-90,73	-647,22	391,76
97	4,80	-58,37	-507,24	315,27	98	4,80	-33,01	-365,10	237,85
99	4,90	-14,76	-220,79	159,50	100	4,90	-3,72	-74,32	80,21
101	5,00	0,00	-74,32	0,00	102				

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-17076,00	3050,03	-3091,00	2	0,00	-17226,65	2927,58	-3076,56
3	0,10	-17373,03	2830,57	-3061,67	4	0,10	-17514,56	2721,80	-3046,33
5	0,20	-17650,65	2601,14	-3030,52	6	0,20	-17780,70	2468,42	-3014,26
7	0,30	-17904,13	2323,48	-2997,55	8	0,30	-18020,30	2166,19	-2980,37
9	0,40	-18128,61	1996,37	-2962,74	10	0,40	-18228,43	1813,88	-2944,66
11	0,50	-18319,12	1618,56	-2926,12	12	0,50	-18400,05	1410,26	-2907,12
13	0,60	-18470,56	1188,83	-2887,67	14	0,60	-18530,00	954,10	-2867,76
15	0,70	-18577,71	705,92	-2847,39	16	0,70	-18613,01	444,14	-2826,57
17	0,80	-18635,21	168,61	-2805,29	18	0,80	-18643,64	-120,83	-2783,56
19	0,90	-18637,60	-424,34	-2761,37	20	0,90	-18616,38	-737,59	-2738,72
21	1,00	-18579,50	-1060,74	-2715,62	22	1,00	-18526,47	-1393,93	-2692,06
23	1,10	-18456,77	-1737,33	-2668,04	24	1,10	-18369,90	-2091,09	-2643,57
25	1,20	-18265,35	-2453,68	-2618,64	26	1,20	-18142,67	-2798,83	-2605,34
27	1,30	-18002,72	-3126,94	-2591,54	28	1,30	-17846,38	-3438,40	-2577,26
29	1,40	-17674,46	-3733,59	-2562,48	30	1,40	-17487,78	-4012,90	-2547,22
31	1,50	-17287,13	-4276,71	-2531,47	32	1,50	-17073,30	-4525,38	-2515,23
33	1,60	-16847,03	-4759,29	-2498,50	34	1,60	-16609,06	-4978,80	-2481,28
35	1,70	-16360,12	-5184,27	-2463,57	36	1,70	-16100,91	-5376,06	-2445,37
37	1,80	-15832,11	-5554,50	-2426,68	38	1,80	-15554,38	-5719,94	-2407,50
39	1,90	-15268,38	-5872,72	-2387,83	40	1,90	-14974,75	-6013,16	-2367,68
41	2,00	-14674,09	-6141,59	-2347,03	42	2,00	-14367,01	-6258,33	-2325,89
43	2,10	-14054,09	-6363,67	-2304,27	44	2,10	-13735,91	-6457,92	-2282,16
45	2,20	-13413,01	-6541,39	-2259,55	46	2,20	-13085,94	-6614,35	-2236,46
47	2,30	-12755,23	-6677,08	-2212,88	48	2,30	-12421,37	-6729,87	-2188,80
49	2,40	-12084,88	-6772,97	-2164,24	50	2,40	-11746,23	-6806,65	-2139,19
51	2,50	-11405,90	-6831,16	-2113,65	52	2,50	-11064,34	-6846,73	-2087,62
53	2,60	-10722,00	-6853,62	-2061,10	54	2,60	-10379,32	-6852,04	-2034,10
55	2,70	-10036,72	-6842,22	-2006,60	56	2,70	-9694,61	-6824,38	-1978,61
57	2,80	-9353,39	-6798,71	-1950,14	58	2,80	-9013,46	-6765,43	-1921,17
59	2,90	-8675,18	-6724,71	-1891,72	60	2,90	-8338,95	-6676,75	-1861,77
61	3,00	-8005,11	-6621,73	-1831,34	62	3,00	-7674,02	-6559,81	-1800,42
63	3,10	-7346,03	-6491,16	-1769,00	64	3,10	-7021,48	-6415,93	-1734,21
65	3,20	-6700,68	-6334,27	-1698,79	66	3,20	-6383,97	-6246,33	-1662,73
67	3,30	-6071,65	-6152,24	-1626,03	68	3,30	-5764,04	-6052,12	-1588,70
69	3,40	-5461,43	-5946,10	-1550,73	70	3,40	-5164,13	-5834,30	-1512,13
71	3,50	-4872,41	-5716,81	-1472,89	72	3,50	-4586,57	-5593,76	-1433,01
73	3,60	-4306,88	-5465,22	-1392,50	74	3,60	-4033,62	-5331,29	-1351,35
75	3,70	-3767,06	-5192,06	-1309,57	76	3,70	-3507,45	-5047,61	-1267,15
77	3,80	-3255,07	-4897,99	-1224,10	78	3,80	-3010,17	-4743,30	-1180,41
79	3,90	-2773,01	-4583,57	-1136,08	80	3,90	-2543,83	-4418,88	-1091,12
81	4,00	-2322,89	-4249,27	-1045,52	82	4,00	-2110,42	-4074,79	-999,28
83	4,10	-1906,68	-3895,49	-952,41	84	4,10	-1711,91	-3711,40	-904,90
85	4,20	-1526,34	-3522,55	-856,76	86	4,20	-1350,21	-3328,97	-807,98
87	4,30	-1183,76	-3130,69	-758,57	88	4,30	-1027,23	-2927,74	-708,52
89	4,40	-880,84	-2720,13	-657,83	90	4,40	-744,84	-2507,87	-606,51
91	4,50	-619,44	-2290,98	-554,55	92	4,50	-504,89	-2069,47	-501,96
93	4,60	-401,42	-1843,35	-448,73	94	4,60	-309,25	-1612,62	-394,86
95	4,70	-228,62	-1377,28	-340,36	96	4,70	-159,76	-1137,34	-285,23
97	4,80	-102,89	-892,79	-229,45	98	4,80	-58,25	-643,64	-173,04
99	4,90	-26,07	-389,87	-116,00	100	4,90	-6,57	-131,50	-58,32
101	5,00	0,00	-131,50	0,00	102				

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr	sfuerzo normale espresso in [kg]
Tr	taglio espresso in [kg]
Mr	momento espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
1	0,00	-2730,83	18577,06	56266,73	2	0,00	-2730,83	18577,06	56266,73
3	0,10	-4580,56	18357,48	56207,46	4	0,10	-4580,56	18357,48	56207,46
5	0,20	-6410,86	18127,93	56144,57	6	0,20	-6410,86	18127,93	56144,57
7	0,30	-8217,02	17850,17	56078,05	8	0,30	-8217,02	17850,17	56078,05
9	0,40	-9994,17	17522,95	56007,90	10	0,40	-9994,17	17522,95	56007,90
11	0,50	-11737,34	17145,04	55934,13	12	0,50	-11737,34	17145,04	55934,13
13	0,60	-13441,42	16715,20	55856,74	14	0,60	-13441,42	16715,20	55856,74
15	0,70	-15101,20	16232,20	55775,71	16	0,70	-15101,20	16232,20	55775,71
17	0,80	-16711,33	15694,80	55691,07	18	0,80	-16711,33	15694,80	55691,07
19	0,90	-18266,34	15101,77	55602,79	20	0,90	-18266,34	15101,77	55602,79
21	1,00	-19760,85	14465,30	55510,89	22	1,00	-19760,85	14465,30	55510,89
23	1,10	-21190,72	13788,62	55415,37	24	1,10	-21190,72	13788,62	55415,37
25	1,20	-22551,89	13070,51	55316,22	26	1,20	-22551,89	13070,51	55316,22
27	1,30	-23796,21	10536,01	55269,79	28	1,30	-23796,21	10536,01	55269,79
29	1,40	-24786,40	8042,38	55219,47	30	1,40	-24786,40	8042,38	55219,47
31	1,50	-25531,47	5717,31	55165,27	32	1,50	-25531,47	5717,31	55165,27
33	1,60	-26048,17	3556,32	55107,17	34	1,60	-26048,17	3556,32	55107,17
35	1,70	-26352,78	1554,86	55045,19	36	1,70	-26352,78	1554,86	55045,19
37	1,80	-26460,00	-268,77	54979,32	38	1,80	-26460,00	-268,77	54979,32
39	1,90	-26388,64	-1988,01	54909,55	40	1,90	-26388,64	-1988,01	54909,55
41	2,00	-26150,18	-3538,68	54835,90	42	2,00	-26150,18	-3538,68	54835,90
43	2,10	-25760,20	-4948,28	54758,36	44	2,10	-25760,20	-4948,28	54758,36

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
45	2,20	-25232,71	-6221,32	54676,93	46	2,20	-25232,71	-6221,32	54676,93
47	2,30	-24581,24	-7362,23	54591,61	48	2,30	-24581,24	-7362,23	54591,61
49	2,40	-23818,91	-8375,31	54502,40	50	2,40	-23818,91	-8375,31	54502,40
51	2,50	-22958,38	-9264,72	54409,30	52	2,50	-22958,38	-9264,72	54409,30
53	2,60	-22011,93	-10034,48	54312,31	54	2,60	-22011,93	-10034,48	54312,31
55	2,70	-20991,42	-10688,45	54211,43	56	2,70	-20991,42	-10688,45	54211,43
57	2,80	-19908,34	-11230,29	54106,67	58	2,80	-19908,34	-11230,29	54106,67
59	2,90	-18773,81	-11663,50	53998,01	60	2,90	-18773,81	-11663,50	53998,01
61	3,00	-17598,62	-11991,35	53885,46	62	3,00	-17598,62	-11991,35	53885,46
63	3,10	-16393,21	-12216,93	53769,03	64	3,10	-16393,21	-12216,93	53769,03
65	3,20	-15167,75	-12343,11	53631,20	66	3,20	-15167,75	-12343,11	53631,20
67	3,30	-13932,11	-12372,53	53488,12	68	3,30	-13932,11	-12372,53	53488,12
69	3,40	-12695,90	-12307,64	53339,78	70	3,40	-12695,90	-12307,64	53339,78
71	3,50	-11468,49	-12150,66	53186,17	72	3,50	-11468,49	-12150,66	53186,17
73	3,60	-10259,04	-11903,58	53027,30	74	3,60	-10259,04	-11903,58	53027,30
75	3,70	-9076,52	-11568,20	52863,17	76	3,70	-9076,52	-11568,20	52863,17
77	3,80	-7929,72	-11146,11	52693,78	78	3,80	-7929,72	-11146,11	52693,78
79	3,90	-6827,26	-10638,67	52519,12	80	3,90	-6827,26	-10638,67	52519,12
81	4,00	-5777,66	-10047,07	52339,21	82	4,00	-5777,66	-10047,07	52339,21
83	4,10	-4789,31	-9372,30	52154,03	84	4,10	-4789,31	-9372,30	52154,03
85	4,20	-3870,49	-8615,19	51963,59	86	4,20	-3870,49	-8615,19	51963,59
87	4,30	-3029,43	-7776,39	51767,89	88	4,30	-3029,43	-7776,39	51767,89
89	4,40	-2274,29	-6856,39	51566,92	90	4,40	-2274,29	-6856,39	51566,92
91	4,50	-1613,17	-5855,57	51360,70	92	4,50	-1613,17	-5855,57	51360,70
93	4,60	-1054,14	-4774,15	51149,21	94	4,60	-1054,14	-4774,15	51149,21
95	4,70	-605,27	-3612,29	50932,46	96	4,70	-605,27	-3612,29	50932,46
97	4,80	-274,60	-2370,03	50710,45	98	4,80	-274,60	-2370,03	50710,45
99	4,90	-70,16	-1047,34	50483,18	100	4,90	-70,16	-1047,34	50483,18
101	5,00	0,00	-355,82	0,00	102				

Allegato n. 01.03

Tabulato di calcolo pali di fondazione tracker LOTTO 3

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

DatiGeometria della fondazione*Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo IPE300	(C)	0,00	0,00	30,00	5,00

Materiali palo*Acciaio*

Tipo	S275	
Tensione caratteristica di snervamento	2804,17	[kg/cm ²]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cm ²]

Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

Caratteristiche pali

Pali in acciaio
 Armatura con ferri longitudinali e staffe
 Vincolo in testa di tipo CERNIERA
 Tipo di palo INFISSO
 Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

Descrizione terreni e falda*Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coazione del terreno espressa in [kg/cm ²]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cm ²]
ϕ_{min}, ϕ_{med}	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
<i>c_{min}, c_{med}</i>	Coazione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]
<i>ca_{min}, ca_{med}</i>	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm ²]

Parametri caratteristici

Descrizione	γ [kg/mc]	γ_{sat} [kg/mc]	ϕ [°]	δ [°]	<i>c</i> [kg/cm ²]	<i>ca</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	1670,0	1770,0	25,66	25,00	0,060	0,000
Terreno 2	1920,0	2010,0	25,54	25,00	0,100	0,000
Terreno 3	2100,0	2200,0	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri minimi

Descrizione	ϕ_{min} [°]	δ_{min} [°]	<i>c_{min}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{min}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,66	25,00	0,060	0,000
Terreno 2	25,54	25,00	0,100	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Parametri medi

Descrizione	ϕ_{med} [°]	δ_{med} [°]	<i>c_{med}</i> [kg/cm ²]	<i>ca_{med}</i> [kg/cm ²]
Terreno 1	25,66	25,00	0,060	0,000
Terreno 2	25,54	25,00	0,100	0,000
Terreno 3	39,10	28,00	0,000	0,000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>Kw</i>	Costante di Winkler espressa in Kg/cm ² /cm
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>α</i>	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Kw [kg/cmq/cm]	Ks	α
1	-1,1	-1,1	-1,1	Terreno 1	1.00	0.50	1.00
2	-2,0	-2,0	-2,0	Terreno 2	1.00	0.50	1.00
3	-20,0	-20,0	-20,0	Terreno 3	1.00	0.50	1.00

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_r	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ_r	1.00	1.00	1.00	1.00

PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali γ_R per le verifiche dei pali

Pali infissi

		R1	R2	R3
Punta	γ_b	1.00	1.45	1.15
Laterale compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	γ_t	1.00	1.45	1.15
Laterale trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali γ_T per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	γ_T	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 7 $\xi_3=1.45$ $\xi_4=1.28$

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

fnd Indice della fondazione
 N_{TOT} Sforzo normale totale espressa in [kg]
 $M_{Y_{TOT}}$ Momento in direzione Y espresso in [kgm]
 T_{TOT} Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Condizione n° 1 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	2865,0	294,0	0,0

Condizione n° 2 - Condizione n° 2 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	2212,0	490,0	0,0

Condizione n° 3 - Condizione n° 3 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	-34,0	-1225,0	0,0

Condizione n° 4 - Condizione n° 4 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	3436,0	1874,0	215,0

Condizione n° 5 - Condizione n° 5 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	3163,0	3123,0	358,0

Condizione n° 6 - Condizione n° 6 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	-1650,0	-5131,0	588,0

Condizione n° 7 - Condizione n° 7 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	3595,0	7034,0	1257,0

Condizione n° 8 - Condizione n° 8 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	4054,0	11724,0	2094,0

Condizione n° 9 - Condizione n° 9 - PERMANENTE

Fondazione	N_{TOT} [kg]	$M_{Y_{TOT}}$ [kgm]	$T_{X_{TOT}}$ [kg]
Palo IPE300	-3091,0	-17076,0	3050,0

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione
 ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	γ	ψ
Condizione n° 1	1.00	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Cond	γ	ψ
Condizione n° 2	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 3	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 4	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 5	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 6	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 7	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 8	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - A1-M1-R3

Cond	γ	Ψ
Condizione n° 9	1.00	1.00

Opzioni di calcolo**Analisi in condizioni drenate***Verifica della portanza assiale*

Il metodo utilizzato per il calcolo della portanza verticale è: Terzaghi.

E' stato richiesto di correggere l'angolo di attrito in funzione del tipo di palo (Trivellato/Infisso).

L'andamento della pressione verticale σ_v con la profondità, per il calcolo della portanza di punta, è stata definita come: Pressione geostatica.

L'andamento della pressione verticale è stata utilizzata anche per il calcolo della portanza laterale.

Verifica della portanza trasversale

Costante di Winkler orizzontale definita da STRATO

Criterio di rottura palo-terreno: Pressione limite (Brinch-Hansen)

Cedimento verticale in testa ai pali

Per il calcolo dei cedimenti è stato utilizzato il metodo di Meyerhof.

Risultati

Verifica della portanza assiale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Nc, Nq	Fattori di capacità portante
Pl _{min} , Pl _{med}	Portanza laterale minima e media espressa in [kg]
Pp _{min} , Pp _{med}	Portanza di punta minima e media espressa in [kg]
Pd	Portanza di progetto espressa in [kg]
N	Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]
η	Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq
1	91.13	76.26
2	91.13	76.26
3	91.13	76.26
4	91.13	76.26
5	91.13	76.26
6	91.13	76.26
7	91.13	76.26
8	91.13	76.26
9	91.13	76.26

cmb	Pl _{med} [kg]	Pp _{med} [kg]	Pl _{min} [kg]	Pp _{min} [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	6594	53177	6594	53177	211	35633	2865	12.437
2	6594	53177	6594	53177	211	35633	2212	16.109
3	6594	53177	6594	53177	211	35317	-34	1038.731
4	6594	53177	6594	53177	211	35633	3436	10.371
5	6594	53177	6594	53177	211	35633	3163	11.266
6	6594	0	6594	0	211	3849	-1650	2.333
7	6594	53177	6594	53177	211	35633	3595	9.912
8	6594	53177	6594	53177	211	35633	4054	8.790
9	6594	0	6594	0	211	3849	-3091	1.245

Verifica della portanza trasversale

Simbologia adottata

cmb	Identificativo della combinazione
Td	Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]
T	Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]
η=Td/T	Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	11913	1	11913.347
2	11446	1	11446.209
3	17	1	16.632
4	2176	215	10.120
5	2178	358	6.084
6	2179	-588	3.706
7	3182	1257	2.531
8	3189	2094	1.523
9	3189	-3050	1.045

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [cm]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cm ²]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm ²]
1	0,00	0,0000	0,035	2	0,05	0,0000	0,034	3	0,10	0,0000	0,033
4	0,15	0,0000	0,032	5	0,20	0,0000	0,031	6	0,25	0,0000	0,031
7	0,30	0,0000	0,030	8	0,35	0,0000	0,029	9	0,40	0,0000	0,028
10	0,45	0,0000	0,027	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,026
13	0,60	0,0000	0,025	14	0,65	0,0000	0,024	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,022	18	0,85	0,0000	0,021
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,019
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,017
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,015
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,012	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,006	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,004
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,002	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,001	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	0,000	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,001
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,002
70	3,45	0,0000	-0,002	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,003	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,004	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,005
82	4,05	0,0000	-0,005	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,006	86	4,25	0,0000	-0,006	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,007	90	4,45	0,0000	-0,007
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,008	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,009	99	4,90	0,0000	-0,009
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0000	0,036	2	0,05	0,0000	0,035	3	0,10	0,0000	0,034
4	0,15	0,0000	0,033	5	0,20	0,0000	0,033	6	0,25	0,0000	0,032
7	0,30	0,0000	0,031	8	0,35	0,0000	0,030	9	0,40	0,0000	0,029
10	0,45	0,0000	0,028	11	0,50	0,0000	0,027	12	0,55	0,0000	0,027
13	0,60	0,0000	0,026	14	0,65	0,0000	0,025	15	0,70	0,0000	0,024
16	0,75	0,0000	0,023	17	0,80	0,0000	0,023	18	0,85	0,0000	0,022
19	0,90	0,0000	0,021	20	0,95	0,0000	0,020	21	1,00	0,0000	0,020
22	1,05	0,0000	0,019	23	1,10	0,0000	0,018	24	1,15	0,0000	0,018
25	1,20	0,0000	0,017	26	1,25	0,0000	0,016	27	1,30	0,0000	0,016
28	1,35	0,0000	0,015	29	1,40	0,0000	0,014	30	1,45	0,0000	0,014
31	1,50	0,0000	0,013	32	1,55	0,0000	0,013	33	1,60	0,0000	0,012
34	1,65	0,0000	0,011	35	1,70	0,0000	0,011	36	1,75	0,0000	0,010
37	1,80	0,0000	0,010	38	1,85	0,0000	0,009	39	1,90	0,0000	0,009
40	1,95	0,0000	0,008	41	2,00	0,0000	0,008	42	2,05	0,0000	0,007
43	2,10	0,0000	0,007	44	2,15	0,0000	0,006	45	2,20	0,0000	0,006
46	2,25	0,0000	0,005	47	2,30	0,0000	0,005	48	2,35	0,0000	0,005
49	2,40	0,0000	0,004	50	2,45	0,0000	0,004	51	2,50	0,0000	0,003
52	2,55	0,0000	0,003	53	2,60	0,0000	0,003	54	2,65	0,0000	0,002
55	2,70	0,0000	0,002	56	2,75	0,0000	0,001	57	2,80	0,0000	0,001
58	2,85	0,0000	0,001	59	2,90	0,0000	0,000	60	2,95	0,0000	0,000
61	3,00	0,0000	0,000	62	3,05	0,0000	-0,001	63	3,10	0,0000	-0,001
64	3,15	0,0000	-0,001	65	3,20	0,0000	-0,001	66	3,25	0,0000	-0,002
67	3,30	0,0000	-0,002	68	3,35	0,0000	-0,002	69	3,40	0,0000	-0,003
70	3,45	0,0000	-0,003	71	3,50	0,0000	-0,003	72	3,55	0,0000	-0,003
73	3,60	0,0000	-0,004	74	3,65	0,0000	-0,004	75	3,70	0,0000	-0,004
76	3,75	0,0000	-0,004	77	3,80	0,0000	-0,005	78	3,85	0,0000	-0,005
79	3,90	0,0000	-0,005	80	3,95	0,0000	-0,005	81	4,00	0,0000	-0,006
82	4,05	0,0000	-0,006	83	4,10	0,0000	-0,006	84	4,15	0,0000	-0,006
85	4,20	0,0000	-0,007	86	4,25	0,0000	-0,007	87	4,30	0,0000	-0,007
88	4,35	0,0000	-0,007	89	4,40	0,0000	-0,008	90	4,45	0,0000	-0,008
91	4,50	0,0000	-0,008	92	4,55	0,0000	-0,008	93	4,60	0,0000	-0,008
94	4,65	0,0000	-0,009	95	4,70	0,0000	-0,009	96	4,75	0,0000	-0,009
97	4,80	0,0000	-0,009	98	4,85	0,0000	-0,010	99	4,90	0,0000	-0,010
100	4,95	0,0000	-0,010	101	5,00	0,0000	-0,010	102			

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	-0,1773	-0,177	2	0,05	-0,1695	-0,170	3	0,10	-0,1619	-0,162
4	0,15	-0,1544	-0,154	5	0,20	-0,1471	-0,147	6	0,25	-0,1400	-0,140
7	0,30	-0,1331	-0,133	8	0,35	-0,1263	-0,126	9	0,40	-0,1198	-0,120
10	0,45	-0,1133	-0,113	11	0,50	-0,1071	-0,107	12	0,55	-0,1010	-0,101
13	0,60	-0,0951	-0,095	14	0,65	-0,0894	-0,089	15	0,70	-0,0838	-0,084
16	0,75	-0,0784	-0,078	17	0,80	-0,0731	-0,073	18	0,85	-0,0680	-0,068
19	0,90	-0,0630	-0,063	20	0,95	-0,0582	-0,058	21	1,00	-0,0536	-0,054
22	1,05	-0,0491	-0,049	23	1,10	-0,0447	-0,045	24	1,15	-0,0405	-0,041
25	1,20	-0,0364	-0,036	26	1,25	-0,0325	-0,032	27	1,30	-0,0287	-0,029
28	1,35	-0,0250	-0,025	29	1,40	-0,0215	-0,021	30	1,45	-0,0180	-0,018
31	1,50	-0,0148	-0,015	32	1,55	-0,0116	-0,012	33	1,60	-0,0085	-0,009
34	1,65	-0,0056	-0,006	35	1,70	-0,0028	-0,003	36	1,75	0,0000	0,000
37	1,80	0,0026	0,003	38	1,85	0,0051	0,005	39	1,90	0,0075	0,007
40	1,95	0,0098	0,010	41	2,00	0,0120	0,012	42	2,05	0,0141	0,014
43	2,10	0,0161	0,016	44	2,15	0,0181	0,018	45	2,20	0,0199	0,020
46	2,25	0,0217	0,022	47	2,30	0,0234	0,023	48	2,35	0,0250	0,025
49	2,40	0,0265	0,027	50	2,45	0,0280	0,028	51	2,50	0,0294	0,029
52	2,55	0,0307	0,031	53	2,60	0,0320	0,032	54	2,65	0,0332	0,033
55	2,70	0,0343	0,034	56	2,75	0,0354	0,035	57	2,80	0,0364	0,036
58	2,85	0,0374	0,037	59	2,90	0,0384	0,038	60	2,95	0,0392	0,039

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
61	3,00	0,0401	0,040	62	3,05	0,0409	0,041	63	3,10	0,0416	0,042
64	3,15	0,0423	0,042	65	3,20	0,0430	0,043	66	3,25	0,0436	0,044
67	3,30	0,0442	0,044	68	3,35	0,0448	0,045	69	3,40	0,0454	0,045
70	3,45	0,0459	0,046	71	3,50	0,0464	0,046	72	3,55	0,0468	0,047
73	3,60	0,0473	0,047	74	3,65	0,0477	0,048	75	3,70	0,0481	0,048
76	3,75	0,0485	0,048	77	3,80	0,0488	0,049	78	3,85	0,0492	0,049
79	3,90	0,0495	0,050	80	3,95	0,0498	0,050	81	4,00	0,0502	0,050
82	4,05	0,0505	0,050	83	4,10	0,0507	0,051	84	4,15	0,0510	0,051
85	4,20	0,0513	0,051	86	4,25	0,0516	0,052	87	4,30	0,0518	0,052
88	4,35	0,0521	0,052	89	4,40	0,0523	0,052	90	4,45	0,0526	0,053
91	4,50	0,0528	0,053	92	4,55	0,0531	0,053	93	4,60	0,0533	0,053
94	4,65	0,0536	0,054	95	4,70	0,0538	0,054	96	4,75	0,0541	0,054
97	4,80	0,0543	0,054	98	4,85	0,0545	0,055	99	4,90	0,0548	0,055
100	4,95	0,0550	0,055	101	5,00	0,0553	0,055	102			

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,3429	0,295	2	0,05	0,3293	0,329	3	0,10	0,3160	0,316
4	0,15	0,3030	0,303	5	0,20	0,2902	0,290	6	0,25	0,2778	0,278
7	0,30	0,2656	0,266	8	0,35	0,2537	0,254	9	0,40	0,2420	0,242
10	0,45	0,2306	0,231	11	0,50	0,2195	0,220	12	0,55	0,2087	0,209
13	0,60	0,1981	0,198	14	0,65	0,1878	0,188	15	0,70	0,1778	0,178
16	0,75	0,1680	0,168	17	0,80	0,1585	0,159	18	0,85	0,1493	0,149
19	0,90	0,1403	0,140	20	0,95	0,1315	0,132	21	1,00	0,1230	0,123
22	1,05	0,1148	0,115	23	1,10	0,1067	0,107	24	1,15	0,0990	0,099
25	1,20	0,0914	0,091	26	1,25	0,0841	0,084	27	1,30	0,0770	0,077
28	1,35	0,0701	0,070	29	1,40	0,0635	0,063	30	1,45	0,0570	0,057
31	1,50	0,0508	0,051	32	1,55	0,0448	0,045	33	1,60	0,0390	0,039
34	1,65	0,0334	0,033	35	1,70	0,0279	0,028	36	1,75	0,0227	0,023
37	1,80	0,0176	0,018	38	1,85	0,0128	0,013	39	1,90	0,0080	0,008
40	1,95	0,0035	0,004	41	2,00	-0,0008	-0,001	42	2,05	-0,0051	-0,005
43	2,10	-0,0091	-0,009	44	2,15	-0,0130	-0,013	45	2,20	-0,0167	-0,017
46	2,25	-0,0203	-0,020	47	2,30	-0,0238	-0,024	48	2,35	-0,0271	-0,027
49	2,40	-0,0303	-0,030	50	2,45	-0,0334	-0,033	51	2,50	-0,0363	-0,036
52	2,55	-0,0392	-0,039	53	2,60	-0,0419	-0,042	54	2,65	-0,0445	-0,044
55	2,70	-0,0470	-0,047	56	2,75	-0,0494	-0,049	57	2,80	-0,0517	-0,052
58	2,85	-0,0539	-0,054	59	2,90	-0,0560	-0,056	60	2,95	-0,0580	-0,058
61	3,00	-0,0600	-0,060	62	3,05	-0,0619	-0,062	63	3,10	-0,0637	-0,064
64	3,15	-0,0654	-0,065	65	3,20	-0,0670	-0,067	66	3,25	-0,0686	-0,069
67	3,30	-0,0702	-0,070	68	3,35	-0,0717	-0,072	69	3,40	-0,0731	-0,073
70	3,45	-0,0744	-0,074	71	3,50	-0,0758	-0,076	72	3,55	-0,0770	-0,077
73	3,60	-0,0783	-0,078	74	3,65	-0,0795	-0,079	75	3,70	-0,0806	-0,081
76	3,75	-0,0818	-0,082	77	3,80	-0,0829	-0,083	78	3,85	-0,0839	-0,084
79	3,90	-0,0850	-0,085	80	3,95	-0,0860	-0,086	81	4,00	-0,0870	-0,087
82	4,05	-0,0880	-0,088	83	4,10	-0,0889	-0,089	84	4,15	-0,0899	-0,090
85	4,20	-0,0908	-0,091	86	4,25	-0,0917	-0,092	87	4,30	-0,0926	-0,093
88	4,35	-0,0935	-0,093	89	4,40	-0,0944	-0,094	90	4,45	-0,0953	-0,095
91	4,50	-0,0961	-0,096	92	4,55	-0,0970	-0,097	93	4,60	-0,0979	-0,098
94	4,65	-0,0987	-0,099	95	4,70	-0,0996	-0,100	96	4,75	-0,1005	-0,100
97	4,80	-0,1013	-0,101	98	4,85	-0,1022	-0,102	99	4,90	-0,1031	-0,103
100	4,95	-0,1039	-0,104	101	5,00	-0,1048	-0,105	102			

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,5975	0,295	2	0,05	0,5743	0,349	3	0,10	0,5516	0,404
4	0,15	0,5293	0,460	5	0,20	0,5075	0,508	6	0,25	0,4862	0,486
7	0,30	0,4653	0,465	8	0,35	0,4449	0,445	9	0,40	0,4249	0,425
10	0,45	0,4054	0,405	11	0,50	0,3863	0,386	12	0,55	0,3677	0,368
13	0,60	0,3496	0,350	14	0,65	0,3319	0,332	15	0,70	0,3146	0,315
16	0,75	0,2978	0,298	17	0,80	0,2814	0,281	18	0,85	0,2655	0,265
19	0,90	0,2500	0,250	20	0,95	0,2349	0,235	21	1,00	0,2202	0,220
22	1,05	0,2059	0,206	23	1,10	0,1921	0,192	24	1,15	0,1786	0,179
25	1,20	0,1656	0,166	26	1,25	0,1529	0,153	27	1,30	0,1407	0,141
28	1,35	0,1288	0,129	29	1,40	0,1172	0,117	30	1,45	0,1061	0,106
31	1,50	0,0952	0,095	32	1,55	0,0848	0,085	33	1,60	0,0747	0,075
34	1,65	0,0649	0,065	35	1,70	0,0554	0,055	36	1,75	0,0463	0,046
37	1,80	0,0375	0,037	38	1,85	0,0290	0,029	39	1,90	0,0208	0,021
40	1,95	0,0128	0,013	41	2,00	0,0052	0,005	42	2,05	-0,0021	-0,002
43	2,10	-0,0092	-0,009	44	2,15	-0,0161	-0,016	45	2,20	-0,0226	-0,023
46	2,25	-0,0290	-0,029	47	2,30	-0,0351	-0,035	48	2,35	-0,0409	-0,041
49	2,40	-0,0466	-0,047	50	2,45	-0,0520	-0,052	51	2,50	-0,0572	-0,057
52	2,55	-0,0622	-0,062	53	2,60	-0,0670	-0,067	54	2,65	-0,0716	-0,072
55	2,70	-0,0761	-0,076	56	2,75	-0,0803	-0,080	57	2,80	-0,0844	-0,084
58	2,85	-0,0884	-0,088	59	2,90	-0,0922	-0,092	60	2,95	-0,0958	-0,096
61	3,00	-0,0993	-0,099	62	3,05	-0,1027	-0,103	63	3,10	-0,1059	-0,106
64	3,15	-0,1090	-0,109	65	3,20	-0,1120	-0,112	66	3,25	-0,1149	-0,115
67	3,30	-0,1177	-0,118	68	3,35	-0,1204	-0,120	69	3,40	-0,1230	-0,123
70	3,45	-0,1255	-0,125	71	3,50	-0,1279	-0,128	72	3,55	-0,1302	-0,130
73	3,60	-0,1325	-0,132	74	3,65	-0,1347	-0,135	75	3,70	-0,1368	-0,137
76	3,75	-0,1389	-0,139	77	3,80	-0,1409	-0,141	78	3,85	-0,1429	-0,143
79	3,90	-0,1448	-0,145	80	3,95	-0,1467	-0,147	81	4,00	-0,1486	-0,149
82	4,05	-0,1504	-0,150	83	4,10	-0,1522	-0,152	84	4,15	-0,1539	-0,154
85	4,20	-0,1557	-0,156	86	4,25	-0,1574	-0,157	87	4,30	-0,1591	-0,159
88	4,35	-0,1608	-0,161	89	4,40	-0,1624	-0,162	90	4,45	-0,1641	-0,164

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
91	4,50	-0,1657	-0,166	92	4,55	-0,1674	-0,167	93	4,60	-0,1690	-0,169
94	4,65	-0,1706	-0,171	95	4,70	-0,1723	-0,172	96	4,75	-0,1739	-0,174
97	4,80	-0,1755	-0,176	98	4,85	-0,1772	-0,177	99	4,90	-0,1788	-0,179
100	4,95	-0,1804	-0,180	101	5,00	-0,1821	-0,182	102			

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,0873	0,295	2	0,05	1,0470	0,349	3	0,10	1,0075	0,404
4	0,15	0,9687	0,460	5	0,20	0,9307	0,517	6	0,25	0,8934	0,575
7	0,30	0,8569	0,634	8	0,35	0,8211	0,694	9	0,40	0,7861	0,755
10	0,45	0,7519	0,752	11	0,50	0,7184	0,718	12	0,55	0,6857	0,686
13	0,60	0,6537	0,654	14	0,65	0,6225	0,623	15	0,70	0,5921	0,592
16	0,75	0,5623	0,562	17	0,80	0,5334	0,533	18	0,85	0,5051	0,505
19	0,90	0,4776	0,478	20	0,95	0,4508	0,451	21	1,00	0,4247	0,425
22	1,05	0,3993	0,399	23	1,10	0,3746	0,375	24	1,15	0,3506	0,351
25	1,20	0,3273	0,327	26	1,25	0,3046	0,305	27	1,30	0,2826	0,283
28	1,35	0,2612	0,261	29	1,40	0,2405	0,240	30	1,45	0,2204	0,220
31	1,50	0,2009	0,201	32	1,55	0,1820	0,182	33	1,60	0,1637	0,164
34	1,65	0,1460	0,146	35	1,70	0,1288	0,129	36	1,75	0,1122	0,112
37	1,80	0,0961	0,096	38	1,85	0,0806	0,081	39	1,90	0,0656	0,066
40	1,95	0,0511	0,051	41	2,00	0,0371	0,037	42	2,05	0,0235	0,024
43	2,10	0,0105	0,010	44	2,15	-0,0022	-0,002	45	2,20	-0,0143	-0,014
46	2,25	-0,0261	-0,026	47	2,30	-0,0374	-0,037	48	2,35	-0,0483	-0,048
49	2,40	-0,0589	-0,059	50	2,45	-0,0690	-0,069	51	2,50	-0,0788	-0,079
52	2,55	-0,0882	-0,088	53	2,60	-0,0973	-0,097	54	2,65	-0,1061	-0,106
55	2,70	-0,1145	-0,115	56	2,75	-0,1226	-0,123	57	2,80	-0,1305	-0,130
58	2,85	-0,1380	-0,138	59	2,90	-0,1453	-0,145	60	2,95	-0,1523	-0,152
61	3,00	-0,1591	-0,159	62	3,05	-0,1657	-0,166	63	3,10	-0,1720	-0,172
64	3,15	-0,1781	-0,178	65	3,20	-0,1840	-0,184	66	3,25	-0,1897	-0,190
67	3,30	-0,1952	-0,195	68	3,35	-0,2005	-0,201	69	3,40	-0,2057	-0,206
70	3,45	-0,2107	-0,211	71	3,50	-0,2156	-0,216	72	3,55	-0,2203	-0,220
73	3,60	-0,2249	-0,225	74	3,65	-0,2294	-0,229	75	3,70	-0,2338	-0,234
76	3,75	-0,2380	-0,238	77	3,80	-0,2422	-0,242	78	3,85	-0,2463	-0,246
79	3,90	-0,2503	-0,250	80	3,95	-0,2542	-0,254	81	4,00	-0,2580	-0,258
82	4,05	-0,2618	-0,262	83	4,10	-0,2656	-0,266	84	4,15	-0,2693	-0,269
85	4,20	-0,2729	-0,273	86	4,25	-0,2765	-0,277	87	4,30	-0,2801	-0,280
88	4,35	-0,2836	-0,284	89	4,40	-0,2872	-0,287	90	4,45	-0,2907	-0,291
91	4,50	-0,2942	-0,294	92	4,55	-0,2976	-0,298	93	4,60	-0,3011	-0,301
94	4,65	-0,3046	-0,305	95	4,70	-0,3080	-0,308	96	4,75	-0,3115	-0,311
97	4,80	-0,3149	-0,315	98	4,85	-0,3184	-0,318	99	4,90	-0,3218	-0,322
100	4,95	-0,3253	-0,325	101	5,00	-0,3288	-0,329	102			

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	1,9196	0,295	2	0,05	1,8556	0,349	3	0,10	1,7926	0,404
4	0,15	1,7306	0,460	5	0,20	1,6696	0,517	6	0,25	1,6097	0,575
7	0,30	1,5508	0,634	8	0,35	1,4930	0,694	9	0,40	1,4363	0,755
10	0,45	1,3806	0,817	11	0,50	1,3260	0,880	12	0,55	1,2725	0,945
13	0,60	1,2201	1,010	14	0,65	1,1688	1,076	15	0,70	1,1185	1,118
16	0,75	1,0693	1,069	17	0,80	1,0212	1,021	18	0,85	0,9742	0,974
19	0,90	0,9283	0,928	20	0,95	0,8834	0,883	21	1,00	0,8396	0,840
22	1,05	0,7969	0,797	23	1,10	0,7552	0,755	24	1,15	0,7145	0,715
25	1,20	0,6749	0,675	26	1,25	0,6362	0,636	27	1,30	0,5986	0,599
28	1,35	0,5619	0,562	29	1,40	0,5263	0,526	30	1,45	0,4916	0,492
31	1,50	0,4578	0,458	32	1,55	0,4250	0,425	33	1,60	0,3930	0,393
34	1,65	0,3620	0,362	35	1,70	0,3319	0,332	36	1,75	0,3026	0,303
37	1,80	0,2742	0,274	38	1,85	0,2466	0,247	39	1,90	0,2199	0,220
40	1,95	0,1939	0,194	41	2,00	0,1687	0,169	42	2,05	0,1443	0,144
43	2,10	0,1206	0,121	44	2,15	0,0976	0,098	45	2,20	0,0754	0,075
46	2,25	0,0538	0,054	47	2,30	0,0329	0,033	48	2,35	0,0126	0,013
49	2,40	-0,0070	-0,007	50	2,45	-0,0260	-0,026	51	2,50	-0,0444	-0,044
52	2,55	-0,0622	-0,062	53	2,60	-0,0795	-0,080	54	2,65	-0,0963	-0,096
55	2,70	-0,1125	-0,113	56	2,75	-0,1283	-0,128	57	2,80	-0,1435	-0,144
58	2,85	-0,1583	-0,158	59	2,90	-0,1726	-0,173	60	2,95	-0,1866	-0,187
61	3,00	-0,2001	-0,200	62	3,05	-0,2132	-0,213	63	3,10	-0,2259	-0,226
64	3,15	-0,2383	-0,238	65	3,20	-0,2504	-0,250	66	3,25	-0,2621	-0,262
67	3,30	-0,2735	-0,273	68	3,35	-0,2846	-0,285	69	3,40	-0,2955	-0,295
70	3,45	-0,3060	-0,306	71	3,50	-0,3164	-0,316	72	3,55	-0,3265	-0,326
73	3,60	-0,3364	-0,336	74	3,65	-0,3461	-0,346	75	3,70	-0,3556	-0,356
76	3,75	-0,3649	-0,365	77	3,80	-0,3740	-0,374	78	3,85	-0,3831	-0,383
79	3,90	-0,3919	-0,392	80	3,95	-0,4007	-0,401	81	4,00	-0,4093	-0,409
82	4,05	-0,4178	-0,418	83	4,10	-0,4263	-0,426	84	4,15	-0,4346	-0,435
85	4,20	-0,4429	-0,443	86	4,25	-0,4511	-0,451	87	4,30	-0,4593	-0,459
88	4,35	-0,4674	-0,467	89	4,40	-0,4754	-0,475	90	4,45	-0,4835	-0,483
91	4,50	-0,4915	-0,491	92	4,55	-0,4994	-0,499	93	4,60	-0,5074	-0,507
94	4,65	-0,5154	-0,515	95	4,70	-0,5233	-0,523	96	4,75	-0,5312	-0,531
97	4,80	-0,5392	-0,539	98	4,85	-0,5471	-0,547	99	4,90	-0,5551	-0,555
100	4,95	-0,5631	-0,563	101	5,00	-0,5710	-0,571	102			

Combinazione n° 8

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	1,1235	0,295	2	0,05	4,0003	0,349	3	0,10	1,8789	0,404
4	0,15	1,7591	0,460	5	0,20	3,6411	0,517	6	0,25	1,5248	0,575
7	0,30	1,4103	0,634	8	0,35	3,2975	0,694	9	0,40	1,1865	0,755
10	0,45	1,0773	0,817	11	0,50	2,9698	0,880	12	0,55	1,8642	0,945
13	0,60	1,7604	1,010	14	0,65	2,6585	1,076	15	0,70	1,5583	1,144
16	0,75	1,4600	1,212	17	0,80	2,3636	1,281	18	0,85	1,2690	1,352
19	0,90	1,1762	1,423	20	0,95	2,0853	1,478	21	1,00	1,9962	1,534
22	1,05	1,9090	1,591	23	1,10	1,8236	1,649	24	1,15	1,7401	1,740
25	1,20	1,6584	1,658	26	1,25	1,5785	1,579	27	1,30	1,5004	1,500
28	1,35	1,4241	1,424	29	1,40	1,3496	1,350	30	1,45	1,2768	1,277
31	1,50	1,2058	1,206	32	1,55	1,1365	1,136	33	1,60	1,0689	1,069
34	1,65	1,0029	1,003	35	1,70	0,9386	0,939	36	1,75	0,8759	0,876
37	1,80	0,8148	0,815	38	1,85	0,7553	0,755	39	1,90	0,6973	0,697
40	1,95	0,6408	0,641	41	2,00	0,5858	0,586	42	2,05	0,5322	0,532
43	2,10	0,4801	0,480	44	2,15	0,4293	0,429	45	2,20	0,3799	0,380
46	2,25	0,3318	0,332	47	2,30	0,2850	0,285	48	2,35	0,2394	0,239
49	2,40	0,1951	0,195	50	2,45	0,1520	0,152	51	2,50	0,1100	0,110
52	2,55	0,0691	0,069	53	2,60	0,0293	0,029	54	2,65	-0,0094	-0,009
55	2,70	-0,0471	-0,047	56	2,75	-0,0838	-0,084	57	2,80	-0,1196	-0,120
58	2,85	-0,1545	-0,154	59	2,90	-0,1885	-0,188	60	2,95	-0,2216	-0,222
61	3,00	-0,2539	-0,254	62	3,05	-0,2855	-0,285	63	3,10	-0,3163	-0,316
64	3,15	-0,3464	-0,346	65	3,20	-0,3758	-0,376	66	3,25	-0,4045	-0,405
67	3,30	-0,4327	-0,433	68	3,35	-0,4602	-0,460	69	3,40	-0,4872	-0,487
70	3,45	-0,5137	-0,514	71	3,50	-0,5396	-0,540	72	3,55	-0,5651	-0,565
73	3,60	-0,5902	-0,590	74	3,65	-0,6148	-0,615	75	3,70	-0,6391	-0,639
76	3,75	-0,6630	-0,663	77	3,80	-0,6865	-0,687	78	3,85	-0,7098	-0,710
79	3,90	-0,7327	-0,733	80	3,95	-0,7555	-0,755	81	4,00	-0,7779	-0,778
82	4,05	-0,8002	-0,800	83	4,10	-0,8223	-0,822	84	4,15	-0,8442	-0,844
85	4,20	-0,8659	-0,866	86	4,25	-0,8875	-0,887	87	4,30	-0,9090	-0,909
88	4,35	-0,9304	-0,930	89	4,40	-0,9517	-0,952	90	4,45	-0,9729	-0,973
91	4,50	-0,9940	-0,994	92	4,55	-1,0152	-1,015	93	4,60	-1,0363	-1,036
94	4,65	-1,0573	-1,057	95	4,70	-1,0784	-1,078	96	4,75	-1,0994	-1,099
97	4,80	-1,1205	-1,120	98	4,85	-1,1415	-1,142	99	4,90	-1,1626	-1,163
100	4,95	-1,1837	-1,184	101	5,00	-1,2048	-1,205	102			

Combinazione n° 9

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	1,3492	0,295	2	0,05	1,1475	0,349	3	0,10	1,9483	0,404
4	0,15	1,7516	0,460	5	0,20	1,5573	0,517	6	0,25	1,3656	0,575
7	0,30	1,1764	0,634	8	0,35	1,9898	0,694	9	0,40	1,8058	0,755
10	0,45	1,6244	0,817	11	0,50	1,4456	0,880	12	0,55	1,2694	0,945
13	0,60	1,0959	1,010	14	0,65	1,9251	1,076	15	0,70	1,7569	1,144
16	0,75	1,5915	1,212	17	0,80	1,4287	1,281	18	0,85	1,2687	1,352
19	0,90	1,1114	1,423	20	0,95	1,9568	1,478	21	1,00	1,8050	1,534
22	1,05	1,6559	1,591	23	1,10	1,5096	1,649	24	1,15	1,3660	2,322
25	1,20	1,2252	2,397	26	1,25	1,0871	2,472	27	1,30	1,9518	2,549
28	1,35	1,8192	2,626	29	1,40	1,6894	2,689	30	1,45	1,5623	2,562
31	1,50	1,4378	2,438	32	1,55	1,3161	2,316	33	1,60	1,1970	2,197
34	1,65	1,0805	2,080	35	1,70	1,9666	1,967	36	1,75	1,8552	1,855
37	1,80	1,7464	1,746	38	1,85	1,6401	1,640	39	1,90	1,5362	1,536
40	1,95	1,4348	1,435	41	2,00	1,3357	1,336	42	2,05	1,2389	1,239
43	2,10	1,1445	1,144	44	2,15	1,0523	1,052	45	2,20	0,9622	0,962
46	2,25	0,8743	0,874	47	2,30	0,7885	0,789	48	2,35	0,7048	0,705
49	2,40	0,6231	0,623	50	2,45	0,5433	0,543	51	2,50	0,4654	0,465
52	2,55	0,3893	0,389	53	2,60	0,3150	0,315	54	2,65	0,2425	0,242
55	2,70	0,1716	0,172	56	2,75	0,1024	0,102	57	2,80	0,0348	0,035
58	2,85	-0,0313	-0,031	59	2,90	-0,0960	-0,096	60	2,95	-0,1592	-0,159
61	3,00	-0,2211	-0,221	62	3,05	-0,2816	-0,282	63	3,10	-0,3410	-0,341
64	3,15	-0,3991	-0,399	65	3,20	-0,4560	-0,456	66	3,25	-0,5119	-0,512
67	3,30	-0,5667	-0,567	68	3,35	-0,6205	-0,621	69	3,40	-0,6734	-0,673
70	3,45	-0,7254	-0,725	71	3,50	-0,7765	-0,776	72	3,55	-0,8268	-0,827
73	3,60	-0,8764	-0,876	74	3,65	-0,9253	-0,925	75	3,70	-0,9735	-0,973
76	3,75	-1,0211	-1,021	77	3,80	-1,0681	-1,068	78	3,85	-1,1146	-1,115
79	3,90	-1,1606	-1,161	80	3,95	-1,2062	-1,206	81	4,00	-1,2514	-1,251
82	4,05	-1,2962	-1,296	83	4,10	-1,3406	-1,341	84	4,15	-1,3848	-1,385
85	4,20	-1,4286	-1,429	86	4,25	-1,4723	-1,472	87	4,30	-1,5157	-1,516
88	4,35	-1,5590	-1,559	89	4,40	-1,6021	-1,602	90	4,45	-1,6451	-1,645
91	4,50	-1,6880	-1,688	92	4,55	-1,7308	-1,731	93	4,60	-1,7736	-1,774
94	4,65	-1,8163	-1,816	95	4,70	-1,8590	-1,859	96	4,75	-1,9016	-1,902
97	4,80	-1,9443	-1,944	98	4,85	-1,9870	-1,987	99	4,90	-2,0297	-2,030
100	4,95	-2,0725	-2,072	101	5,00	-2,1152	-2,115	102			

Sollecitazioni in esercizioSimbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
N	sfuerzo normale espresso in [kg]
T	taglio espresso in [kg]
M	momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2865,00	2	0,00	0,00	0,00	2867,08
3	0,10	0,00	0,00	2869,11	4	0,10	0,00	0,00	2871,09
5	0,20	0,00	0,00	2873,00	6	0,20	0,00	0,00	2874,87
7	0,30	0,00	0,00	2876,67	8	0,30	0,00	0,00	2878,42
9	0,40	0,00	0,00	2880,12	10	0,40	0,00	0,00	2881,76
11	0,50	0,00	0,00	2883,34	12	0,50	0,00	0,00	2884,87
13	0,60	0,00	0,00	2886,34	14	0,60	0,00	0,00	2887,76
15	0,70	0,00	0,00	2889,12	16	0,70	0,00	0,00	2890,43
17	0,80	0,00	0,00	2891,68	18	0,80	0,00	0,00	2892,88
19	0,90	0,00	0,00	2894,02	20	0,90	0,00	0,00	2895,10
21	1,00	0,00	0,00	2896,13	22	1,00	0,00	0,00	2897,10
23	1,10	0,00	0,00	2898,02	24	1,10	0,00	0,00	2898,88
25	1,20	0,00	0,00	2899,67	26	1,20	0,00	0,00	2900,40
27	1,30	0,00	0,00	2901,07	28	1,30	0,00	0,00	2901,67
29	1,40	0,00	0,00	2902,21	30	1,40	0,00	0,00	2902,69
31	1,50	0,00	0,00	2903,10	32	1,50	0,00	0,00	2903,44
33	1,60	0,00	0,00	2903,73	34	1,60	0,00	0,00	2903,95
35	1,70	0,00	0,00	2904,10	36	1,70	0,00	0,00	2904,19
37	1,80	0,00	0,00	2904,22	38	1,80	0,00	0,00	2904,18
39	1,90	0,00	0,00	2904,08	40	1,90	0,00	0,00	2903,92
41	2,00	0,00	0,00	2903,69	42	2,00	0,00	0,00	2903,17
43	2,10	0,00	0,00	2902,57	44	2,10	0,00	0,00	2901,89
45	2,20	0,00	0,00	2901,14	46	2,20	0,00	0,00	2900,31
47	2,30	0,00	0,00	2899,40	48	2,30	0,00	0,00	2898,42
49	2,40	0,00	0,00	2897,36	50	2,40	0,00	0,00	2896,22
51	2,50	0,00	0,00	2895,01	52	2,50	0,00	0,00	2893,72
53	2,60	0,00	0,00	2892,36	54	2,60	0,00	0,00	2890,92
55	2,70	0,00	0,00	2889,40	56	2,70	0,00	0,00	2887,80
57	2,80	0,00	0,00	2886,13	58	2,80	0,00	0,00	2884,38
59	2,90	0,00	0,00	2882,56	60	2,90	0,00	0,00	2880,66
61	3,00	0,00	0,00	2878,68	62	3,00	0,00	0,00	2876,63
63	3,10	0,00	0,00	2874,50	64	3,10	0,00	0,00	2872,29
65	3,20	0,00	0,00	2870,01	66	3,20	0,00	0,00	2867,65
67	3,30	0,00	0,00	2865,21	68	3,30	0,00	0,00	2862,70
69	3,40	0,00	0,00	2860,11	70	3,40	0,00	0,00	2857,44
71	3,50	0,00	0,00	2854,70	72	3,50	0,00	0,00	2851,88
73	3,60	0,00	0,00	2848,98	74	3,60	0,00	0,00	2846,01
75	3,70	0,00	0,00	2842,96	76	3,70	0,00	0,00	2839,84
77	3,80	0,00	0,00	2836,64	78	3,80	0,00	0,00	2833,36
79	3,90	0,00	0,00	2830,00	80	3,90	0,00	0,00	2826,57
81	4,00	0,00	0,00	2823,07	82	4,00	0,00	0,00	2819,48
83	4,10	0,00	0,00	2815,82	84	4,10	0,00	0,00	2812,08
85	4,20	0,00	0,00	2808,27	86	4,20	0,00	0,00	2804,38
87	4,30	0,00	0,00	2800,41	88	4,30	0,00	0,00	2796,37
89	4,40	0,00	0,00	2792,25	90	4,40	0,00	0,00	2788,05
91	4,50	0,00	0,00	2783,78	92	4,50	0,00	0,00	2779,43
93	4,60	0,00	0,00	2775,01	94	4,60	0,00	0,00	2770,50
95	4,70	0,00	0,00	2765,93	96	4,70	0,00	0,00	2761,27
97	4,80	0,00	0,00	2756,54	98	4,80	0,00	0,00	2751,73
99	4,90	0,00	0,00	2746,85	100	4,90	0,00	0,00	2741,88
101	5,00	0,00	0,00	2736,85	102				

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	0,00	0,00	2212,00	2	0,00	0,00	0,00	2214,09
3	0,10	0,00	0,00	2216,14	4	0,10	0,00	0,00	2218,14
5	0,20	0,00	0,00	2220,10	6	0,20	0,00	0,00	2222,01
7	0,30	0,00	0,00	2223,88	8	0,30	0,00	0,00	2225,71
9	0,40	0,00	0,00	2227,50	10	0,40	0,00	0,00	2229,24
11	0,50	0,00	0,00	2230,93	12	0,50	0,00	0,00	2232,59
13	0,60	0,00	0,00	2234,19	14	0,60	0,00	0,00	2235,76
15	0,70	0,00	0,00	2237,28	16	0,70	0,00	0,00	2238,76
17	0,80	0,00	0,00	2240,19	18	0,80	0,00	0,00	2241,58
19	0,90	0,00	0,00	2242,93	20	0,90	0,00	0,00	2244,23
21	1,00	0,00	0,00	2245,49	22	1,00	0,00	0,00	2246,70
23	1,10	0,00	0,00	2247,88	24	1,10	0,00	0,00	2249,00
25	1,20	0,00	0,00	2250,07	26	1,20	0,00	0,00	2251,10
27	1,30	0,00	0,00	2252,07	28	1,30	0,00	0,00	2252,99
29	1,40	0,00	0,00	2253,87	30	1,40	0,00	0,00	2254,69
31	1,50	0,00	0,00	2255,46	32	1,50	0,00	0,00	2256,18
33	1,60	0,00	0,00	2256,85	34	1,60	0,00	0,00	2257,47
35	1,70	0,00	0,00	2258,04	36	1,70	0,00	0,00	2258,57
37	1,80	0,00	0,00	2259,04	38	1,80	0,00	0,00	2259,46
39	1,90	0,00	0,00	2259,82	40	1,90	0,00	0,00	2260,14
41	2,00	0,00	0,00	2260,41	42	2,00	0,00	0,00	2260,45
43	2,10	0,00	0,00	2260,42	44	2,10	0,00	0,00	2260,34
45	2,20	0,00	0,00	2260,19	46	2,20	0,00	0,00	2259,99
47	2,30	0,00	0,00	2259,72	48	2,30	0,00	0,00	2259,40
49	2,40	0,00	0,00	2259,01	50	2,40	0,00	0,00	2258,56
51	2,50	0,00	0,00	2258,06	52	2,50	0,00	0,00	2257,49
53	2,60	0,00	0,00	2256,86	54	2,60	0,00	0,00	2256,18
55	2,70	0,00	0,00	2255,43	56	2,70	0,00	0,00	2254,62
57	2,80	0,00	0,00	2253,75	58	2,80	0,00	0,00	2252,82
59	2,90	0,00	0,00	2251,83	60	2,90	0,00	0,00	2250,79
61	3,00	0,00	0,00	2249,68	62	3,00	0,00	0,00	2248,51
63	3,10	0,00	0,00	2247,28	64	3,10	0,00	0,00	2245,99

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
65	3,20	0,00	0,00	2244,64	66	3,20	0,00	0,00	2243,23
67	3,30	0,00	0,00	2241,75	68	3,30	0,00	0,00	2240,22
69	3,40	0,00	0,00	2238,63	70	3,40	0,00	0,00	2236,98
71	3,50	0,00	0,00	2235,27	72	3,50	0,00	0,00	2233,50
73	3,60	0,00	0,00	2231,66	74	3,60	0,00	0,00	2229,77
75	3,70	0,00	0,00	2227,82	76	3,70	0,00	0,00	2225,80
77	3,80	0,00	0,00	2223,73	78	3,80	0,00	0,00	2221,60
79	3,90	0,00	0,00	2219,40	80	3,90	0,00	0,00	2217,15
81	4,00	0,00	0,00	2214,83	82	4,00	0,00	0,00	2212,46
83	4,10	0,00	0,00	2210,02	84	4,10	0,00	0,00	2207,53
85	4,20	0,00	0,00	2204,97	86	4,20	0,00	0,00	2202,36
87	4,30	0,00	0,00	2199,68	88	4,30	0,00	0,00	2196,94
89	4,40	0,00	0,00	2194,15	90	4,40	0,00	0,00	2191,29
91	4,50	0,00	0,00	2188,37	92	4,50	0,00	0,00	2185,39
93	4,60	0,00	0,00	2182,36	94	4,60	0,00	0,00	2179,26
95	4,70	0,00	0,00	2176,10	96	4,70	0,00	0,00	2172,88
97	4,80	0,00	0,00	2169,60	98	4,80	0,00	0,00	2166,26
99	4,90	0,00	0,00	2162,86	100	4,90	0,00	0,00	2159,40
101	5,00	0,00	0,00	2155,88	102				

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	1225,00	1,00	-34,00	2	0,00	1224,29	39,72	-31,87
3	0,10	1222,30	64,00	-29,72	4	0,10	1219,10	87,16	-27,53
5	0,20	1214,74	109,23	-25,32	6	0,20	1209,28	130,24	-23,08
7	0,30	1202,77	150,20	-20,81	8	0,30	1195,26	169,15	-18,51
9	0,40	1186,80	187,11	-16,18	10	0,40	1177,44	204,12	-13,82
11	0,50	1167,24	220,18	-11,43	12	0,50	1156,23	235,33	-9,01
13	0,60	1144,46	249,60	-6,57	14	0,60	1131,98	263,00	-4,09
15	0,70	1118,83	275,57	-1,59	16	0,70	1105,05	287,32	0,94
17	0,80	1090,69	298,28	3,51	18	0,80	1075,77	308,48	6,10
19	0,90	1060,35	317,94	8,72	20	0,90	1044,45	326,67	11,36
21	1,00	1028,12	334,71	14,04	22	1,00	1011,38	342,07	16,75
23	1,10	994,28	348,78	19,48	24	1,10	976,84	354,85	22,25
25	1,20	959,10	360,32	25,05	26	1,20	941,08	365,19	27,89
27	1,30	922,82	369,49	30,75	28	1,30	904,35	373,24	33,65
29	1,40	885,69	376,46	36,59	30	1,40	866,86	379,17	39,55
31	1,50	847,91	381,38	42,55	32	1,50	828,84	383,12	45,59
33	1,60	809,68	384,40	48,65	34	1,60	790,46	385,23	51,75
35	1,70	771,20	385,65	54,89	36	1,70	751,92	385,66	58,06
37	1,80	732,63	385,27	61,26	38	1,80	713,37	384,51	64,49
39	1,90	694,14	383,39	67,76	40	1,90	674,98	381,92	71,06
41	2,00	655,88	380,13	74,39	42	2,00	636,87	378,01	77,88
43	2,10	617,97	375,59	81,41	44	2,10	599,19	372,89	84,98
45	2,20	580,55	369,90	88,58	46	2,20	562,05	366,65	92,23
47	2,30	543,72	363,14	95,92	48	2,30	525,56	359,39	99,65
49	2,40	507,59	355,42	103,42	50	2,40	489,82	351,22	107,23
51	2,50	472,26	346,81	111,07	52	2,50	454,92	342,21	114,96
53	2,60	437,81	337,41	118,89	54	2,60	420,94	332,43	122,86
55	2,70	404,32	327,28	126,86	56	2,70	387,96	321,97	130,91
57	2,80	371,86	316,51	135,00	58	2,80	356,03	310,89	139,13
59	2,90	340,49	305,14	143,30	60	2,90	325,23	299,25	147,50
61	3,00	310,27	293,24	151,75	62	3,00	295,60	287,11	156,04
63	3,10	281,25	280,87	160,37	64	3,10	267,21	274,52	164,73
65	3,20	253,48	268,07	169,14	66	3,20	240,08	261,53	173,59
67	3,30	227,00	254,89	178,07	68	3,30	214,25	248,17	182,60
69	3,40	201,85	241,36	187,17	70	3,40	189,78	234,48	191,78
71	3,50	178,05	227,53	196,42	72	3,50	166,68	220,50	201,11
73	3,60	155,65	213,41	205,84	74	3,60	144,98	206,26	210,60
75	3,70	134,67	199,04	215,41	76	3,70	124,72	191,77	220,26
77	3,80	115,13	184,45	225,14	78	3,80	105,91	177,07	230,07
79	3,90	97,05	169,64	235,04	80	3,90	88,57	162,16	240,04
81	4,00	80,46	154,64	245,09	82	4,00	72,73	147,07	250,18
83	4,10	65,38	139,46	255,30	84	4,10	58,40	131,80	260,47
85	4,20	51,81	124,11	265,67	86	4,20	45,61	116,37	270,92
87	4,30	39,79	108,59	276,21	88	4,30	34,36	100,78	281,53
89	4,40	29,32	92,93	286,90	90	4,40	24,68	85,04	292,31
91	4,50	20,42	77,12	297,75	92	4,50	16,57	69,15	303,24
93	4,60	13,11	61,15	308,76	94	4,60	10,05	53,12	314,33
95	4,70	7,40	45,05	319,93	96	4,70	5,14	36,94	325,58
97	4,80	3,30	28,79	331,27	98	4,80	1,86	20,61	336,99
99	4,90	0,83	12,40	342,76	100	4,90	0,21	4,14	348,56
101	5,00	0,00	4,14	354,41	102				

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-1873,97	215,00	3436,00	2	0,00	-1883,62	143,47	3438,08
3	0,10	-1890,79	96,07	3440,09	4	0,10	-1895,59	50,62	3442,04
5	0,20	-1898,12	7,09	3443,92	6	0,20	-1898,48	-34,58	3445,74
7	0,30	-1896,75	-74,41	3447,49	8	0,30	-1893,03	-112,46	3449,17
9	0,40	-1887,41	-148,76	3450,79	10	0,40	-1879,97	-183,36	3452,34
11	0,50	-1870,80	-216,29	3453,83	12	0,50	-1859,99	-247,59	3455,25
13	0,60	-1847,61	-277,31	3456,60	14	0,60	-1833,74	-305,49	3457,89
15	0,70	-1818,47	-332,16	3459,11	16	0,70	-1801,86	-357,36	3460,27

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
17	0,80	-1783,99	-381,14	3461,36	18	0,80	-1764,93	-403,53	3462,39
19	0,90	-1744,76	-424,57	3463,35	20	0,90	-1723,53	-444,30	3464,24
21	1,00	-1701,31	-462,75	3465,07	22	1,00	-1678,18	-479,96	3465,83
23	1,10	-1654,18	-495,97	3466,53	24	1,10	-1629,38	-510,82	3467,15
25	1,20	-1603,84	-524,53	3467,70	26	1,20	-1577,61	-537,14	3468,17
27	1,30	-1550,75	-548,69	3468,57	28	1,30	-1523,32	-559,21	3468,89
29	1,40	-1495,36	-568,73	3469,14	30	1,40	-1466,92	-577,29	3469,31
31	1,50	-1438,06	-584,91	3469,41	32	1,50	-1408,81	-591,63	3469,43
33	1,60	-1379,23	-597,48	3469,37	34	1,60	-1349,36	-602,48	3469,24
35	1,70	-1319,23	-606,67	3469,03	36	1,70	-1288,90	-610,07	3468,75
37	1,80	-1258,40	-612,72	3468,39	38	1,80	-1227,76	-614,63	3467,95
39	1,90	-1197,03	-615,84	3467,44	40	1,90	-1166,24	-616,37	3466,86
41	2,00	-1135,42	-616,24	3466,19	42	2,00	-1104,61	-615,48	3465,18
43	2,10	-1073,83	-614,12	3464,08	44	2,10	-1043,13	-612,17	3462,88
45	2,20	-1012,52	-609,66	3461,60	46	2,20	-982,03	-606,60	3460,22
47	2,30	-951,70	-603,03	3458,75	48	2,30	-921,55	-598,97	3457,20
49	2,40	-891,60	-594,42	3455,55	50	2,40	-861,88	-589,41	3453,81
51	2,50	-832,41	-583,96	3451,98	52	2,50	-803,22	-578,08	3450,06
53	2,60	-774,31	-571,80	3448,05	54	2,60	-745,72	-565,13	3445,95
55	2,70	-717,47	-558,08	3443,76	56	2,70	-689,56	-550,67	3441,47
57	2,80	-662,03	-542,92	3439,10	58	2,80	-634,88	-534,83	3436,64
59	2,90	-608,14	-526,43	3434,08	60	2,90	-581,82	-517,72	3431,43
61	3,00	-555,93	-508,72	3428,70	62	3,00	-530,50	-499,44	3425,87
63	3,10	-505,52	-489,89	3422,95	64	3,10	-481,03	-480,09	3419,94
65	3,20	-457,03	-470,03	3416,84	66	3,20	-433,52	-459,73	3413,65
67	3,30	-410,54	-449,21	3410,37	68	3,30	-388,08	-438,46	3407,00
69	3,40	-366,15	-427,50	3403,54	70	3,40	-344,78	-416,33	3399,99
71	3,50	-323,96	-404,96	3396,34	72	3,50	-303,71	-393,41	3392,61
73	3,60	-284,04	-381,66	3388,78	74	3,60	-264,96	-369,74	3384,87
75	3,70	-246,47	-357,64	3380,86	76	3,70	-228,59	-345,38	3376,76
77	3,80	-211,32	-332,95	3372,58	78	3,80	-194,68	-320,36	3368,30
79	3,90	-178,66	-307,61	3363,93	80	3,90	-163,28	-294,72	3359,47
81	4,00	-148,54	-281,67	3354,92	82	4,00	-134,46	-268,47	3350,28
83	4,10	-121,03	-255,14	3345,55	84	4,10	-108,28	-241,66	3340,72
85	4,20	-96,19	-228,04	3335,81	86	4,20	-84,79	-214,29	3330,80
87	4,30	-74,08	-200,40	3325,71	88	4,30	-64,06	-186,37	3320,52
89	4,40	-54,74	-172,22	3315,25	90	4,40	-46,13	-157,93	3309,88
91	4,50	-38,23	-143,51	3304,42	92	4,50	-31,06	-128,95	3298,87
93	4,60	-24,61	-114,27	3293,23	94	4,60	-18,90	-99,46	3287,50
95	4,70	-13,92	-84,52	3281,68	96	4,70	-9,70	-69,45	3275,77
97	4,80	-6,22	-54,25	3269,77	98	4,80	-3,51	-38,91	3263,68
99	4,90	-1,57	-23,45	3257,49	100	4,90	-0,39	-7,86	3251,22
101	5,00	0,00	-7,86	3244,86	102				

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-3122,94	357,99	3163,00	2	0,00	-3139,73	283,51	3165,08
3	0,10	-3153,91	222,92	3167,10	4	0,10	-3165,05	153,94	3169,06
5	0,20	-3172,75	77,81	3170,96	6	0,20	-3176,64	4,89	3172,80
7	0,30	-3176,89	-64,90	3174,58	8	0,30	-3173,64	-131,63	3176,29
9	0,40	-3167,06	-195,37	3177,95	10	0,40	-3157,29	-256,17	3179,54
11	0,50	-3144,48	-314,12	3181,07	12	0,50	-3128,78	-369,28	3182,55
13	0,60	-3110,31	-421,71	3183,96	14	0,60	-3089,23	-471,49	3185,31
15	0,70	-3065,65	-518,68	3186,60	16	0,70	-3039,72	-563,35	3187,83
17	0,80	-3011,55	-605,56	3188,99	18	0,80	-2981,27	-645,38	3190,10
19	0,90	-2949,00	-682,88	3191,15	20	0,90	-2914,86	-718,11	3192,13
21	1,00	-2878,96	-751,14	3193,05	22	1,00	-2841,40	-782,03	3193,92
23	1,10	-2802,30	-810,84	3194,72	24	1,10	-2761,75	-837,64	3195,46
25	1,20	-2719,87	-862,47	3196,12	26	1,20	-2676,75	-885,41	3196,72
27	1,30	-2632,48	-906,51	3197,24	28	1,30	-2587,15	-925,82	3197,70
29	1,40	-2540,86	-943,41	3198,09	30	1,40	-2493,69	-959,32	3198,40
31	1,50	-2445,73	-973,60	3198,65	32	1,50	-2397,05	-986,32	3198,83
33	1,60	-2347,73	-997,52	3198,93	34	1,60	-2297,85	-1007,26	3198,97
35	1,70	-2247,49	-1015,57	3198,93	36	1,70	-2196,71	-1022,52	3198,83
37	1,80	-2145,59	-1028,14	3198,66	38	1,80	-2094,18	-1032,49	3198,41
39	1,90	-2042,55	-1035,61	3198,10	40	1,90	-1990,77	-1037,53	3197,71
41	2,00	-1938,90	-1038,31	3197,26	42	2,00	-1886,98	-1037,99	3196,48
43	2,10	-1835,08	-1036,61	3195,62	44	2,10	-1783,25	-1034,20	3194,67
45	2,20	-1731,54	-1030,80	3193,64	46	2,20	-1680,00	-1026,45	3192,52
47	2,30	-1628,68	-1021,19	3191,32	48	2,30	-1577,62	-1015,05	3190,04
49	2,40	-1526,87	-1008,07	3188,67	50	2,40	-1476,46	-1000,27	3187,22
51	2,50	-1426,45	-991,69	3185,69	52	2,50	-1376,87	-982,36	3184,07
53	2,60	-1327,75	-972,31	3182,37	54	2,60	-1279,13	-961,57	3180,58
55	2,70	-1231,05	-950,16	3178,71	56	2,70	-1183,55	-938,10	3176,76
57	2,80	-1136,64	-925,44	3174,72	58	2,80	-1090,37	-912,18	3172,60
59	2,90	-1044,76	-898,35	3170,39	60	2,90	-999,84	-883,98	3168,10
61	3,00	-955,64	-869,08	3165,73	62	3,00	-912,19	-853,68	3163,27
63	3,10	-869,50	-837,80	3160,73	64	3,10	-827,61	-821,44	3158,11
65	3,20	-786,54	-804,64	3155,40	66	3,20	-746,31	-787,40	3152,60
67	3,30	-706,94	-769,75	3149,73	68	3,30	-668,45	-751,70	3146,76
69	3,40	-630,87	-733,25	3143,72	70	3,40	-594,21	-714,43	3140,59
71	3,50	-558,48	-695,25	3137,38	72	3,50	-523,72	-675,72	3134,08
73	3,60	-489,94	-655,84	3130,70	74	3,60	-457,14	-635,64	3127,24
75	3,70	-425,36	-615,11	3123,69	76	3,70	-394,61	-594,27	3120,06
77	3,80	-364,89	-573,13	3116,34	78	3,80	-336,24	-551,70	3112,54
79	3,90	-308,65	-529,97	3108,65	80	3,90	-282,15	-507,96	3104,69
81	4,00	-256,75	-485,67	3100,63	82	4,00	-232,47	-463,11	3096,50
83	4,10	-209,32	-440,28	3092,28	84	4,10	-187,30	-417,19	3087,98
85	4,20	-166,44	-393,84	3083,59	86	4,20	-146,75	-370,23	3079,12

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
87	4,30	-128,24	-346,37	3074,56	88	4,30	-110,92	-322,25	3069,92
89	4,40	-94,81	-297,89	3065,20	90	4,40	-79,91	-273,27	3060,39
91	4,50	-66,25	-248,41	3055,50	92	4,50	-53,83	-223,31	3050,52
93	4,60	-42,66	-197,95	3045,47	94	4,60	-32,77	-172,36	3040,32
95	4,70	-24,15	-146,52	3035,10	96	4,70	-16,82	-120,43	3029,78
97	4,80	-10,80	-94,11	3024,39	98	4,80	-6,10	-67,53	3018,91
99	4,90	-2,72	-40,72	3013,35	100	4,90	-0,68	-13,65	3007,70
101	5,00	0,00	-13,65	3001,97	102				

Combinazione n° 6

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-5130,76	587,97	-1650,00	2	0,00	-5159,05	513,48	-1647,77
3	0,10	-5184,72	452,89	-1645,30	4	0,10	-5207,37	383,91	-1642,60
5	0,20	-5226,56	306,38	-1639,67	6	0,20	-5241,88	220,14	-1636,50
7	0,30	-5252,89	125,05	-1633,09	8	0,30	-5259,14	20,95	-1629,45
9	0,40	-5260,19	-92,32	-1625,57	10	0,40	-5255,57	-205,11	-1621,45
11	0,50	-5245,32	-312,87	-1617,10	12	0,50	-5229,67	-415,73	-1612,52
13	0,60	-5208,89	-513,79	-1607,70	14	0,60	-5183,20	-607,17	-1602,64
15	0,70	-5152,84	-695,98	-1597,35	16	0,70	-5118,04	-780,33	-1591,82
17	0,80	-5079,02	-860,34	-1586,06	18	0,80	-5036,01	-936,10	-1580,06
19	0,90	-4989,20	-1007,74	-1573,83	20	0,90	-4938,81	-1075,36	-1567,36
21	1,00	-4885,05	-1139,07	-1560,65	22	1,00	-4828,09	-1198,96	-1553,71
23	1,10	-4768,14	-1255,16	-1546,54	24	1,10	-4705,39	-1307,74	-1539,11
25	1,20	-4640,00	-1356,83	-1531,41	26	1,20	-4572,16	-1402,52	-1523,44
27	1,30	-4502,03	-1444,91	-1515,20	28	1,30	-4429,79	-1484,09	-1506,69
29	1,40	-4355,58	-1520,16	-1497,90	30	1,40	-4279,57	-1553,22	-1488,85
31	1,50	-4201,91	-1583,35	-1479,52	32	1,50	-4122,75	-1610,65	-1469,93
33	1,60	-4042,21	-1635,20	-1460,06	34	1,60	-3960,45	-1657,09	-1449,93
35	1,70	-3877,60	-1676,41	-1439,52	36	1,70	-3793,78	-1693,24	-1428,84
37	1,80	-3709,12	-1707,66	-1417,89	38	1,80	-3623,73	-1719,75	-1406,67
39	1,90	-3537,74	-1729,59	-1395,18	40	1,90	-3451,26	-1737,25	-1383,42
41	2,00	-3364,40	-1742,81	-1371,39	42	2,00	-3277,26	-1746,34	-1358,10
43	2,10	-3189,94	-1747,91	-1344,49	44	2,10	-3102,55	-1747,59	-1330,55
45	2,20	-3015,17	-1745,44	-1316,29	46	2,20	-2927,90	-1741,53	-1301,71
47	2,30	-2840,82	-1735,92	-1286,80	48	2,30	-2754,03	-1728,67	-1271,56
49	2,40	-2667,59	-1719,84	-1256,00	50	2,40	-2581,60	-1709,49	-1240,12
51	2,50	-2496,13	-1697,67	-1223,91	52	2,50	-2411,24	-1684,44	-1207,38
53	2,60	-2327,02	-1669,84	-1190,53	54	2,60	-2243,53	-1653,93	-1173,35
55	2,70	-2160,83	-1636,76	-1155,84	56	2,70	-2078,99	-1618,36	-1138,02
57	2,80	-1998,08	-1598,79	-1119,86	58	2,80	-1918,14	-1578,09	-1101,38
59	2,90	-1839,23	-1556,29	-1082,58	60	2,90	-1761,42	-1533,43	-1063,46
61	3,00	-1684,75	-1509,57	-1044,01	62	3,00	-1609,27	-1484,72	-1024,23
63	3,10	-1535,03	-1458,92	-1004,13	64	3,10	-1462,09	-1432,21	-983,71
65	3,20	-1390,48	-1404,61	-962,96	66	3,20	-1320,24	-1376,16	-941,89
67	3,30	-1251,44	-1346,88	-920,49	68	3,30	-1184,09	-1316,81	-898,77
69	3,40	-1118,25	-1285,95	-876,72	70	3,40	-1053,95	-1254,35	-854,35
71	3,50	-991,24	-1222,01	-831,66	72	3,50	-930,14	-1188,97	-808,64
73	3,60	-870,69	-1155,23	-785,30	74	3,60	-812,93	-1120,82	-761,63
75	3,70	-756,89	-1085,76	-737,64	76	3,70	-702,60	-1050,06	-713,32
77	3,80	-650,09	-1013,73	-688,68	78	3,80	-599,41	-976,79	-663,72
79	3,90	-550,57	-939,25	-638,43	80	3,90	-503,61	-901,13	-612,82
81	4,00	-458,55	-862,42	-586,88	82	4,00	-415,43	-823,14	-560,62
83	4,10	-374,27	-783,31	-534,03	84	4,10	-335,11	-742,92	-507,12
85	4,20	-297,96	-701,98	-479,88	86	4,20	-262,86	-660,50	-452,32
87	4,30	-229,84	-618,49	-424,44	88	4,30	-198,91	-575,94	-396,23
89	4,40	-170,11	-532,87	-367,70	90	4,40	-143,47	-489,27	-338,84
91	4,50	-119,01	-445,14	-309,66	92	4,50	-96,75	-400,50	-280,15
93	4,60	-76,72	-355,33	-250,32	94	4,60	-58,96	-309,65	-220,17
95	4,70	-43,48	-263,45	-189,69	96	4,70	-30,30	-216,73	-158,88
97	4,80	-19,47	-169,49	-127,76	98	4,80	-10,99	-121,73	-96,30
99	4,90	-4,91	-73,46	-64,53	100	4,90	-1,23	-24,66	-32,43
101	5,00	0,00	-24,66	0,00	102				

Combinazione n° 7

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-7033,70	1256,94	3595,00	2	0,00	-7095,44	1182,45	3596,80
3	0,10	-7154,57	1121,86	3597,98	4	0,10	-7210,66	1052,88	3598,53
5	0,20	-7263,30	975,35	3598,46	6	0,20	-7312,07	889,11	3597,77
7	0,30	-7356,53	794,02	3596,46	8	0,30	-7396,23	689,92	3594,52
9	0,40	-7430,72	576,64	3591,96	10	0,40	-7459,56	454,05	3588,77
11	0,50	-7482,26	321,97	3584,97	12	0,50	-7498,36	180,26	3580,54
13	0,60	-7507,37	28,76	3575,48	14	0,60	-7508,81	-132,69	3569,81
15	0,70	-7502,17	-300,46	3563,51	16	0,70	-7487,15	-460,86	3556,59
17	0,80	-7464,11	-614,04	3549,04	18	0,80	-7433,41	-760,18	3540,87
19	0,90	-7395,40	-899,42	3532,08	20	0,90	-7350,43	-1031,94	3522,67
21	1,00	-7298,83	-1157,88	3512,63	22	1,00	-7240,93	-1277,42	3501,97
23	1,10	-7177,06	-1390,69	3490,68	24	1,10	-7107,53	-1497,87	3478,73
25	1,20	-7032,64	-1599,09	3466,06	26	1,20	-6952,68	-1694,53	3452,67
27	1,30	-6867,95	-1784,32	3438,57	28	1,30	-6778,74	-1868,61	3423,75
29	1,40	-6685,31	-1947,55	3408,22	30	1,40	-6587,93	-2021,28	3391,97
31	1,50	-6486,87	-2089,95	3375,00	32	1,50	-6382,37	-2153,69	3357,31
33	1,60	-6274,69	-2212,64	3338,91	34	1,60	-6164,05	-2266,95	3319,80
35	1,70	-6050,71	-2316,73	3299,96	36	1,70	-5934,87	-2362,12	3279,41
37	1,80	-5816,76	-2403,25	3258,15	38	1,80	-5696,60	-2440,25	3236,17

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
39	1,90	-5574,59	-2473,22	3213,47	40	1,90	-5450,93	-2502,31	3190,05
41	2,00	-5325,81	-2527,61	3165,92	42	2,00	-5199,43	-2549,25	3138,47
43	2,10	-5071,97	-2567,33	3110,16	44	2,10	-4943,60	-2581,98	3080,99
45	2,20	-4814,50	-2593,28	3050,97	46	2,20	-4684,84	-2601,35	3020,08
47	2,30	-4554,77	-2606,28	2988,34	48	2,30	-4424,46	-2608,18	2955,74
49	2,40	-4294,05	-2607,13	2922,28	50	2,40	-4163,69	-2603,23	2887,97
51	2,50	-4033,53	-2596,57	2852,79	52	2,50	-3903,70	-2587,23	2816,76
53	2,60	-3774,34	-2575,30	2779,87	54	2,60	-3645,57	-2560,86	2742,12
55	2,70	-3517,53	-2543,98	2703,51	56	2,70	-3390,33	-2524,75	2664,05
57	2,80	-3264,10	-2503,22	2623,73	58	2,80	-3138,93	-2479,48	2582,55
59	2,90	-3014,96	-2453,58	2540,51	60	2,90	-2892,28	-2425,60	2497,61
61	3,00	-2771,00	-2395,59	2453,85	62	3,00	-2651,22	-2363,61	2409,24
63	3,10	-2533,04	-2329,72	2363,77	64	3,10	-2416,56	-2293,98	2317,44
65	3,20	-2301,86	-2256,43	2270,25	66	3,20	-2189,03	-2217,11	2222,21
67	3,30	-2078,18	-2176,09	2173,30	68	3,30	-1969,37	-2133,40	2123,54
69	3,40	-1862,70	-2089,08	2072,92	70	3,40	-1758,25	-2043,18	2021,44
71	3,50	-1656,09	-1995,72	1969,11	72	3,50	-1556,31	-1946,75	1915,91
73	3,60	-1458,97	-1896,29	1861,86	74	3,60	-1364,15	-1844,39	1806,95
75	3,70	-1271,93	-1791,05	1751,18	76	3,70	-1182,38	-1736,32	1694,55
77	3,80	-1095,57	-1680,21	1637,07	78	3,80	-1011,55	-1622,75	1578,72
79	3,90	-930,42	-1563,96	1519,52	80	3,90	-852,22	-1503,86	1459,46
81	4,00	-777,03	-1442,47	1398,55	82	4,00	-704,90	-1379,79	1336,77
83	4,10	-635,91	-1315,85	1274,14	84	4,10	-570,12	-1250,66	1210,65
85	4,20	-507,59	-1184,22	1146,30	86	4,20	-448,38	-1116,56	1081,09
87	4,30	-392,55	-1047,67	1015,02	88	4,30	-340,17	-977,56	948,10
89	4,40	-291,29	-906,25	880,32	90	4,40	-245,97	-833,73	811,68
91	4,50	-204,29	-760,01	742,18	92	4,50	-166,29	-685,10	671,82
93	4,60	-132,03	-608,99	600,61	94	4,60	-101,58	-531,68	528,53
95	4,70	-75,00	-453,19	455,60	96	4,70	-52,34	-373,50	381,82
97	4,80	-33,66	-292,62	307,17	98	4,80	-19,03	-210,55	231,66
99	4,90	-8,51	-127,29	155,30	100	4,90	-2,14	-42,83	78,08
101	5,00	0,00	-42,83	0,00	102				

Combinazione n° 8

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-11724,00	2094,01	4054,00	2	0,00	-11827,59	2019,54	4055,76
3	0,10	-11928,57	1958,97	4056,83	4	0,10	-12026,52	1890,01	4057,19
5	0,20	-12121,02	1812,50	4056,86	6	0,20	-12211,64	1726,29	4055,83
7	0,30	-12297,96	1631,21	4054,10	8	0,30	-12379,52	1527,13	4051,68
9	0,40	-12455,88	1413,88	4048,55	10	0,40	-12526,57	1291,30	4044,73
11	0,50	-12591,14	1159,24	4040,21	12	0,50	-12649,10	1017,55	4034,99
13	0,60	-12699,98	866,07	4029,07	14	0,60	-12743,28	704,65	4022,46
15	0,70	-12778,51	533,12	4015,15	16	0,70	-12805,17	351,34	4007,13
17	0,80	-12822,73	159,15	3998,42	18	0,80	-12830,69	-43,61	3989,02
19	0,90	-12828,51	-257,09	3978,91	20	0,90	-12815,66	-478,81	3968,10
21	1,00	-12791,72	-708,91	3956,60	22	1,00	-12756,27	-947,56	3944,40
23	1,10	-12708,89	-1194,92	3931,50	24	1,10	-12649,15	-1455,93	3917,85
25	1,20	-12576,35	-1704,69	3903,40	26	1,20	-12491,12	-1941,47	3888,14
27	1,30	-12394,04	-2166,53	3872,09	28	1,30	-12285,72	-2380,15	3855,23
29	1,40	-12166,71	-2582,60	3837,56	30	1,40	-12037,58	-2774,12	3819,10
31	1,50	-11898,87	-2954,99	3799,83	32	1,50	-11751,12	-3125,47	3779,76
33	1,60	-11594,85	-3285,80	3758,88	34	1,60	-11430,56	-3436,24	3737,20
35	1,70	-11258,75	-3577,03	3714,73	36	1,70	-11079,89	-3708,42	3691,44
37	1,80	-10894,47	-3830,64	3667,36	38	1,80	-10702,94	-3943,93	3642,47
39	1,90	-10505,75	-4048,52	3616,78	40	1,90	-10303,32	-4144,64	3590,29
41	2,00	-10096,09	-4232,50	3562,99	42	2,00	-9884,46	-4312,34	3531,97
43	2,10	-9668,85	-4384,34	3500,00	44	2,10	-9449,63	-4448,74	3467,06
45	2,20	-9227,19	-4505,72	3433,15	46	2,20	-9001,91	-4555,49	3398,29
47	2,30	-8774,13	-4598,24	3362,47	48	2,30	-8544,22	-4634,15	3325,68
49	2,40	-8312,51	-4663,42	3287,93	50	2,40	-8079,34	-4686,22	3249,22
51	2,50	-7845,03	-4702,71	3209,55	52	2,50	-7609,89	-4713,08	3168,92
53	2,60	-7374,24	-4717,48	3127,33	54	2,60	-7138,37	-4716,07	3084,77
55	2,70	-6902,56	-4709,01	3041,25	56	2,70	-6667,11	-4696,43	2996,78
57	2,80	-6432,29	-4678,49	2951,34	58	2,80	-6198,37	-4655,32	2904,93
59	2,90	-5965,60	-4627,05	2857,57	60	2,90	-5734,25	-4593,80	2809,25
61	3,00	-5504,56	-4555,71	2759,96	62	3,00	-5276,77	-4512,89	2709,71
63	3,10	-5051,13	-4465,45	2658,50	64	3,10	-4827,85	-4413,49	2606,33
65	3,20	-4607,18	-4357,12	2553,20	66	3,20	-4389,32	-4296,45	2499,10
67	3,30	-4174,50	-4231,55	2444,05	68	3,30	-3962,92	-4162,52	2388,03
69	3,40	-3754,80	-4089,44	2331,05	70	3,40	-3550,33	-4012,39	2273,11
71	3,50	-3349,71	-3931,45	2214,21	72	3,50	-3153,14	-3846,68	2154,34
73	3,60	-2960,80	-3758,16	2093,52	74	3,60	-2772,89	-3665,93	2031,73
75	3,70	-2589,60	-3570,08	1968,98	76	3,70	-2411,09	-3470,63	1905,27
77	3,80	-2237,56	-3367,65	1840,60	78	3,80	-2069,18	-3261,19	1774,96
79	3,90	-1906,12	-3151,28	1708,37	80	3,90	-1748,56	-3037,96	1640,81
81	4,00	-1596,66	-2921,27	1572,29	82	4,00	-1450,59	-2801,24	1502,82
83	4,10	-1310,53	-2677,90	1432,37	84	4,10	-1176,64	-2551,27	1360,97
85	4,20	-1049,07	-2421,39	1288,61	86	4,20	-928,00	-2288,27	1215,28
87	4,30	-813,59	-2151,92	1140,99	88	4,30	-705,99	-2012,37	1065,74
89	4,40	-605,38	-1869,62	989,53	90	4,40	-511,90	-1723,69	912,36
91	4,50	-425,71	-1574,58	834,23	92	4,50	-346,98	-1422,30	755,13
93	4,60	-275,87	-1266,87	675,07	94	4,60	-212,52	-1108,27	594,06
95	4,70	-157,11	-946,51	512,07	96	4,70	-109,78	-781,60	429,13
97	4,80	-70,70	-613,53	345,23	98	4,80	-40,03	-442,30	260,36
99	4,90	-17,91	-267,91	174,54	100	4,90	-4,52	-90,36	87,75
101	5,00	0,00	-90,36	0,00	102				

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]	n°	Y [m]	M [kgm]	T [kg]	N [kg]
1	0,00	-17076,00	3050,08	-3091,00	2	0,00	-17227,40	2975,75	-3088,65
3	0,10	-17376,18	2915,32	-3085,83	4	0,10	-17521,95	2846,49	-3082,54
5	0,20	-17664,28	2769,12	-3078,78	6	0,20	-17802,73	2683,03	-3074,55
7	0,30	-17936,88	2588,09	-3069,84	8	0,30	-18066,29	2484,13	-3064,67
9	0,40	-18190,49	2371,01	-3059,02	10	0,40	-18309,04	2248,55	-3052,90
11	0,50	-18421,47	2116,61	-3046,31	12	0,50	-18527,30	1975,04	-3039,25
13	0,60	-18626,05	1823,68	-3031,71	14	0,60	-18717,24	1662,36	-3023,71
15	0,70	-18800,36	1490,95	-3015,23	16	0,70	-18874,90	1309,27	-3006,29
17	0,80	-18940,37	1117,19	-2996,87	18	0,80	-18996,23	914,53	-2986,98
19	0,90	-19041,95	701,16	-2976,61	20	0,90	-19077,01	479,54	-2965,78
21	1,00	-19100,99	249,53	-2954,48	22	1,00	-19113,47	10,98	-2942,70
23	1,10	-19114,01	-236,28	-2930,45	24	1,10	-19102,20	-584,53	-2917,70
25	1,20	-19072,97	-943,91	-2904,40	26	1,20	-19025,78	-1314,61	-2890,57
27	1,30	-18960,05	-1696,79	-2876,19	28	1,30	-18875,21	-2090,64	-2861,26
29	1,40	-18770,68	-2494,05	-2845,80	30	1,40	-18645,97	-2878,39	-2829,79
31	1,50	-18502,05	-3244,06	-2813,25	32	1,50	-18339,85	-3591,47	-2796,16
33	1,60	-18160,28	-3921,01	-2778,52	34	1,60	-17964,23	-4233,08	-2760,35
35	1,70	-17752,57	-4528,07	-2741,63	36	1,70	-17526,17	-4806,35	-2722,38
37	1,80	-17285,85	-5068,32	-2702,58	38	1,80	-17032,44	-5314,33	-2682,23
39	1,90	-16766,72	-5544,77	-2661,35	40	1,90	-16489,48	-5759,98	-2639,92
41	2,00	-16201,48	-5960,34	-2617,96	42	2,00	-15903,46	-6146,18	-2593,48
43	2,10	-15596,16	-6317,85	-2568,35	44	2,10	-15280,26	-6475,69	-2542,57
45	2,20	-14956,48	-6620,02	-2516,14	46	2,20	-14625,48	-6751,17	-2489,06
47	2,30	-14287,92	-6869,45	-2461,34	48	2,30	-13944,45	-6975,17	-2432,96
49	2,40	-13595,69	-7068,63	-2403,94	50	2,40	-13242,26	-7150,12	-2374,26
51	2,50	-12884,75	-7219,92	-2343,94	52	2,50	-12523,75	-7278,32	-2312,97
53	2,60	-12159,84	-7325,57	-2281,35	54	2,60	-11793,56	-7361,94	-2249,08
55	2,70	-11425,46	-7387,69	-2216,16	56	2,70	-11056,08	-7403,06	-2182,59
57	2,80	-10685,92	-7408,27	-2148,37	58	2,80	-10315,51	-7403,57	-2113,50
59	2,90	-9945,33	-7389,18	-2077,98	60	2,90	-9575,87	-7365,29	-2041,82
61	3,00	-9207,61	-7332,13	-2005,00	62	3,00	-8841,00	-7289,88	-1967,54
63	3,10	-8476,51	-7238,74	-1929,42	64	3,10	-8114,57	-7178,88	-1890,66
65	3,20	-7755,63	-7110,48	-1851,25	66	3,20	-7400,10	-7033,70	-1811,18
67	3,30	-7048,42	-6948,69	-1770,47	68	3,30	-6700,98	-6855,62	-1729,11
69	3,40	-6358,20	-6754,61	-1687,10	70	3,40	-6020,47	-6645,81	-1644,44
71	3,50	-5688,18	-6529,34	-1601,14	72	3,50	-5361,71	-6405,31	-1557,18
73	3,60	-5041,45	-6273,86	-1512,57	74	3,60	-4727,76	-6135,06	-1467,32
75	3,70	-4421,00	-5989,04	-1421,41	76	3,70	-4121,55	-5835,88	-1374,86
77	3,80	-3829,76	-5675,66	-1327,65	78	3,80	-3545,97	-5508,46	-1279,80
79	3,90	-3270,55	-5334,37	-1231,30	80	3,90	-3003,83	-5153,44	-1182,15
81	4,00	-2746,16	-4965,73	-1132,35	82	4,00	-2497,87	-4771,31	-1081,90
83	4,10	-2259,31	-4570,21	-1030,80	84	4,10	-2030,80	-4362,50	-979,05
85	4,20	-1812,67	-4148,20	-926,65	86	4,20	-1605,26	-3927,36	-873,61
87	4,30	-1408,89	-3700,00	-819,91	88	4,30	-1223,89	-3466,15	-765,57
89	4,40	-1050,59	-3225,83	-710,57	90	4,40	-889,30	-2979,06	-654,93
91	4,50	-740,34	-2725,86	-598,64	92	4,50	-604,05	-2466,24	-541,69
93	4,60	-480,74	-2200,21	-484,10	94	4,60	-370,73	-1927,77	-425,86
95	4,70	-274,34	-1648,92	-366,97	96	4,70	-191,89	-1363,68	-307,43
97	4,80	-123,71	-1072,03	-247,25	98	4,80	-70,11	-773,97	-186,41
99	4,90	-31,41	-469,52	-124,92	100	4,90	-7,93	-158,64	-62,79
101	5,00	0,00	-158,64	0,00	102				

Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione
Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr sforzo normale espresso in [kg]
Tr taglio espresso in [kg]
Mr momento espresso in [kgm]

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [kg]
1	0,00	-2276,64	15487,35	58977,85	2	0,00	-2276,64	15487,35	58977,85
3	0,10	-3820,54	15352,28	58975,09	4	0,10	-3820,54	15352,28	58975,09
5	0,20	-5352,32	15205,78	58968,67	6	0,20	-5352,32	15205,78	58968,67
7	0,30	-6868,59	15024,46	58958,58	8	0,30	-6868,59	15024,46	58958,58
9	0,40	-8365,83	14807,10	58944,82	10	0,40	-8365,83	14807,10	58944,82
11	0,50	-9840,41	14552,44	58927,39	12	0,50	-9840,41	14552,44	58927,39
13	0,60	-11288,57	14259,24	58906,29	14	0,60	-11288,57	14259,24	58906,29
15	0,70	-12706,42	13926,26	58881,52	16	0,70	-12706,42	13926,26	58881,52
17	0,80	-14089,96	13552,26	58853,08	18	0,80	-14089,96	13552,26	58853,08
19	0,90	-15435,05	13136,00	58820,97	20	0,90	-15435,05	13136,00	58820,97
21	1,00	-16737,56	12684,15	58785,19	22	1,00	-16737,56	12684,15	58785,19
23	1,10	-17994,04	12198,13	58745,74	24	1,10	-17994,04	12198,13	58745,74
25	1,20	-19196,44	11490,30	58702,21	26	1,20	-19196,44	11490,30	58702,21
27	1,30	-20326,93	10737,23	58654,46	28	1,30	-20326,93	10737,23	58654,46
29	1,40	-21380,95	9937,50	58602,49	30	1,40	-21380,95	9937,50	58602,49
31	1,50	-22353,81	9089,70	58546,30	32	1,50	-22353,81	9089,70	58546,30
33	1,60	-23240,79	8200,10	58485,89	34	1,60	-23240,79	8200,10	58485,89
35	1,70	-24037,81	7270,41	58421,27	36	1,70	-24037,81	7270,41	58421,27
37	1,80	-24740,85	6299,88	58352,42	38	1,80	-24740,85	6299,88	58352,42
39	1,90	-25345,80	5287,77	58279,36	40	1,90	-25345,80	5287,77	58279,36
41	2,00	-25848,48	4233,32	58202,07	42	2,00	-25848,48	4233,32	58202,07
43	2,10	-26229,15	2492,62	58108,80	44	2,10	-26229,15	2492,62	58108,80

n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [ka]	n°	Y [m]	Mr [kgm]	Tr [kg]	Nr [ka]
45	2,20	-26432,30	553,92	58010,27	46	2,20	-26432,30	553,92	58010,27
47	2,30	-26443,98	-1409,07	57906,47	48	2,30	-26443,98	-1409,07	57906,47
49	2,40	-26250,11	-3478,48	57797,42	50	2,40	-26250,11	-3478,48	57797,42
51	2,50	-25854,17	-5354,53	57683,10	52	2,50	-25854,17	-5354,53	57683,10
53	2,60	-25275,37	-7041,79	57563,52	54	2,60	-25275,37	-7041,79	57563,52
55	2,70	-24532,48	-8544,69	57438,67	56	2,70	-24532,48	-8544,69	57438,67
57	2,80	-23643,83	-9867,57	57308,57	58	2,80	-23643,83	-9867,57	57308,57
59	2,90	-22627,31	-11014,59	57173,20	60	2,90	-22627,31	-11014,59	57173,20
61	3,00	-21500,41	-11989,73	57032,57	62	3,00	-21500,41	-11989,73	57032,57
63	3,10	-20280,22	-12796,78	56886,68	64	3,10	-20280,22	-12796,78	56886,68
65	3,20	-18983,46	-13439,30	56735,53	66	3,20	-18983,46	-13439,30	56735,53
67	3,30	-17626,50	-13920,65	56579,12	68	3,30	-17626,50	-13920,65	56579,12
69	3,40	-16225,37	-14243,91	56417,44	70	3,40	-16225,37	-14243,91	56417,44
71	3,50	-14795,82	-14411,95	56250,51	72	3,50	-14795,82	-14411,95	56250,51
73	3,60	-13353,29	-14427,36	56078,31	74	3,60	-13353,29	-14427,36	56078,31
75	3,70	-11913,00	-14292,50	55900,85	76	3,70	-11913,00	-14292,50	55900,85
77	3,80	-10489,90	-14009,44	55718,13	78	3,80	-10489,90	-14009,44	55718,13
79	3,90	-9098,79	-13580,04	55530,14	80	3,90	-9098,79	-13580,04	55530,14
81	4,00	-7754,24	-13005,87	55336,89	82	4,00	-7754,24	-13005,87	55336,89
83	4,10	-6470,70	-12288,28	55138,39	84	4,10	-6470,70	-12288,28	55138,39
85	4,20	-5262,48	-11428,39	54934,62	86	4,20	-5262,48	-11428,39	54934,62
87	4,30	-4143,79	-10427,10	54725,59	88	4,30	-4143,79	-10427,10	54725,59
89	4,40	-3128,75	-9285,10	54511,29	90	4,40	-3128,75	-9285,10	54511,29
91	4,50	-2231,42	-8002,89	54291,74	92	4,50	-2231,42	-8002,89	54291,74
93	4,60	-1465,81	-6580,82	54066,92	94	4,60	-1465,81	-6580,82	54066,92
95	4,70	-845,90	-5019,07	53836,84	96	4,70	-845,90	-5019,07	53836,84
97	4,80	-385,66	-3317,73	53601,50	98	4,80	-385,66	-3317,73	53601,50
99	4,90	-99,03	-1476,77	53360,90	100	4,90	-99,03	-1476,77	53360,90
101	5,00	0,00	-503,90	0,00	102				

Allegato n. 02

Tabulato di calcolo fondazioni cabine

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni*”.

• **METODI DI CALCOLO**

I metodi di calcolo adottati per il calcolo sono i seguenti:

- 1) Per i carichi statici: *METODO DELLE DEFORMAZIONI*;
- 2) Per i carichi sismici: metodo dell'*ANALISI MODALE* o dell'*ANALISI SISMICA STATICA EQUIVALENTE*.

Per lo svolgimento del calcolo si è accettata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.

• **CALCOLO SPOSTAMENTI E CARATTERISTICHE**

Il calcolo degli spostamenti e delle caratteristiche viene effettuato con il metodo degli elementi finiti (**F.E.M.**).

Possono essere inseriti due tipi di elementi:

- 1) Elemento monodimensionale asta (*beam*) che unisce due nodi aventi ciascuno 6 gradi di libertà. Per maggiore precisione di calcolo, viene tenuta in conto anche la deformabilità a taglio e quella assiale di questi elementi. Queste aste, inoltre, non sono considerate flessibili da nodo a nodo ma hanno sulla parte iniziale e finale due tratti infinitamente rigidi formati dalla parte di trave inglobata nello spessore del pilastro; questi tratti rigidi forniscono al nodo una dimensione reale.
- 2) L'elemento bidimensionale shell (*quad*) che unisce quattro nodi nello spazio. Il suo comportamento è duplice, funziona da lastra per i carichi agenti sul suo piano, da piastra per i carichi ortogonali.

Assemblate tutte le matrici di rigidezza degli elementi in quella della struttura spaziale, la risoluzione del sistema viene perseguita tramite il *metodo di Cholesky*.

Ai fini della risoluzione della struttura, gli spostamenti X e Y e le rotazioni attorno l'asse verticale Z di tutti i nodi che giacciono su di un impalcato dichiarato rigido sono mutuamente vincolati.

• **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Le caratteristiche meccaniche dei materiali sono descritti nei tabulati riportati nel seguito per ciascuna tipologia di materiale utilizzato.

• **VERIFICHE**

Le verifiche, svolte secondo il metodo degli stati limite ultimi e di esercizio, si ottengono involupando tutte le condizioni di carico prese in considerazione.

In fase di verifica è stato differenziato l'elemento trave dall'elemento pilastro. Nell'elemento trave le armature sono disposte in modo asimmetrico, mentre nei pilastri sono sempre disposte simmetricamente.

Per l'elemento trave, l'armatura si determina suddividendola in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante, valutando per tali conci le massime aree di armatura superiore ed inferiore richieste in base ai momenti massimi riscontrati nelle varie combinazioni di carico esaminate. Lo stesso criterio è stato adottato per il calcolo delle staffe.

Anche l'elemento pilastro viene scomposto in cinque conci in cui l'armatura si mantiene costante. Vengono però riportate le armature massime richieste nella metà superiore (testa) e inferiore (piede).

La fondazione su travi rovesce è risolta contemporaneamente alla sovrastruttura tenendo in conto sia la rigidità flettente che quella torcente, utilizzando per l'analisi agli elementi finiti l'elemento asta su suolo elastico alla *Winkler*.

Le travate possono incrociarsi con angoli qualsiasi e avere dei disassamenti rispetto ai pilastri su cui si appoggiano.

La ripartizione dei carichi, data la natura matriciale del calcolo, tiene automaticamente conto della rigidità relativa delle varie travate convergenti su ogni nodo.

Le verifiche per gli elementi bidimensionali (setti) vengono effettuate sovrapponendo lo stato tensionale del comportamento a lastra e di quello a piastra. Vengono calcolate le armature delle due facce dell'elemento bidimensionale disponendo i ferri in due direzioni ortogonali.

• **DIMENSIONAMENTO MINIMO DELLE ARMATURE.**

Per il calcolo delle armature sono stati rispettati i minimi di legge di seguito riportati:

TRAVI:

1. Area minima delle staffe pari a $1.5 \cdot b$ mmq/ml, essendo b lo spessore minimo dell'anima misurato in mm, con passo non maggiore di 0,8 dell'altezza utile e con un minimo di 3 staffe al metro. In prossimità degli appoggi o di carichi concentrati per una lunghezza pari all'altezza utile della sezione, il passo minimo sarà 12 volte il diametro minimo dell'armatura longitudinale.
2. Armatura longitudinale in zona tesa $\geq 0,15\%$ della sezione di calcestruzzo. Alle estremità è disposta una armatura inferiore minima che possa assorbire, allo stato limite ultimo, uno sforzo di trazione uguale al taglio.
3. In zona sismica, nelle zone critiche il passo staffe è non superiore al minimo di:
 - un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
 - 175 mm e 225 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
 - 6 volte e 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche, rispettivamente per CDA e CDB;
 - 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Le zone critiche si estendono, per CDB e CDA, per una lunghezza pari rispettivamente a 1 e 1,5 volte l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro. Nelle zone critiche della trave il rapporto fra l'armatura compressa e quella tesa è maggiore o uguale a 0,5.

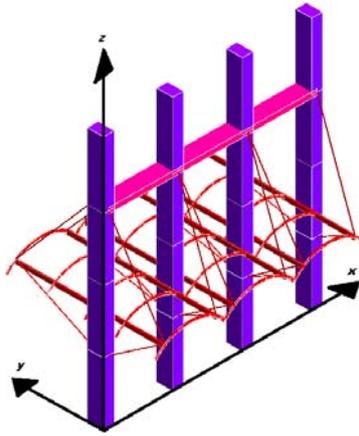
PILASTRI:

1. Armatura longitudinale compresa fra 0,3% e 4% della sezione effettiva e non minore di $0,10 \cdot N_{ed} / f_{yd}$;
2. Barre longitudinali con diametro ≥ 12 mm;
3. Diametro staffe ≥ 6 mm e comunque $\geq 1/4$ del diametro max delle barre longitudinali, con interasse non maggiore di 30 cm.
4. In zona sismica l'armatura longitudinale è almeno pari all'1% della sezione effettiva; il passo delle staffe di contenimento è non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
 - $1/3$ e $1/2$ del lato minore della sezione trasversale, rispettivamente per CDA e CDB;
 - 125 mm e 175 mm, rispettivamente per CDA e CDB;
 - 6 e 8 volte il diametro delle barre longitudinali che collegano, rispettivamente per CDA e CDB.

• **SISTEMI DI RIFERIMENTO**

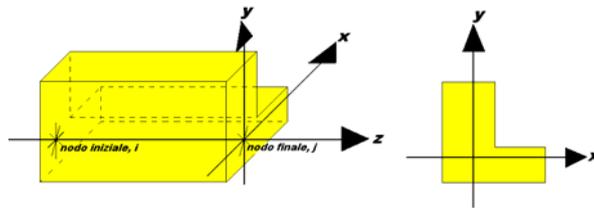
1) SISTEMA GLOBALE DELLA STRUTTURA SPAZIALE

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (O-XYZ) dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori:



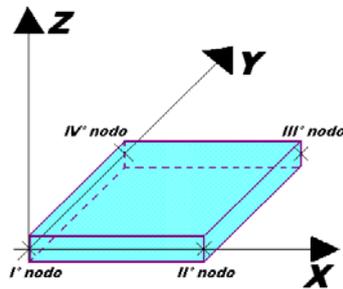
2) SISTEMA LOCALE DELLE ASTE

Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse Z coincidente con l'asse longitudinale dell'asta ed orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi X ed Y sono orientati come nell'archivio delle sezioni:



3) SISTEMA LOCALE DELL'ELEMENTO SHELL

Il sistema di riferimento locale dell'elemento shell è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali che ha l'asse X coincidente con la direzione fra il primo ed il secondo nodo di input, l'asse Y giacente nel piano dello shell e l'asse Z in direzione dello spessore:



• UNITÀ DI MISURA

Si adottano le seguenti unità di misura:

[lunghezze]	= m
[forze]	= kgf / daN
[tempo]	= sec
[temperatura]	= °C

• CONVENZIONI SUI SEGNI

I carichi agenti sono:

- 1) Carichi e momenti distribuiti lungo gli assi coordinati;
- 2) Forze e coppie nodali concentrate sui nodi.

Le forze distribuite sono da ritenersi positive se concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta, quelle concentrate sono positive se concordi con il sistema di riferimento globale.

I gradi di libertà nodali sono gli omologhi agli enti forza, e quindi sono definiti positivi se concordi a questi ultimi.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le aste in elevazione, per quelle di fondazione, per i pilastri e per i setti.

Crit.N.ro	: Numero indicativo del criterio di progetto
Elem.	: Tipo di elemento strutturale
%Rig.Tors.	: Percentuale di rigidità torsionale
Mod. E	: Modulo di elasticità normale
Poisson	: Coefficiente di Poisson
Sgmc	: Tensione massima di esercizio del calcestruzzo
tauc0	: Tensione tangenziale minima
tauc1	: Tensione tangenziale massima
Sgmf	: Tensione massima di esercizio dell'acciaio
Om.	: Coefficiente di omogeneizzazione
Gamma	: Peso specifico del materiale
Copristaffa	: Distanza tra il lembo esterno della staffa ed il lembo esterno della sezione in calcestruzzo
Fi min.	: Diametro minimo utilizzabile per le armature longitudinali
Fi st.	: Diametro delle staffe
Lar. st.	: Larghezza massima delle staffe
Psc	: Passo di scansione per i diagrammi delle caratteristiche
Pos.pol.	: Numero di posizioni delle armature per la verifica di sezioni poligonali
D arm.	: Passo di incremento dell'armatura per la verifica di sezioni poligonali
Iteraz.	: Numero massimo di iterazioni per la verifica di sezioni poligonali
Def. Tag.	: Deformabilità a taglio (si, no)
%Scorr.Staf.	: Percentuale di scorrimento da far assorbire alle staffe
P.max staffe	: Passo massimo delle staffe
P.min.staffe	: Passo minimo delle staffe
tMt min.	: Tensione di torsione minima al di sotto del quale non si arma a torsione
Ferri parete	: Presenza di ferri di parete a taglio
Ecc.lim.	: Eccentricità M/N limite oltre la quale la verifica viene effettuata a flessione pura
Tipo ver.	: Tipo di verifica (0 = solo Mx; 1 = Mx e My separate; 2 = deviata)
Fl.rett.	: Flessione retta forzata per sezioni dissimmetriche ma simmetrizzabili (0 = no; 1 = si)
Den.X pos.	: Denominatore della quantità q^*l^* per determinare il momento Mx minimo per la copertura del diagramma positivo

Den.X neg.	: Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_x minimo per la copertura del diagramma negativo
Den.Y pos.	: Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_y minimo per la copertura del diagramma positivo
Den.Y neg.	: Denominatore della quantità q^*l^*l per determinare il momento M_y minimo per la copertura del diagramma negativo
%Mag.car.	: Percentuale di maggiorazione dei carichi statici della prima combinazione di carico
%Rid.Plas	: Rapporto tra i momenti sull'estremo della trave $M^*(ij)/M(ij)$, dove: - $M^*(ij)$ =Momento DOPO la ridistribuzione plastica - $M(ij)$ =Momento PRIMA della ridistribuzione plastica
Linear.	: Coefficiente descrittivo del comportamento dell'asta: 1 = comportamento lineare sia a trazione che a compressione 2 = comportamento non lineare sia a trazione che a compressione. 3 = comportamento lineare solo a trazione. 4 = comportamento non lineare solo a trazione. 5 = comportamento lineare solo a compressione. 6 = comportamento non lineare solo a compressione.
Appesi	: Flag di disposizione del carico sull'asta (1 = appeso, cioè applicato all'intradosso; 0 = non appeso, cioè applicato all'estradosso)
Min. T/sigma	: Verifica minimo T/sigma (1 = si; 0 = no)
Verif.Alette	: Verifica alette travi di fondazione (1 = si; 0 = no)
Kwinkl.	: Costante di sottofondo del terreno

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle riassuntive dei criteri di progetto per le verifiche agli stati limite.

Cri.Nro	: Numero identificativo del criterio di progetto
Tipo Elem.	: Tipo di elemento: trave di elevazione, trave di fondazione, pilastro, setto, setto elastico ("SHela")
fck	: Resistenza caratteristica del calcestruzzo
fcd	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo
rcd	: Resistenza di calcolo a flessione del calcestruzzo (massimo del diagramma parabola rettangolo)
fyk	: Resistenza caratteristica dell'acciaio
fyd	: Resistenza di calcolo dell'acciaio
Ey	: Modulo elastico dell'acciaio
ec0	: Deformazione limite del calcestruzzo in campo elastico
ecu	: Deformazione ultima del calcestruzzo
eyu	: Deformazione ultima dell'acciaio
Ac/At	: Rapporto dell'incremento fra l'armatura compressa e quella tesa
Mt/Mtu	: Rapporto fra il momento torcente di calcolo e il momento torcente resistente ultimo del calcestruzzo al di sotto del quale non si arma a torsione
Wra	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni rare
Wfr	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni frequenti
Wpe	: Ampiezza limite della fessura per combinazioni permanenti
σ Rara	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni rare
σ Perm	: Sigma massima del calcestruzzo per combinazioni permanenti
σ_f Rara	: Sigma massima dell'acciaio per combinazioni rare
SpRar	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni rare
SpPer	: Rapporto fra la lunghezza dell'elemento e lo spostamento massimo per combinazioni permanenti
Coef.Visc.:	: Coefficiente di viscosità

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input dei fili fissi:

- **Filo** : Numero del filo fisso in pianta.

- **Ascissa** : Ascissa.

- **Ordinata** : Ordinata.

Si riporta di seguito il significato delle simbologie usate nelle tabelle di stampa dei dati di input delle quote di piano:

- **Quota** : Numero identificativo della quota del piano.

- **Altezza** : Altezza dallo spiccatto di fondazione.

- **Tipologia** : Le tipologie previste sono due:

0 = Piano sismico, ovvero piano che è sede di massa, sia strutturale che portata, che deve essere considerata ai fini del calcolo sismico. Tutti i nodi a questa quota hanno gli spostamenti orizzontali legati dalla relazione di impalcato rigido.

1 = Interpiano, ovvero quota intermedia che ha rilevanza ai fini della geometria strutturale ma la cui massa non viene considerata a questa quota ai fini sismici. I nodi a questa quota hanno spostamenti orizzontali indipendenti.

▮ SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di input dei pilastri.

Filo : Numero del filo fisso in pianta su cui insiste il pilastro

Sez. : Numero di archivio della sezione del pilastro

Tipologia : Descrive le seguenti grandezze:

a) La forma attraverso le sigle 'Rett.'=rettangolare; 'a T'; 'ad I'; 'a C'; 'Circ.=circolare; 'Polig.'=poligonale

b) Gli ingombri in X ed Y nel sistema di riferimento locale della sezione. Nel caso di sezioni rettangolari questi ingombri coincidono con base ed altezza

Magrone : Larghezza del magrone di fondazione. Se presente individua ai fini del calcolo un'asta su suolo alla Winkler

Ang. : Angolo di rotazione della sezione. L'angolo è positivo se antiorario

Codice : Individua il posizionamento del filo fisso nella sezione. Per la sezione rettangolare valgono i seguenti codici di spigolo:

2	7	3
┌	┐	┐
6	0	8
└	+	└
1	5	4
└	└	└

Il codice zero, che è inizialmente associato al centro pilastro, permette anche degli scostamenti imposti esplicitamente del filo fisso dal centro del pilastro

dx : Scostamento filo fisso - centro pilastro lungo l'asse X in pianta

dy : Scostamento filo fisso - centro pilastro lungo l'asse Y in pianta

Crit.N.ro : Numero identificativo del criterio di progetto associato al pilastro

Tipo : Tipo elemento ai fini sismici:

Elemento : Le sigle sotto riportate hanno il significato appresso specificato:

- "Secondario NTC18": si intende un elemento pilastro secondario ai sensi della NTC2018, che non viene inserito nel modello sismico ed a cui vengono applicate le verifiche di duttilità.

- "NoGerarchia": si intende un elemento pilastro non appartenente ad un meccanismo dissipativo e in cui non è applicabile la gerarchia delle resistenze (esempio pilastro meshato interno a pareti)

Nel caso di vincoli particolari (situazione diversa dal doppio incastro), segue un'ulteriore tabulato relativo ai vincoli, le cui sigle hanno il seguente significato:

Codice: Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:

I = incastro; **K** = appoggio scorrevole; **C** = cerniera sferica; **E** = esplicito; **CF** = cerniera flessionale.

Il reale funzionamento dei vincoli (da intendersi come vincoli interni tra asta e nodo) è esplicitato dai successivi dati:

Tx, Ty, Tz : Valori delle rigidezze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione mutua tra pilastro e nodo è impedita (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo del pilastro è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale traslazione reciproca (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo del pilastro sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo del pilastro (traslazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà una forza, nella direzione della sconnessione inserita, di valore pari alla rigidezza per la variazione di spostamento. Se infine viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero) (fattore di connessione) il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidezza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse del pilastro.

Rx, Ry, Rz : Valori delle rigidezze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione mutua tra pilastro e nodo è impedita (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo del pilastro è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale rotazione reciproca (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo del pilastro sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo dell'asta (rotazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà un momento nella direzione della sconnessione inserita di valore pari alla rigidezza per la variazione di rotazione. Se viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero) (fattore di connessione) il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidezza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse del pilastro.

▮ SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di input delle travi:

Trave : Numero identificativo della trave alla quota in esame
Sez. : Numero di archivio della sezione della trave. Se il numero sezione è superiore a 600, si tratta di setto di altezza pari all'interpiano e di cui nei successivi dati viene specificato il solo spessore
Base x Alt. : Ingombri in X ed Y nel sistema di riferimento locale della sezione. Nel caso di sezioni rettangolari questi ingombri coincidono con base ed altezza
Magrone : Larghezza del magrone di fondazione. Se presente individua ai fini del calcolo un'asta su suolo alla Winkler
Ang. : Angolo di rotazione della sezione attorno all'asse
Filo in. : Numero del filo fisso iniziale della trave
Filo fin. : Numero del filo fisso finale della trave
Quota in. : Quota dell'estremo iniziale della trave
Quota fin. : Quota dell'estremo finale della trave
dx in : Scostamento in direzione X del punto iniziale dell'asse della trave dal filo fisso iniziale di riferimento
dx f : Scostamento in direzione X del punto finale dell'asse della trave dal filo fisso finale di riferimento
dy in : Scostamento in direzione Y del punto iniziale dell'asse della trave dal filo fisso iniziale di riferimento
dy f : Scostamento in direzione Y del punto finale dell'asse della trave dal filo fisso finale di riferimento
Pann. : Carico sulla trave dovuto a pannelli di solai.
Tamp. : Carico sulla trave dovuto a tamponature
Ball. : Carico sulla trave dovuto a ballatoi
Espl. : Carico sulla trave imposto dal progettista
Tot. : Totale dei carichi verticali precedenti
Torc. : Momento torcente distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Orizz. : Carico orizzontale distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Assia. : Carico assiale distribuito agente sulla trave imposto dal progettista
Ali. : Aliquota media pesata dei carichi accidentali per la determinazione della massa sismica
Crit.N.ro : Numero identificativo del criterio di progetto associato alla trave
Tipo : Tipo elemento ai fini sismici:
Elemento : Le sigle sotto riportate hanno il significato appresso specificato:
- "Secondario NTC18": si intende un elemento asta secondario ai sensi della NTC2018, che non viene inserito nel modello sismico ed a cui vengono applicate le verifiche di duttilità.
- "NoGerarchia": si intende un elemento asta non appartenente ad un meccanismo dissipativo e in cui non è applicabile la gerarchia delle resistenze (esempio aste meshate interne a pareti o

piastre o travi inclinate)

Nel caso di vincoli particolari (situazione diversa dal doppio incastro), segue un'ulteriore tabulato relativo ai vincoli, le cui sigle hanno il seguente significato:

Codice: Codice sintetico identificativo del tipo di vincolo secondo la codifica appresso riportata:

I = incastro; **K** = appoggio scorrevole; **C** = cerniera sferica; **E** = esplicito; **CF** = cerniera flessionale.

Il reale funzionamento dei vincoli (da intendersi come vincoli interni tra asta e nodo) è esplicitato dai successivi dati:

Tx, Ty, Tz : Valori delle rigidezze alla traslazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare traslazione mutua tra trave e nodo è impedita (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale traslazione reciproca (ovvero la traslazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo dell'asta (traslazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà una forza, nella direzione della sconnessione inserita, di valore pari alla rigidezza per la variazione di spostamento. Se infine viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero), fattore di connessione, il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidezza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse della trave.

Rx, Ry, Rz : Valori delle rigidezze alla rotazione imposte al nodo in esame. Il valore -1 indica per convenzione che quella particolare rotazione mutua tra trave e nodo è impedita (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta è la medesima), mentre lo 0 indica che non vi è continuità tra tali elementi ai fini di tale rotazione reciproca (ovvero la rotazione assoluta del nodo e dell'estremo dell'asta sono diverse ed indipendenti). Invece un valore maggiore di zero equivale ad una sconnessione fra il nodo e l'estremo dell'asta (rotazioni assolute diverse), ma sul nodo agirà un momento, nella direzione della sconnessione inserita, di valore pari alla rigidezza per la variazione di rotazione. Se viene inserito un valore compreso fra -1 (incastrato) e 0 (libero), fattore di connessione, il programma trasforma in automatico tale numero in una rigidezza esplicita. Gli assi X e Y sono quelli del riferimento locale della sezione, mentre Z è parallelo all'asse della trave.

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dell'input piastra.

Piastra N.ro	: Numero identificativo della piastra in esame
Filo 1	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il primo spigolo della piastra
Filo 2	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il secondo spigolo della piastra
Filo 3	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il terzo spigolo della piastra
Filo 4	: Numero del filo fisso su cui è stato posto il quarto spigolo della piastra
Tipo carico	: Numero di archivio delle tipologie di carico
Quota filo 1	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del primo filo fisso
Quota filo 2	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del secondo filo fisso
Quota filo 3	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del terzo filo fisso
Quota filo 4	: Quota dello spigolo della piastra inserito in corrispondenza del quarto filo fisso
Tipo sezione	: Numero identificativo della sezione della piastra

Spessore : Spessore della piastra

Kwinkler : Costante di Winkler del terreno su cui poggia la piastra (zero nel caso di piastre in elevazione)

Tipo mater. : Numero di archivio dei materiali shell

ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO													
Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO			
1	300	100	200	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3	33				
2	0	2500	200	60	Categ. C	0,7	0,7	0,6		basamento			

ARCHIVIO MATERIALI PIASTRE: MATRICE ELASTICA													
Materiale N.ro	Densita' kg/mc	Ex*1E3 kg/cm ²	Ni.x	Alfa.x (*1E5)	Ey*1E3 kg/cm ²	Ni.y	Alfa.y (*1E5)	E11*1E3 kg/cm ²	E12*1E3 kg/cm ²	E13*1E3 kg/cm ²	E22*1E3 kg/cm ²	E23*1E3 kg/cm ²	E33*1E3 kg/cm ²
1	2500	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
6	63	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
7	35	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
8	31	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
9	32	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
10	31	315	0,20	1,00	315	0,20	1,00	328	66	0	328	0	131
11	2000	53	0,25	1,00	53	0,25	1,00	57	14	0	57	0	21
12	1800	25	0,25	1,00	25	0,25	1,00	27	7	0	27	0	10
13	1900	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
14	1800	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
15	1900	50	0,25	1,00	50	0,25	1,00	53	13	0	53	0	20
16	1900	30	0,25	1,00	30	0,25	1,00	32	8	0	32	0	12
17	1900	30	0,25	1,00	30	0,25	1,00	32	8	0	32	0	12

CRITERI DI PROGETTO																		
IDENTIF.		CARATTERISTICHE DEL MATERIALE							DURABILITA'				CARATTER. COSTRUTTIVE				FLAG	
Crit N.ro	Elem.	% Rig Tors.	% Rig Fless.	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cm ²	Pois son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Copr staf	Copr ferr	Fi min	Fi st	Lun sta	Li n.	App esi
1	ELEV.	60	100	C25/30	B450C	314758	0,20	2500	ORDIN. X0	POCO SENS.	0,00	2,0	3,5	14	8	60	1	0
3	PILAS	60	100	C25/30	B450C	314758	0,20	2500	ORDIN. X0	POCO SENS.	0,00	2,0	3,5	14	8	50	1	0

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO																								
Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	ccRar	ccPer	ofRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	ELEV.	250,0	141,0	141,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	150,0	112,0	3600					2,0	0,08
3	PILAS	250,0	141,0	141,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10	0,4	0,3	150,0	112,0	3600					2,0	0,08

MATERIALI SHELL IN C.A.												
IDENT	%	CARATTERISTICHE					DURABILITA'			COPRIFERRO		
Mat. N.ro	Rig Fls	Classe CLS	Classe Acciaio	Mod. E kg/cm ²	Pois-son	Gamma kg/mc	Tipo Ambiente	Tipo Armatura	Toll. Copr.	Setti (cm)	Piastre (cm)	
1	100	C25/30	B450C	314758	0,20	2500	XC2/XC3	SENSIBILE	1,00	3,5	3,5	

MATERIALI SHELL IN C.A.																								
Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	ccRar	ccPer	ofRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
1	SETTI	250,0	141,0	141,0	4500	4500	3913	2100000	0,20	0,35	1,00	50				0,3	0,2	150,0	112,0	3600				

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI E SU PALI											
IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE			IDEN	CARATTER. MECCANICHE		
Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²	Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²	Crit N.ro	KwVert. kg/cm ²	KwOriz. kg/cm ²	Qlim. kg/cm ²
1	50,00	0,00	Trz/Cmp	2	5,00	0,00	Trz/Cmp	3	15,00	0,00	Trz/Cmp
4	11,00	0,00	Trz/Cmp								

DATI GENERALI DI STRUTTURA			
DATI GENERALI DI STRUTTURA			
Massima dimens. dir. X (m)	7,10	Altezza edificio (m)	0,00
Massima dimens. dir. Y (m)	3,50	Differenza temperatura(°C)	15
PARAMETRI SISMICI			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	II Cu=1.0
Longitudine Est (Grd)	12,27281	Latitudine Nord (Grd)	42,04050
Categoria Suolo	B	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Utente	Sistema Costruttivo Dir.2	Utente
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	50,00
Accelerazione Ag/g	0,04	Periodo T'c (sec.)	0,26
Fo	2,66	Fv	0,70
Fattore Stratigrafia 'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,12
Periodo TC (sec.)	0,37	Periodo TD (sec.)	1,75
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	475,00
Accelerazione Ag/g	0,06	Periodo T'c (sec.)	0,34
Fo	2,90	Fv	1,00
Fattore Stratigrafia 'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	1,86
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	975,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,36
Fo	3,00	Fv	1,12
Fattore Stratigrafia 'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,16
Periodo TC (sec.)	0,49	Periodo TD (sec.)	1,91
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 1			
Fattore di comportam 'q'	2,60		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO ESPlicito - D I R. 2			
Fattore di comportam 'q'	2,60		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			
Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fundament.:	1,30
Livello conoscenza	NUOVA COSTRUZIONE		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

COORDINATE E TIPOLOGIA FILI FISSI						
Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m		Filo N.ro	Ascissa m	Ordinata m
1	0,00	0,00		2	7,10	0,00
3	0,00	3,50		4	7,10	3,50

GEOMETRIA MEGA-PIASTRE ALLA QUOTA 0 m								
Mega N.ro	Tipo Carico	Tipo Sez.	Spess. cm	Kwinkl. kg/cmc	Tipo Mat.	Vert. N.ro	X (m)	Y (m)
1	5	1	30,0	5,0	1	1	0,00	0,00
						2	7,10	0,00
						3	7,10	3,50
						4	0,00	3,50

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della verifica degli elementi bidimensionali allo stato limite ultimo.

Quota N.ro:	: Quota a cui si trova l'elemento
Perim. N.ro	: Numero identificativo del macroelemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica
Nodo 3d N.ro	: Numero del nodo relativo alla suddivisione del macroelemento in microelementi
Nx	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale (il sistema di riferimento locale è quello delle armature)
Ny	: Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale
Txy	: Sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione y e agente sulla faccia di normale x del sistema locale (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali, sforzo tagliante sul piano dell'elemento con direzione x e agente sulla faccia di normale y del sistema locale)
Mx	: Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Nx. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
My	: Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. Per le verifiche è accoppiato allo sforzo normale Ny. Questo momento è incrementato per tenere in conto il valore del momento torcente Mxy
Mxy	: Momento torcente con asse vettore x e agente sulla sezione di normale x (ovvero anche, per la simmetria delle tensioni tangenziali momento torcente con asse vettore y e agente sulla sezione di normale y)
ε_{cx} *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale x *10000 (Es. 0.35% = 35)
ε_{cy} *10000	: Deformazione del calcestruzzo nella faccia di normale y *10000 (Es. 0.35% = 35)
ε_{fx} *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale x *10000 (Es. 1% = 100)
ε_{fy} *10000	: Deformazione dell'acciaio nella faccia di normale y *10000 (Es. 1% = 100)
Ax superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo x. Area totale è l'area della pressoflessione più l'area per il taglio riportata dopo)
Ay superiore	: Area totale armatura superiore diretta lungo y
Ax inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo x
Ay inferiore	: Area totale armatura inferiore diretta lungo y
Atag	: Area per il taglio su ciascuna faccia per le due direzioni
σ_t	: Tensione massima di contatto con il terreno
Eta	: Abbassamento verticale del nodo in esame
Fpunz	: Forza di punzonamento determinata amplificando il massimo valore della forza punzonante (ottenuta dall'involuppo fra le varie combinazioni di carico agenti) per un coefficiente beta raccomandato nell'eurocodice 2 (figura 6.21). Per le piastre di fondazione la forza di punzonamento è stata ridotta dell'effetto favorevole della pressione del suolo
FpunzLi	: Resistenza al punzonamento ottenuta dall'applicazione della formula (6.47) dell'eurocodice 2, utilizzando il perimetro di base definito nelle figure 6.13 e 6.15
Apunz	: Armatura di punzonamento calcolata dalla formula (6.52) dell'eurocodice 2
VEd	: Azione di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2
VRd,max	: Resistenza di taglio-punzonamento secondo la formula (6.53) dell'eurocodice 2

Nel caso di stampa di riverifiche degli elementi con le armature effettivamente disposte sul disegno ferri le colonne delle ε vengono sostituite con:

Molt. : *Moltiplicatore delle sollecitazioni che porta a rottura la sezione, rispettivamente nelle direzioni X e Y*
x/d : *Posizione adimensionalizzata dell'asse neutro rispettivamente nelle direzioni X e Y*

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite di esercizio degli elementi bidimensionali.

Quota : *Quota a cui si trova l'elemento*
Perim. : *Numero identificativo del macro-elemento il cui perimetro è stato definito prima di eseguire la verifica*
Nodo : *Numero del nodo relativo alla suddivisione del macro-elemento in microelementi*
Comb Cari : *Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti*
Fes lim : *Fessura limite espressa in mm*
Fess. : *Fessura di calcolo espressa in mm; se sull'elemento non si aprono fessure tutta la riga sarà nulla*
Dist mm : *Distanza fra le fessure*
Combin : *Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura*
Mf X : *Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)*
N X : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale*
Mf Y : *Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)*
N Y : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale*
Cos teta : *Coseno dell'angolo teta tra l'armatura in direzione X e la direzione della tensione principale di trazione*
Sin teta : *Seno dell'angolo teta*
Combina Carico : *Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls*
s lim : *Valore della tensione limite in Kg/cm²*
s cal : *Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale x*
Conbin : *Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione*
Mf X : *Momento flettente agente sulla sezione di normale x del sistema locale. (Il sistema di riferimento locale è quello delle armature)*
N X : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse x del sistema locale*
s cal : *Valore della tensione di calcolo in Kg/cm² sulla faccia di normale y*
Combin : *Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione*
Mf Y : *Momento flettente agente sulla sezione di normale y del sistema locale*
N Y : *Sforzo sul piano dell'elemento bidimensionale diretto come l'asse y del sistema locale*

RELAZIONE GEOTECNICA

Sono illustrati con la presente i risultati dei calcoli che riguardano il progetto delle armature, la verifica delle tensioni di lavoro dei materiali e del terreno.

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 17/01/2018 pubblicato nel suppl. 8 G.U. 42 del 20/02/2018, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 “*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

• **CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI**

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

q = carico sul piano di fondazione
 B = lato minore della fondazione
 L = lato maggiore della fondazione
 D = profondità della fondazione
 α = inclinazione base della fondazione
 G = peso specifico del terreno
 B' = larghezza di fondazione ridotta = $B - 2 e_B$
 L' = lunghezza di fondazione ridotta = $L - 2 e_L$

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

H = risultante delle forze orizzontali
 N = risultante delle forze verticali
 e_B = eccentricità del carico verticale lungo B
 e_L = eccentricità del carico verticale lungo L
 F_{hB} = forza orizzontale lungo B
 F_{hL} = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = c_u$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$

$$Nq = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp \left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})} \right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp \left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4 \right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'} \right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'} \right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1 - iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1 - dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \text{arc} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$\begin{aligned} bg &= \exp(-2,7\alpha \tan \phi) \\ bc &= bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) && \text{in condizioni D} \\ bc &= 1 - \frac{\alpha}{147} && \text{in condizioni U} \\ bq &= 1 && \text{in condizioni U) } \end{aligned}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$\begin{aligned} gc &= gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} && \text{in condizioni D} \\ gc &= 1 - \frac{\beta}{147} && \text{in condizioni U} \\ gq &= 1 && \text{in condizioni U} \end{aligned}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$\begin{aligned} sg &= 1 - 0,4 \frac{B'}{L'} \\ sq &= 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi \\ sc &= 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc} \end{aligned}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e I_{gk} , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico K_{hi} e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore I_{gk} modifica invece il solo coefficiente N_g ; il fattore N_g viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

• CAPACITÀ PORTANTE DELLE PLATEE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle:

- a) lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;
- b) molle non lineari elasto-plastiche non reagenti a trazione per le travi *Winkler* ed i plinti diretti.

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di *Winkler* del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi *Winkler*. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

- CALCOLO DEI CEDIMENTI**

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$ = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di *Steinbrenner*, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[\frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$$M = B / z$$

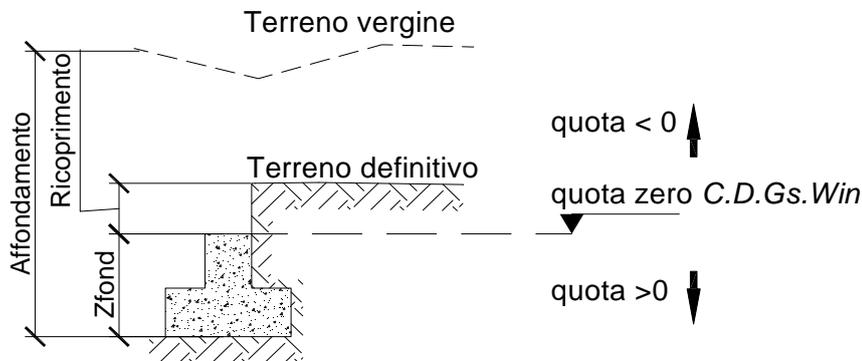
$$N = L / z$$

$$V = M^2 + N^2 + 1$$

$$V1 = (M \times N)^2$$

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante i plinti.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

- Plinto** : Numero di plinto
- Q.t.v.** : quota terreno vergine
- Q.t.d.** : quota definitiva terreno
- Q.falda** : quota falda
- InclTer** : inclinazione terreno
- Num Str** : Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono

Sp.str.	: Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato
Peso Sp	: peso specifico
Fi	: angolo di attrito interno
C'	: coesione drenata
Cu	: coesione NON drenata
Mod.El.	: modulo elastico
Poisson	: coeff. Poisson
Coeff. Lambe	: coefficiente beta di Lambe
Gr.Sovr	: grado di sovraconsolidazione
Mod.Ed.	: modulo edometrico

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA**

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni superficiali (travi *Winkler*, plinti e piastre) in condizioni drenate e non drenate.

Tabella 1: PARAMETRI GEOTECNICI

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento
Infiss	: Infissione base fondazione dalla quota di terreno definitivo (Zfond+Ricoprimento)
Tipo Tabella	: Tipo di tabella (M1/M2) per i coeff. parziali per i parametri del terreno
Gamma	: Peso specifico totale di calcolo
Fi	: Angolo di attrito interno di calcolo in gradi
Coes	: Coesione drenata di calcolo
Mod.El.	: Modulo elastico di calcolo
Poiss	: Coefficiente di Poisson
P base	: Pressione litostatica base di fondazione in condizioni drenate
Indice Rigid.	: Indice di rigidezza
IndRig Crit.	: Indice di rigidezza critico
Cu	: Coesione non drenata
Pbase	: Pressione litostatica base di fondazione in cond. non drenate

Tabella 2: COEFFICIENTI DI PORTANZA

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento
Nc	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Nq	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Ng	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Gc	: Coefficiente di inclinazione del terreno
Gq	: Coefficiente di inclinazione del terreno
bc	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
bq	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
Igk	: Coefficiente per effetti cinematici
Comb.Nro	: Numero della combinazione di carico
Icv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Iqv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Igv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Dc	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
Dq	: Coefficiente di affondamento del piano di posa

Dg	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
Sc	: Coefficiente di forma
Sq	: Coefficiente di forma
Sg	: Coefficiente di forma
Psic	: Coefficiente di punzonamento
Psiq	: Coefficiente di punzonamento
Psig	: Coefficiente di punzonamento

Tabella 3: PORTANZA (per Risultanti)

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
Asta3d, Filo	: Identificativo di input
Comb.	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
Bx'	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
By'	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
GamEf	: Peso specifico efficace di calcolo
QlimV	: Carico limite in condiz. drenate o non drenate comprensivo dei Coeff. Parziali R1/R2/R3
N	: Carico verticale agente
Coeff.Sicur.	: Minimo tra i rapporti ($QlimV/N$) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

Minimo CoeSic	: Minimo coefficiente di sicurezza
N/Ar	: Tensione media agente sull'impronta ridotta
Qlim/Ar	: Tensione limite sull'impronta ridotta
Status Verifica	: Si possono avere i seguenti messaggi:

OK = Verifica soddisfatta

NONVERIF = Non verifica nei seguenti casi:

1. Coefficiente di sicurezza minore di 1
2. Se $Bx=0$ o $By=0$ per eccentricità eccessiva dei carichi
3. Se $QlimV=0$ per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

SCARICA = Verifica soddisfatta: Impronta non sollecitata o in trazione

DECOMPR = Verifica soddisfatta:

4. lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

Tabella 3: PORTANZA (per Tensioni)

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
Asta3d, Filo	: Identificativo di input
Comb.	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
Bx'	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
By'	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
GamEf	: Peso specifico efficace di calcolo
SgmLimV	: Tensione limite in condiz. drenate o non drenate
SgmTerr	: Tensione elastica massima sul terreno
Coeff.Sicur.	: Minimo tra i rapporti ($SgmLimV/SgmTerr$) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

Minimo CoeSic	: Minimo coefficiente di sicurezza
N/Ar	: Tensione media agente sull'impronta ridotta
Qlim/Ar	: Tensione limite media sull'impronta ridotta ($SgmLimV$ minima)
Status Verifica	: Si possono avere i seguenti messaggi:

OK = Verifica soddisfatta

NOVERIF = Non verifica nei seguenti casi:

5. Coefficiente di sicurezza minore di 1
6. Se $B_x=0$ o $B_y=0$ per eccentricita' eccessiva dei carichi
7. Se $S_{gmLimV}=0$ per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate

SCARICA = Impronta non sollecitata o in trazione

DECOMPR = Verifica soddisfatta:

8. lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.

● SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate sia nella tabella di stampa della portanza globale della fondazione, sia nella tabella della portanza di fondazione delle platee calcolata con analisi elastica del terreno:

Tabella 1: Moltiplicatori di Collasso

Comb. Nro	: Numero della combinazione
Risultante	: Valore della risultante delle forze trasmesse dalla fondazione per la combinazione attuale
Resistenza	: Valore della resistenza del terreno mobilitata in base al moltiplicatore dei carichi attuale
Moltipl.Collasso	: Valore del moltiplicatore dei carichi con cui è stato eseguito il calcolo. Poiche' tutti i coefficienti di sicurezza sono gia' stati considerati nei carichi e nelle caratteristiche dei materiali, un moltiplicatore = 1 significa che la verifica di portanza e' soddisfatta.
%Pl.Molle	: Percentuale delle molle in fase plastica nella combinazione attuale
STATUS	: Per moltiplicatori di collasso < 1 mostra NOVERIF, altrimenti OK

Tabella 2: Abbassamenti

Nodo3d	: Numero del nodo3d a cui si riferisce la molla elasto-plastica
SpostZ	: Abbassamento della molla elasto-plastica in corrispondenza del nodo3d
SpostZ/SpostEl	: Fattore di plasticizzazione della molla:

FASE ELASTICA ≤ 1 ; FASE PLASTICA > 1

Se per alcuni nodi non e' stato possibile ottenere la caratterizzazione geotecnica, allora tali nodi vengono esclusi dal modello di calcolo e la relativa molla viene contrassegnata in stampa con la sigla 'SCARTATA'

DATI GENERALI

COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA

	TABELLA M1	TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00	
Peso Specifico	1,00	
Coesione Efficace (c'k)	1,00	
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00	
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)	
Tipo di fondazione	Superficiale	
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2
Capacita' Portante		2,30
Scorrimento		1,10

CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICI - FONDAZIONI SUPERFICIALI

IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO					IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO					IDEN	CARATTERISTICHE DI SITO				
Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)	Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)	Crit N.ro	Falda (m)	Affond (m)	Ricopr (m)	Pend.X (grd)	Pend.Y (Grd)
1		1,00	1,00	0	0	2		1,00	0,70	0	0	3		0,00	0,00	0	0
4		0,00	0,00	0	0												

GEOMETRIA PLATEA

Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro	Shell N.ro	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4	Sez N.ro
1	5	6	7	8	1	2	9	10	11	12	1	3	9	8	7	10	1	4	13	5	8	14	1
5	14	8	9	15	1	6	12	16	15	9	1	7	17	18	12	11	1	8	19	18	17	20	1
9	16	12	18	21	1	10	21	18	19	22	1	11	23	24	6	5	1	12	5	13	25	31	1
13	26	27	7	6	1	14	27	28	10	7	1	15	14	30	29	13	1	16	30	14	15	31	1
17	16	32	31	15	1	18	11	10	28	33	1	19	33	34	17	11	1	20	34	35	20	17	1
21	20	36	37	19	1	22	32	16	21	38	1	23	22	39	38	21	1	24	19	37	40	22	1
25	24	1	26	6	1	26	4	25	13	29	1	27	35	2	36	20	1	28	22	40	3	39	1

STRATIGRAFIA PLATEA

Str. N.ro	Q.t.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm2	Num Str	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/mc	Fi' (Grd)	C' kg/cm2	Cu kg/cm2	Mod.El. kg/cm2	Poisson	Gr.Sovr (%)	Mod.Ed. kg/cm2
1	-0,70	-0,70		0	5,00	1	1,00	1760	25,52	0,05	0,00	100,00	0,20	1	34,00
						2	1,40	2160	25,15	0,15	0,00	500,00	0,20	1	65,00
						3		2200	39,10	0,00	0,00	500,00	0,20	1	703,00

RISULTANTI SOLLECITAZIONI NODI PLATEE - SLU

Nod3d N.ro	Combinazione N.ro	Fz (t)	Nod3d N.ro	Combinazione N.ro	Fz (t)	Nod3d N.ro	Combinazione N.ro	Fz (t)	Nod3d N.ro	Combinazione N.ro	Fz (t)
1	A1/1	-1,15	2	A1/1	-1,20	3	A1/1	-0,90	4	A1/1	-0,84
5	A1/1	-4,72	6	A1/1	-4,74	7	A1/1	-4,89	8	A1/1	-4,88
9	A1/1	-4,88	10	A1/1	-4,89	11	A1/1	-4,89	12	A1/1	-4,88
13	A1/1	-3,82	14	A1/1	-3,66	15	A1/1	-3,66	16	A1/1	-3,66
17	A1/1	-4,89	18	A1/1	-4,88	19	A1/1	-4,95	20	A1/1	-4,91
21	A1/1	-3,66	22	A1/1	-3,98	23	A1/1	-2,29	24	A1/1	-2,29
25	A1/1	-1,98	26	A1/1	-2,38	27	A1/1	-2,45	28	A1/1	-2,45
29	A1/1	-1,46	30	A1/1	-1,23	31	A1/1	-1,23	32	A1/1	-1,23
33	A1/1	-2,45	34	A1/1	-2,45	35	A1/1	-2,43	36	A1/1	-2,46
37	A1/1	-2,51	38	A1/1	-1,23	39	A1/1	-1,51	40	A1/1	-2,15

PARAMETRI GEOTECNICI PIASTRE WINKLER - S.L.U.

IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Piast N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cm2	Mod.El kg/cm2	Poisson	P base kg/cm2	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cm2	P base kg/cm2
1	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	269,79	45,86		
2	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	268,98	45,86		

PARAMETRI GEOTECNICI PIASTRE WINKLER - S.L.U.

IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Piast N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cmq	Mod.El kg/cmq	Poiss on	P base kg/cmq	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cmq	P base kg/cmq
3	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	274,07	45,86		
4	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	275,05	45,86		
5	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	237,59	45,86		
6	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	237,49	45,86		
7	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,60	45,86		
8	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,70	45,86		
9	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,70	45,86		
10	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,60	45,86		
11	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,60	45,86		
12	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,70	45,86		
13	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	243,38	45,86		
14	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	244,45	45,86		
15	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	244,45	45,86		
16	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	244,45	45,86		
17	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,60	45,86		
18	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,70	45,86		
19	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,26	45,86		
20	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	236,51	45,86		
21	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	244,45	45,86		
22	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	242,24	45,86		
23	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	255,96	45,86		
24	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	255,87	45,86		
25	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	259,07	45,86		
26	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	255,05	45,86		
27	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,32	45,86		
28	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,32	45,86		
29	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	265,42	45,86		
30	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	268,64	45,86		
31	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	268,64	45,86		

PARAMETRI GEOTECNICI PIASTRE WINKLER - S.L.U.

IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Piast N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cmq	Mod.El kg/cmq	Poiss on	P base kg/cmq	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cmq	P base kg/cmq
32	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	268,64	45,86		
33	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,32	45,86		
34	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,32	45,86		
35	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,54	45,86		
36	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	254,26	45,86		
37	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	253,77	45,86		
38	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	268,64	45,86		
39	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	264,72	45,86		
40	1,00	M1	1760	25,52	0,05	100,00	0,20	0,18	257,30	45,86		

COEFFICIENTI DI PORTANZA PIASTRE WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.

Piast N.ro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilgk Sism	Coeffincl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento		
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig
1	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,35	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
2	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,34	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
3	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,36	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
4	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,40	1,36	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
5	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,27	1,25	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
6	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,27	1,25	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
7	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
8	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
9	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
10	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
11	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
12	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
13	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
14	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
15	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
16	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
17	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
18	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
19	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
20	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
21	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,29	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
22	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,28	1,26	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
23	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,30	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
24	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,30	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
25	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,34	1,31	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00
26	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,30	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00

COEFFICIENTI DI PORTANZA PIASTRE WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																						
Piastr N.ro	Brinch Hansen			IclTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilg Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento			
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig	
27	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
28	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
29	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,36	1,33	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
30	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,34	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
31	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,34	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
32	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,34	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
33	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
34	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
35	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,30	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
36	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
37	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,32	1,29	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
38	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,38	1,34	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
39	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,36	1,33	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	
40	21,50	11,26	11,71	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,30	1,00	1,52	1,48	0,60	1,00	1,00	1,00	

CARICO LIMITE PIASTRE WINKLER - S.L.U.															
IDENTIFICATIVO					DRENATE		NON DRENATE		RISULTATI						
Piastr N.ro	Nodo3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica	
1	1	A1/1	0,49	0,49	1760	6,7									
2	2	A1/1	0,50	0,50	1760	7,0									
3	3	A1/1	0,43	0,43	1760	5,2									
4	4	A1/1	0,42	0,42	1760	4,9									
5	5	A1/1	0,98	0,98	1760	26,7									
6	6	A1/1	0,99	0,99	1760	26,8									
7	7	A1/1	1,00	1,00	1760	29,0									
8	8	A1/1	1,00	1,00	1760	28,9									
9	9	A1/1	1,00	1,00	1760	28,9									
10	10	A1/1	1,00	1,00	1760	29,0									
11	11	A1/1	1,00	1,00	1760	29,0									
12	12	A1/1	1,00	1,00	1760	28,9									
13	13	A1/1	0,88	0,88	1760	21,6									
14	14	A1/1	0,87	0,87	1760	20,8									
15	15	A1/1	0,87	0,87	1760	20,8									
16	16	A1/1	0,87	0,87	1760	20,8									
17	17	A1/1	1,00	1,00	1760	29,0									
18	18	A1/1	1,00	1,00	1760	28,9									
19	19	A1/1	1,01	1,01	1760	29,3									
20	20	A1/1	1,00	1,00	1760	29,1									
21	21	A1/1	0,87	0,87	1760	20,8									
22	22	A1/1	0,90	0,90	1760	22,6									
23	23	A1/1	0,68	0,68	1760	13,1									
24	24	A1/1	0,69	0,69	1760	13,1									

CARICO LIMITE PIASTRE WINKLER - S.L.U.														
IDENTIFICATIVO					DRENATE		NON DRENATE		RISULTATI					
Piastr N.ro	Nodo3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica
25	25	A1/1	0,64	0,64	1760	11,4								
26	26	A1/1	0,70	0,70	1760	13,6								
27	27	A1/1	0,71	0,71	1760	14,0								
28	28	A1/1	0,71	0,71	1760	14,0								
29	29	A1/1	0,55	0,55	1760	8,4								
30	30	A1/1	0,50	0,50	1760	7,1								
31	31	A1/1	0,50	0,50	1760	7,1								
32	32	A1/1	0,50	0,50	1760	7,1								
33	33	A1/1	0,71	0,71	1760	14,0								
34	34	A1/1	0,71	0,71	1760	14,0								
35	35	A1/1	0,71	0,71	1760	13,9								
36	36	A1/1	0,71	0,71	1760	14,0								
37	37	A1/1	0,72	0,72	1760	14,3								
38	38	A1/1	0,50	0,50	1760	7,1								
39	39	A1/1	0,56	0,56	1760	8,7								
40	40	A1/1	0,66	0,66	1760	12,3								

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU											
Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI		
	Result (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Result (t)	Resist (t)	Moltip. Collasso	%PI. Moll	Moltip. Minimo	STATUS (m)	
A1 / 1	121	127	1,050	0					1,050	OK	

PORTANZA GLOBALE PIASTRE - ABBASSAMENTI COMBINAZ.: A1/1														
Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE		Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE		Nodo3d N.ro	DRENATE		NON DRENATE	
	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl		SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl	SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl		SpostZ (cm)	SpostZ/ SpostEl		
1	-0,102	ELAST.			2	-0,102	ELAST.			3	-0,102	ELAST.		
4	-0,102	ELAST.			5	-0,102	ELAST.			6	-0,102	ELAST.		
7	-0,102	ELAST.			8	-0,102	ELAST.			9	-0,102	ELAST.		
10	-0,102	ELAST.			11	-0,102	ELAST.			12	-0,102	ELAST.		
13	-0,102	ELAST.			14	-0,102	ELAST.			15	-0,102	ELAST.		
16	-0,102	ELAST.			17	-0,102	ELAST.			18	-0,102	ELAST.		
19	-0,102	ELAST.			20	-0,102	ELAST.			21	-0,102	ELAST.		
22	-0,102	ELAST.			23	-0,102	ELAST.			24	-0,102	ELAST.		
25	-0,102	ELAST.			26	-0,102	ELAST.			27	-0,102	ELAST.		
28	-0,102	ELAST.			29	-0,102	ELAST.			30	-0,102	ELAST.		
31	-0,102	ELAST.			32	-0,102	ELAST.			33	-0,102	ELAST.		
34	-0,102	ELAST.			35	-0,102	ELAST.			36	-0,102	ELAST.		
37	-0,102	ELAST.			38	-0,102	ELAST.			39	-0,102	ELAST.		
40	-0,102	ELAST.												