



COMUNE DI SAN MICHELE SALENTINO



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI BRINDISI

Committente:

ECOPUGLIA 1 s.r.l.
via Alessandro Manzoni, 30
Milano

BRIO GREEN s.r.l.
Corso Umberto I - 114
Carovigno (Br)

IMPIANTO FTV - SAN MICHELE SALENTINO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI IMMISSIONE IN RETE PARI A 24,03804 MW, IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MICHELE SALENTINO

oggetto:

**RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI
STRUTTURE**

Elaborato

RT.06

Stato	Data	Modifiche	Revisione
DEFINITIVO	AGOSTO/SETTEMBRE 2022		01

Gruppo di Progettazione

ing. Pasquale MELPIGNANO (capogruppo coordinatore)



SOMMARIO

1	OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	2
2	L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	2
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	5
3.1	Assetto geologico locale.....	5
3.2	Assetto morfologico.....	5
3.3	Considerazioni conclusive delle indagini geologiche.....	5
3.4	Indicazione per fondazioni sottostazione MT/AT.....	7
4	STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....	7
5	CABINE ELETTRICHE.....	12
6	SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA.....	14
7	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	16
7.1	Considerazioni generali.....	16
7.2	Strutture di sostegno.....	17
8	NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	18
9	NORMATIVA E ZONIZZAZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO PER IL COMUNE DI BRINDISI.....	19
10	CALCOLI PRELIMINARI – ANALISI DEI CARICHI – AZIONI SULLE STRUTTURE.....	23
10.1	Azione sismica.....	23
10.2	Azione del vento.....	23
10.3	Azione della neve.....	25
10.4	Carichi variabili.....	26
10.5	Carichi permanenti strutturali (pesi propri) e non strutturali.....	26
10.6	Caratteristiche del terreno di fondazione.....	26
10.7	Qualità dei materiali.....	27
10.7.1	Strutture di fondazione.....	27
10.7.2	Calcestruzzi ed armature per strutture di fondazione.....	27
10.7.3	Strutture di elevazione in c.a.....	28
11	SPECIFICHE TECNICHE RECINZIONE E CANCELLI.....	29

1 OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione si riferisce alle modalità di messa in opera di quanto necessario alla costruzione, in un impianto agrovoltaico, di una unità di produzione di energia elettrica da fonte solare nonché delle relative opere ed infrastrutture connesse da realizzarsi in Contrada Archi Vecchi, agro del Comune di **San Michele Salentino**, in provincia di Brindisi; lo studio afferisce, sostanzialmente, alla necessaria installazione di cabine in monoblocco prefabbricato in c.a.v. in cui alloggiare le macchine elettriche di elevazione della tensione prodotta in campo, i gruppi di conversione statica (inverter centralizzati) nonché le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici e recinzioni. Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed in particolare i dati di progetto originali.

Si ritiene opportuno evidenziare come l'opera, rientrando negli *"impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili"*, in autorizzazione attraverso procedimento unico regionale è dichiarata opera di pubblica utilità, indifferibile ed urgente, ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 387/2003.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

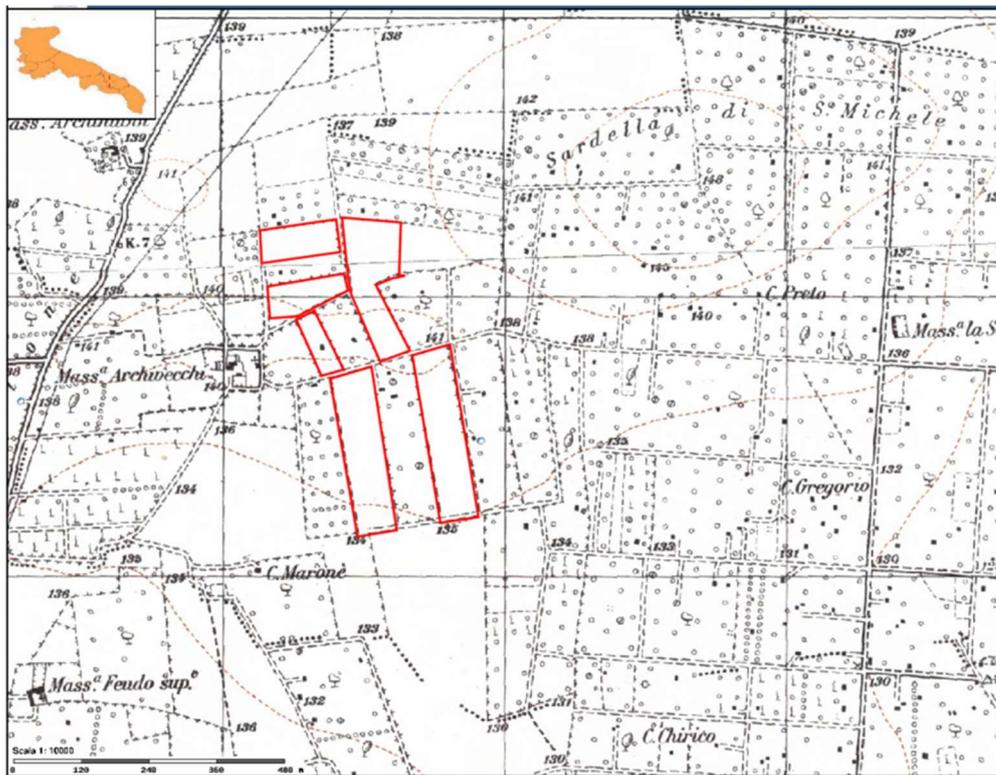
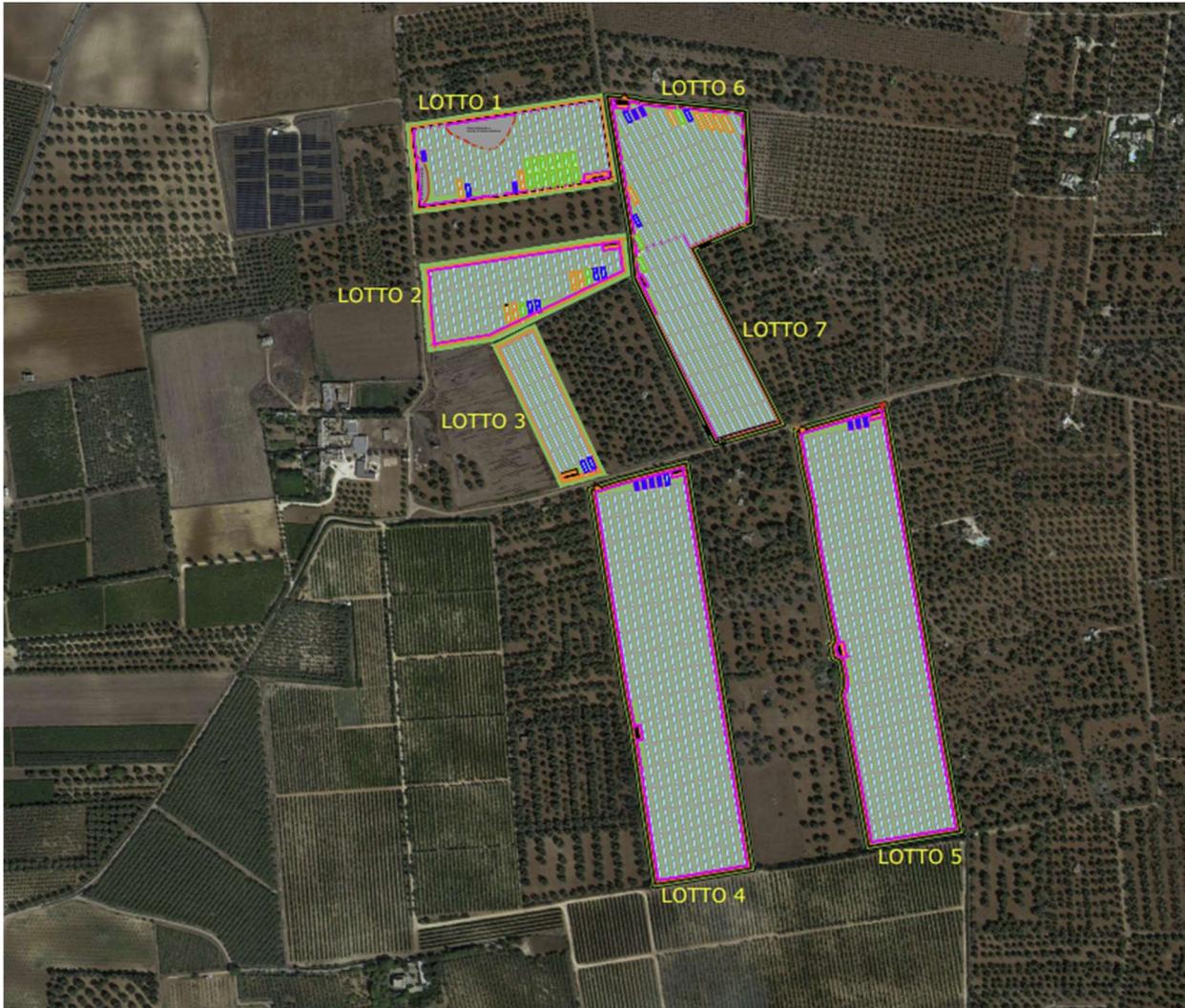
2 L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'unità di produzione energetica si compone di strutture metalliche ad inseguimento solare atte al sostegno dei 39.622 pannelli fotovoltaici; la tecnologia costruttiva in silicio monocristallino ad alta efficienza produttiva (22%) e la potenza unitaria di picco (615 Wp) garantiscono una produzione di energia elettrica la cui potenza complessiva in corrente continua assicura una immissione in Rete di Trasmissione Nazionale, esercita a 150 kV, pari a 24.038,04 kW. Il sito occupa terreni privati utilizzati per l'attività agricola di tipo seminativo che sarà protratta, in seguito alla realizzazione dell'impianto agrovoltaico, con colture agricole specifiche così come rappresentato nella rispettiva relazione agronomica.

Il parco agrovoltaico in progetto è ubicato in Contrada Archi Vecchi, in prossimità della strada provinciale SP 48 di collegamento dei Comuni di San Vito dei Normanni e di San Michele Salentino, da cui dista rispettivamente circa 4.400 e 8.800 metri, a quello di Francavilla Fontana (il cui insediamento urbano è distante circa 6.000 metri). Nel catasto terreni del comune di San Michele Salentino, l'area d'intervento è individuata dai seguenti identificativi catastali:

Registro Catastale Comune San Michele Salentino	
Foglio	Particelle
22	24, 36, 54, 60, 132, 133, 250
24	8, 18





Rappresentazione area di intervento impianto FTV "Archi Vecchi" di San Michele S.no

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

3.1 Assetto geologico locale

Dal rilevamento effettuato si evince che nel dettaglio del progetto, affiorano i calcari.

Questa formazione rappresenta il basamento dei più recenti sedimenti plio-pleistocenici. Costituiscono il substrato sul quale poggia in trasgressione, localmente, la successione sedimentaria del ciclo della Fossa Bradanica, altrove terreni miocenici e plio-pleistocenici riferiti a differenti cicli sedimentari. Si tratta di calcari, calcari dolomitici e dolomie di colore grigio-nocciola, in strati di potenza variabile, da qualche decimetro al metro e talora con giacitura massiccia. Tale formazione è costituita da rocce molto compatte ma a luoghi intensamente fratturata e interessata da fenomeni di dissoluzione di tipo carsico. Questa formazione carbonatica ospita la potente e cospicua falda di fondo. Ottime le caratteristiche fisico-meccaniche con valori a rottura a compressione semplice con carico monoassiale anche superiori ai 500 kg/cm².

3.2 Assetto morfologico

L'area indagata rientra nel foglio 203 tavoletta Brindisi, della Carta Geologica d'Italia scala 1: 100.000 e si trova ad una quota topografica che si attesta tra circa 134-140 m slm.

Nei pressi dell'area di studio sono presenti forme tipiche del modellamento idrografico quali ripe di erosione e più in generale sono presenti numerosi recapiti finali di bacini endoreici e forme carsiche quali grotte e doline. Poco a sud e nell'intorno della zona ci sono delle doline o forme legate al carsismo ed alcuni reticoli idrografici poco gerarchizzati, sono evidenti, inoltre, orli di scarpata delimitanti forme semispianate.

Non esistono, tuttavia, strutture o criticità idrogeomorfologiche tali da inficiare la realizzazione dell'opera di progetto

3.3 Considerazioni conclusive delle indagini geologiche

Dalle indagini geologiche di supporto alla presente progettazione definitiva si può dedurre che:

- L'area interessata dalle opere in progetto non ricade, neanche parzialmente:
 - in aree identificate e perimetrate a pericolosità idraulica;
 - in aree identificate e perimetrate a pericolosità geomorfologica;
 - in aree identificate e perimetrate a rischio idraulico o geomorfologico;
- L'area interessata dalle opere in progetto ricade a meno di 150 m dall'asta fluviale di un corso d'acqua episodico nell'ambito dell'area, identificata dalle Norme Tecniche di

Attuazione del Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia, quale alveo in modellamento attivo;

- L'area interessata dalle opere in progetto non risulta interessata dalla presenza di una falda superficiale fino alla profondità di circa 7,00 m dal piano di campagna;
- Sulla base del valore della velocità equivalente $V_{s,eq}$ di propagazione delle onde di taglio ricavata dall'**analisi sismica** in sito è possibile classificare il sottosuolo di fondazione di tipo **B** ($V_{s,eq} = 364,00$ m/s);
- Le condizioni topografiche dell'area indagata fanno sì che la stessa rientri nella categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ";
- L'area oggetto di studio è sismicamente classificata come zona 4, i parametri e coefficienti sismici locali sono sintetizzati nelle tabelle seguenti:

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	81	30	0,014	2,330	0,154
SLD	63	50	0,019	2,318	0,211
SLV	10	475	0,047	2,485	0,459
SLC	5	975	0,057	2,577	0,522

SLO = Stato Limite di Operatività – SLD = Stato Limite di Danno – SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita – SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso – T_R = Tempo di ritorno – a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno – F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale – T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

COEFFICIENTI SISMICI

STATO LIMITE	S_s [-]	C_c [-]	S_T [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,600	1,000	0,003	0,002	0,164	0,180
SLD	1,200	1,500	1,000	0,004	0,002	0,221	0,180
SLV	1,200	1,290	1,000	0,010	0,005	0,549	0,180
SLC	1,200	1,250	1,000	0,012	0,006	0,676	0,180

SLO = Stato Limite di Operatività – SLD = Stato Limite di Danno – SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita – SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso – T_R = Tempo di ritorno – a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno – F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale – T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

- I principali parametri fisico-meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati, idonei ad ospitare le opere in progetto, sono sintetizzati nella tabella seguente:

LITOLOGIA ORIZZONTALE	PROFONDITA' dal P.C. [m]	PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
SABBIE DEBOLMENTE LOMOSE CON ARGILLA (ORIZZONTE 2)	> 0,40	Coesione /C)	=	0,0 kg/cm ²
		Angolo di attrito	[Sower 1961]	30,00 °
		Modulo Elastico (di Young)	[Schultze-Mensenbach]	96,12 kg/cm ²
		Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	71,54 kg/cm ²
		Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	POCOADDENSATO
		Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
		Peso unità di volume naturale (γ)	[Meyerhof 1951]	1,64 t/m ³
		Peso unità di volume saturo (γ_s)	[Terzaghi-Peck 1948-1967]	1,90 t/m ³
		Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / p_0$	[Navfac 1971-1982]	1,56
		Falda superficiale dal p.c.		NON RILEVATA

In conclusione, al fine di garantire la buona tenuta statica delle opere in oggetto ed evitare il verificarsi di cedimenti differenziali del terreno di fondazione non compatibili con la capacità di resistenza delle strutture in elevazione, si può ipotizzare la realizzazione di fondazioni dirette attestate a profondità superiore ai 0,40 m dal p.c. adottando i parametri geotecnici di cui alla tabella precedente, considerando una categoria sismica di **sottosuolo di tipo B**.

3.4 Indicazione per fondazioni sottostazione MT/AT

Le fondazioni saranno del tipo platea armata, ubicate ad una profondità minima di m 1,0 di profondità dall'attuale piano campagna.

Nella fase di Studio Geologico esecutivo si eseguiranno dettagliate indagini geologiche, con la esecuzione di sondaggi meccanici spinti almeno fino a 10 metri, con prelievo di campioni indisturbati e prove geotecniche di laboratorio.

4 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Le innumerevoli applicazioni del fotovoltaico hanno generato l'esigenza di configurare le strutture di supporto e sostegno dei moduli, per geometria e concezione, in maniera da essere personalizzate per ogni singolo progetto. Qualunque sia la struttura di sostegno prescelta, quest'ultima deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

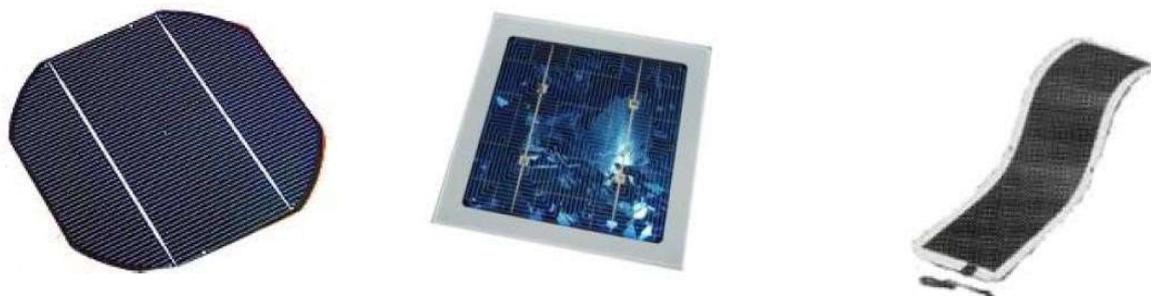
- la neve, per esempio, può comportare sollecitazioni di carico dovute all'accumulo sulla superficie dei moduli;

- la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".
- il sisma, da valutare in funzione della zonizzazione sismica e di effetti locali quali la tipologia di terreno di fondazione;
- le variazioni di temperatura, che può comportare dilatazioni della struttura e generare coazioni interne.

Da non sottovalutare per esempio, nella scelta dei materiali, è anche l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Le tecnologie più comunemente utilizzate per la realizzazione dei moduli fotovoltaici sono:

- Silicio monocristallino, in cui ogni cella è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea (monocristallo), opportunamente drogato in modo da realizzare una giunzione p-n;
- Silicio policristallino, in cui il wafer non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati (policristallo);
- Film sottile, dove in genere la materia attiva può essere ottenuta in forma di gas con il vantaggio di poter essere depositata in strati dello spessore di pochi micron su una grande varietà di superfici di appoggio.



La tecnologia scelta, nel presente progetto, è il pannello in silicio monocristallino.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. *“Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"»* di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 stabiliscono i criteri per i carichi permanenti, carico d'esercizio, sovraccarico neve e azioni termiche.

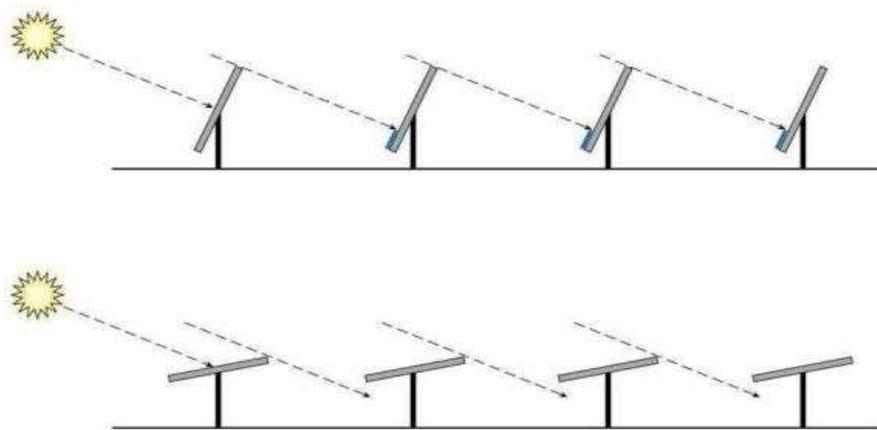
Le strutture di sostegno prese in esame per il presente documento preliminare sono tipiche dei sistemi tracker monoassiali con rollio lungo l'asse Est-Ovest.

La struttura di sostegno del tipo mobile ad inseguitore solare monoassiale, o tracker, utilizza dispositivi elettromeccanici, che gli consentono di seguire il sole durante tutto il giorno da Est a Ovest sull'asse di rotazione orizzontale Nord-Sud (inclinazione 0 °). I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili. La semplice geometria permette di mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro in modo da posizionare opportunamente i tracker l'uno rispetto all'altro. Il modello di inseguitore solare scelto per il progetto in premessa è il TRJHT30PDP della ditta Convert Italia SpA.





Struttura mobile ad inseguitore solare portamoduli TRACKER



Il sistema di backtracking controlla e garantisce che una serie di pannelli non oscuri gli altri pannelli adiacenti. Quando l'angolo di elevazione del Sole è basso nel cielo, all'inizio o alla fine della giornata, l'ombreggiatura automatica tra le righe del tracker può ridurre l'output del sistema. La struttura del tracker TRJ è completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile. È caratterizzata dai seguenti parametri:

- la distanza tra i tracker (l) è impostata in base alle specifiche del progetto in modo che, nella situazione di massima inclinazione dell'inseguitore, l'ombra di una fila non lambisca la fila adiacente;
- l'altezza massima del pannello sarà superiore a 2.10 m e quella minima da terra (D), pari a 0,8 m;
- ogni struttura completa, comprensiva dei pali di fondazione, pesa circa 600 kg



I pali infissi di supporto alla struttura non richiedono alcuna fondazione in cemento. Al fine di massimizzare la superficie di contatto con il terreno il palo scelto è un profilo omega di acciaio, la cui profondità di infissione dipende dal tipo di suolo.

Il kit costituente i componenti delle teste dei pali può essere installato direttamente sui pali di fondazione infissi senza saldatura sul posto. Questa soluzione riduce i tempi di costruzione.

Gli errori di installazione dei pali di fondazione vengono recuperati dalle teste dei pali, dai cuscinetti sferici e dai tubi di torsione. La soluzione TRJ ha un componente che fornisce sia movimento di rotazione che regolazione dell'allineamento della posizione. Questo è possibile grazie a un cuscinetto a strisciamento sferico (simile ai componenti utilizzati nei sistemi di attuazione industriale) incorporato in un "sandwich" che si connette ai pilastri di fondazione ed alle traverse principali.

Considerando la classificazione dell'ambiente corrosivo e considerando una vita di progetto minima di 25 anni, i pali della fondazione saranno zincati a caldo secondo EN ISO 1461: 2009, altre parti saranno zincate a caldo o pregalvanizzate (Sendzmir) in base alle specifiche del progetto.

L'installazione dei pali infissi potrebbe presentare alcuni errori di posizionamento, specialmente quando il palo è infisso per più di un metro nel suolo. La testa del palo è dotata di fori scanalati per viti che consentono una posizione di montaggio tale da compensare l'errore di posizionamento del palo, ripristinando così l'inclinazione Est - Ovest. Gli snodi sferici, invece, consentono il recupero dell'inclinazione Nord - Sud. Infine, la connessione alle traverse con morsetti riduce la distanza tra i montanti e non richiedono fori aggiuntivi nelle travi stesse.

In merito ai suddetti errori sono previste le seguenti tolleranze:

- ± 20 mm di errore in altezza

Dal punto esatto del palo che conduce al punto di allineamento ideale considerando l'altro palo nella struttura del tracker:

- ± 20 mm di errore in direzione Nord – Sud

- ± 20 mm di errore in direzione Est – Ovest
- $\pm 2^\circ$ di errore in inclinazione, rispetto all'ideale linea verticale (questo errore estende la tolleranza totale quando si aggiunge al precedente; si veda punto b.)
- $\pm 5^\circ$ di errore in rotazione, rispetto all'ideale linea verticale che allinea tutte le flange degli altri pali nell'intera struttura del tracker.

In conformità con i vincoli ambientali più rigorosi, questa soluzione elimina la necessità di fondazioni in calcestruzzo, che riduce anche i tempi di costruzione.

I limiti di velocità del vento sono:

- Resistenza al vento fino a 72 km / h valida per qualsiasi posizione di lavoro ($\pm 60^\circ$)
- Resistenza al vento fino a 120 km / h in posizione riposta nel caso di posizionamento automatico di 15° per superfici più piccole.
- Velocità del vento per attivare il meccanismo di difesa: 60 km / h • Tempo di andare da 60° a 0° di inclinazione: 100 sec.

Tutti i valori relativi alla resistenza al vento o al meccanismo di difesa devono essere considerati come valori minimi. I valori di impostazione effettivi saranno conformi alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

Tutti i componenti e le strutture saranno progettati in fase esecutiva per le condizioni ambientali specifiche dei siti in base alle normative locali e in base alle richieste tecniche inclusa l'ipotesi progettuale del carico del vento.

5 CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche saranno del tipo prefabbricato in cemento armato vibrato o messe in opera con pannelli prefabbricati, comprensive di vasca di fondazione prefabbricata in c.a.v. o messe in opera in cemento ciclopico o cemento armato con maglie elettrosaldate, con porta di accesso e griglie di aereazione in vetroresina, impianto elettrico di illuminazione, copertura impermeabilizzata con guaina bituminosa e rete di messa a terra interna ed esterna.



Monoblocco prefabbricato (cabina di sottocampo) tipo Standard DG 2061



Monoblocco prefabbricato (cabina di sezionamento) tipo Standard DG 2081

Il manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

L'armatura interna della cabina sarà totalmente collegata elettricamente, dovrà creare una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto.

L'armatura metallica sarà costituita da acciaio e rete elettrosaldada tipo B450C.

Le pareti esterne dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura.

6 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA

A quanto sopra descritto, in afferenza alla conversione della tensione elettrica in parametri necessari al vettoriamento in media tensione, si elencano le restanti opere di utenza necessarie alla immissione in rete che computano una successiva trasformazione dei parametri elettrici attraverso una sezione di elevazione in alta tensione e la essenziale costruzione di uno "Stallo TR" realizzato con trasformatore di potenza elevatore MT/AT ed elettromeccanici di controllo e protezione, ad isolamento aria (AIS), che realizzano il Quadro AT di stazione.

Per l'esecuzione del progetto sono necessarie le seguenti opere civili:

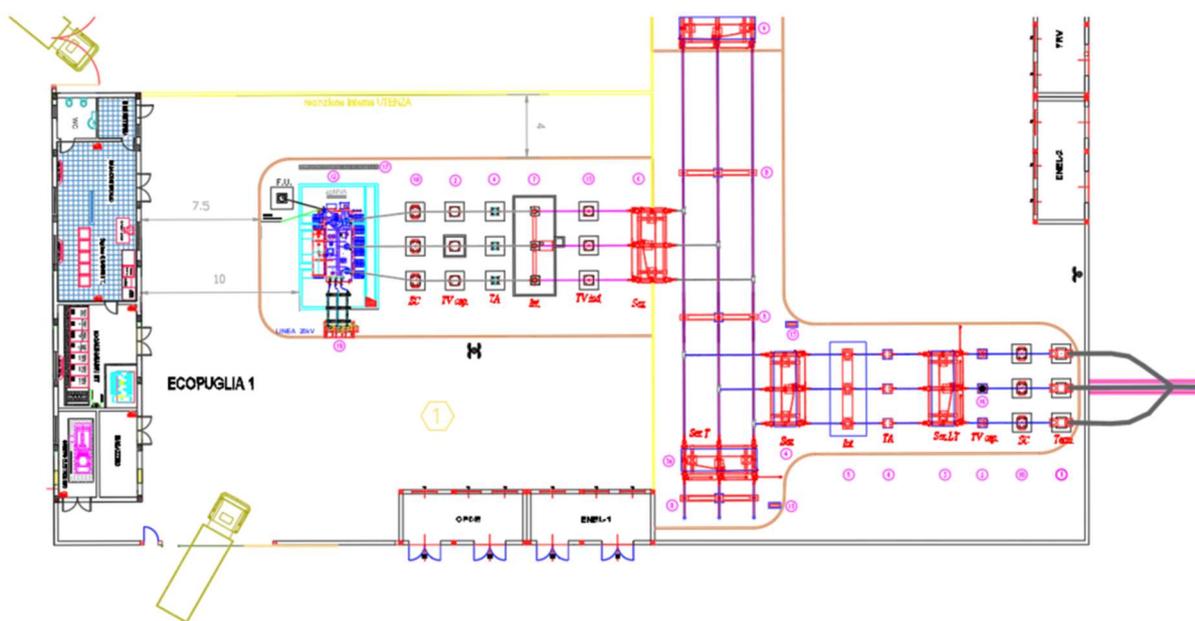
- recinzione dell'area della sottostazione con pannelli di rete metallica galvanizzata, di altezza pari a 2,00 m, su fondazioni in calcestruzzo.

- strutture di fondazione degli apparati elettromeccanici costituite da travi, platee e plinti in cemento armato;
- reti di cavidotti interrati;
- pavimentazioni dei piazzali con bitume per le parti carrabili e inghiaiate per le restanti;
- fabbricato per gli apparati di protezione, sezionamento e controllo.

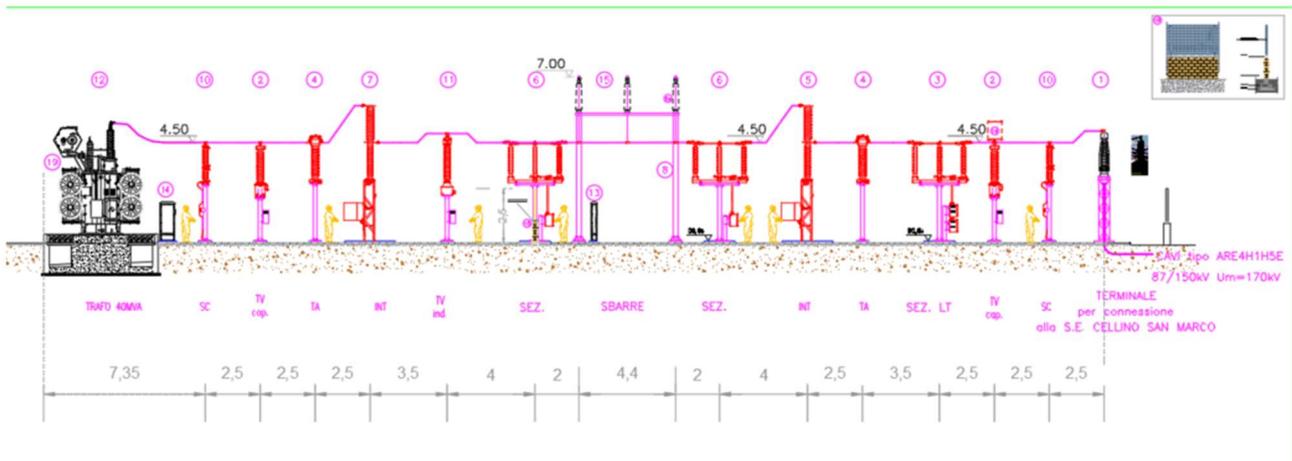
Tutte le opere strutturali saranno dimensionate e verificate rispetto alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018.



Cabina Primaria di elevazione 30/150 kV



Rappresentazione della Stazione di Utenza (rilievo area produttore): Pianta elettromeccanici



Rappresentazione degli elettromeccanici in AT tipici di Cabina Primaria ("Stallo TR" + "Stallo Linea")



Area individuata per la realizzazione della Cabina Primaria/Stazione di Utenza condivisa

7 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1 Considerazioni generali

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: circa 24,03804 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 615 Wp;
- potenza installata lato AC: circa 24 MW;
- n. 10 cabine di conversione statica e trasformazione dell'energia;

- n. 1 cabina di sezionamento;
- n. 1 cabina di monitoraggio in MT;
- elettrodotto in doppia terna con ARE4H1RX 18/30 kV;
- n. 1 Cabina Primaria di elevazione 30/150 kV;
- elettrodotto in XLPE a 150 kV per immissione in RTN.

7.2 Strutture di sostegno

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno del tipo “ad inseguimento solare” con infissione diretta nel terreno.

Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio. Si tratta di una struttura metallica costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.

Il sistema è applicabile sia per siti perfettamente piani che con qualsiasi grado di pendenza.

Per il dimensionamento viene svolta una perizia geologica per il calcolo ottimale della profondità a cui vanno conficcati i profilati in relazione al tipo di terreno. In questo modo viene garantito un ottimale utilizzo dei profili e dei materiali. La struttura di supporto è garantita per 30-35 anni. La configurazione del generatore fotovoltaico sarà a file parallele con assetto orizzontale del piano di supporto pannelli, quindi ad angolo di tilt pari a 0°, e distanza tra le file pari a circa 4.9 metri; distanza tra file e l'angolo di tilt sono stati scelti al fine di incrementare ridurre l'uso del suolo lasciando inalterata la produttività del parco.

La configurazione elettrica delle stringhe sarà raggiunta usando le seguenti composizioni:

Struttura 1x37 moduli fotovoltaici

- Dimensione 42 m x 2,018 m x 2,10 m (H_{max});
- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
 - 7 pali di lunghezza pari a circa 2,5 m, comprensiva della porzione infissa nel suolo (la cui dimensione effettiva sarà calcolata in sede di progettazione esecutiva)

- 4 tubolari quadrati, le cui dimensioni variano in funzione della tipologia del terreno e della velocità del vento (che saranno calcolate in sede di progettazione esecutiva)
- Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello – Componenti detentori del movimento:
- 7 teste dei pali (2 sui pali estremi, 4 sui pali intermedi e 1 di supporto al motore sul palo centrale)
- Quadro comandi elettronico per il movimento (1 quadro può servire 10 strutture)
- Motori (CA elettrico lineare - mandrino - attuatore).

Struttura 1x20 moduli fotovoltaici

- Dimensione 31 m x 2,018 m x 2,10 m (H_{max});
- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
 - 5 pali di lunghezza pari a circa 2,5 m, comprensiva della porzione infissa nel suolo (la cui dimensione effettiva sarà calcolata in sede di progettazione esecutiva)
 - 2 tubolari quadrati, le cui dimensioni variano in funzione della tipologia terreno e della velocità del vento (che saranno calcolate in sede di progettazione esecutiva)
 - Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello – Componenti detentori del movimento:
 - 5 teste dei pali (2 sui pali estremi, 2 sui pali intermedi e 1 di supporto al motore sul palo centrale)
 - Quadro comandi elettronico per il movimento (1 quadro può servire 10 strutture)
 - Motori (CA elettrico lineare - mandrino - attuatore).

8 NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Il progetto delle strutture costituenti la centrale in esame è stato elaborato con le prescrizioni della normativa tecnica vigente nel nostro Paese, e con le indicazioni contenute in pubblicazioni specializzate. Si richiamano, in particolare, i seguenti testi normativi:

- D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018);
- Circ. Min. Infrastr. Trasporti n.617 dd. 02.02.2009 – “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008;
- O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006 - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

- O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/2005 - Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.G.R. n. 260 del 07/03/2005 – "L.R. 20/00 – O.P.C.M. 3274/03 – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e relativi adempimenti – Recepimento O.P.C.M. n. 3379/04 – Prolungamento del periodo temporale stabilito con il 7° disposto della deliberazione G.R. n. 153/04"
- D.G.R. n. 597 del 27/04/2004 – "L.R. 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 - Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e relativi adempimenti - Recepimento O.P.C.M. n. 3333/04 e conseguente rettifica della deliberazione G.R. n. 153/04"
- D.G.R. n. 153 del 02/03/2004 - L.R. 20/00. O.P.C.M. 3274/03. Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti. Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi
- D.M. 16/01/1996 - Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi, e relativa Circolare Ministeriale n. 156 del 04/07/1996;
- Lg. n. 64 del 02/02/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Lg. n. 1086 del 05/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Allegato alla Lg. n. 1684 del 25/11/1962 - Elenco dei Comuni e frazioni e parti di Comune nei quali è obbligatoria l'osservanza delle norme tecniche di edilizia per le località sismiche della 1ª e della 2ª categoria;

9 NORMATIVA E ZONIZZAZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO PER IL COMUNE DI LATIANO

Sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 (suppl.) del 08.05.2003 è stata pubblicata l'O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per

l'Edilizia”), hanno compilato l’elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Zona 1 – È la zona più pericolosa. La probabilità che capiti un forte terremoto è alta
Zona 2 - In questa zona forti terremoti sono possibili
Zona 3 - In questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zona 1 e 2
Zona 4 - È la zona meno pericolosa: la probabilità che capiti un terremoto è molto bassa

La citata O.P.C.M ha, fra l’altro, sancito che la potestà regionale di individuazione, formazione ed aggiornamento dell’elenco delle zone sismiche ricadenti nel territorio regionale doveva essere esercitata sulla base dei criteri approvati e contenuti nell’Allegato 1 all’O.P.C.M.

La Regione Puglia, in applicazione del citato O.P.C.M. n. 3274, con deliberazione della G.R. n. 153 del 02 marzo 2004, stabiliva fra l’altro di:

- provvedere alla prima, ancorché temporanea, riclassificazione sismica del territorio regionale pugliese, così come individuata nell’Allegato 1 alla presente deliberazione per farne parte integrante, riservandosi di provvedere definitivamente alla predetta riclassificazione sismica, successivamente all’intervenuta elaborazione della nuova mappa nazionale del rischio sismico a cura della competente Amministrazione statale;
- stabilire che, sino ad eventuale diversa determinazione, non sussiste l’obbligo della progettazione antisismica per gli edifici e le opere da realizzare sul territorio regionale pugliese, classificato in zona sismica 4;
- di introdurre l’obbligo della progettazione antisismica, in conformità alle norme tecniche previste per la zona sismica 3, per i nuovi edifici ed opere infrastrutturali, individuati quali strategici e rilevanti ai fini della protezione civile e dell’eventuale collasso degli stessi, da realizzare nel territorio regionale pugliese classificato in zona sismica 4

Le novità introdotte con l’ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate, grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza (Ingv, Reluis, Eucentre). Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004), previsto dall’O.P.C.M. n. 3274/03, è stato adottato con l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all’OPCM n. 3519/2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

<i>Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag]</i>	<i>numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)</i>
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25 \text{ g}$	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 \text{ g}$	0,05 g	1.982

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

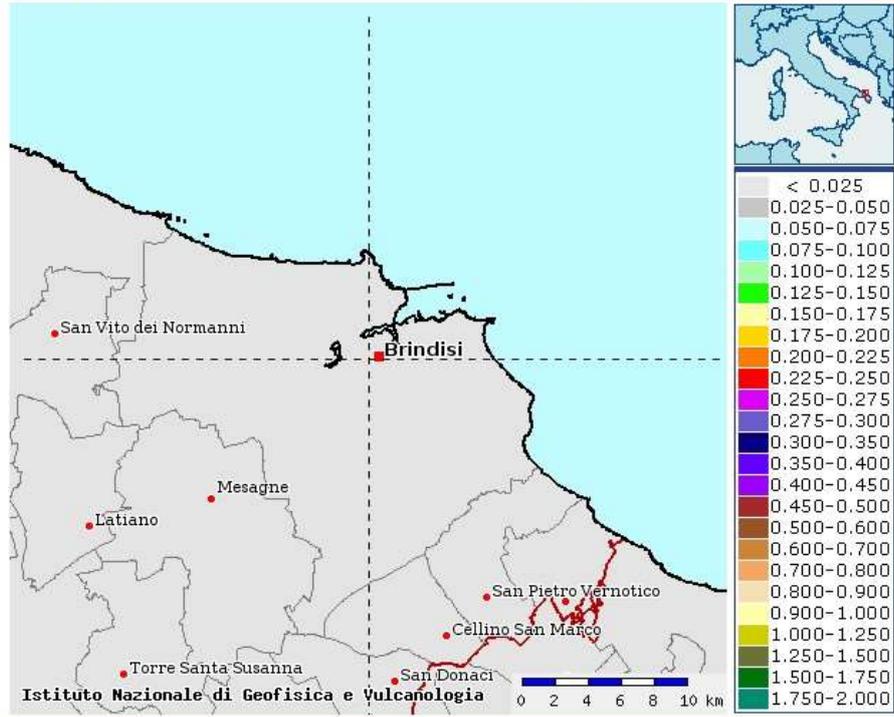
Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D M. 14 gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

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

L'entrata in vigore della revisione della norma NTC2008 nel 2018 con il Decreto 17 gennaio 2018, segna inoltre il definitivo abbandono della metodologia delle Tensioni Ammissibili a favore del metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, eliminando definitivamente i riferimenti alle zone sismiche.

Si riporta di seguito il valore dell'accelerazione di picco su suolo rigido per il sito in esame.

Mappe interattive di pericolosità sismica



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)
Scala:

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:
Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome contiene:

Selezione mappa

<input type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input checked="" type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	<input type="text" value="a(g)"/>	<input type="text" value="10%"/>	<input type="text" value="50"/>	<input type="text"/>

Comune	Zona Sismica	Comune	Zona Sismica
BRINDISI	4	Oria	4
Carovigno	4	Ostuni	4
Ceglie Messapica	4	San Donaci	4
Cellino San Marco	4	San Michele Salentino	4
Cisternino	4	San Pancrazio Salentino	4
Erchie	4	San Pietro Vernotico	4
Fasano	4	San Vito dei Normanni	4
Francavilla Fontana	4	Torchiarolo	4
Latiano	4	Torre Santa Susanna	4
Mesagne	4	Villa Castelli	4

Classificazione sismica della provincia di Brindisi

10 CALCOLI PRELIMINARI – ANALISI DEI CARICHI – AZIONI SULLE STRUTTURE

10.1 Azione sismica

Per l'azione sismica si veda il precedente capitolo 5.

10.2 Azione del vento

L'azione del vento è calcolata in conformità a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni [cap. 3.3]. In particolare, è stata valutata l'entità dell'azione del vento gravante sulle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici, nella ipotesi di struttura isolata:

Zona 3 [Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)]



Classe di rugosità del terreno D [Aree prive di ostacoli]

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

Distanza dalla costa

T_R (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

150	[m]
21	[km]
50	[anni]
II	

Calcolo della velocità di riferimento del vento

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_a
3	27	500	0,37	1,000

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

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 27,00 m/s

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

c_r coefficiente di ritorno 1,00
 v_r (velocità di riferimento) 27,02 m/s

Pressione cinetica di riferimento

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/mq])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$$

Pressione cinetica di riferimento q_r 456,29 [N/m²]

Calcolo dei coefficienti

- **Coefficiente dinamico $c_d=1,00$**
- **Coefficiente topografico $c_t=1,00$**
- **Coefficiente di esposizione**

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

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

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	$z = 3,00$
Coefficiente di esposizione al colmo	$c_{e,\text{colmo}}$	1,80	$z = 3,00$

- **Coefficiente di forma**

(1) parete sopravento	c_p
	0,40
(2) copertura sopravento	c_p
	-0,80
(3) copertura sottovento	c_p
	-0,80
(4) parete sottovento	c_p
	-0,80

Calcolo della pressione del vento

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

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

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	0,40	0,33
(2) cop. sopravent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66
(3) cop. Sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66
(4) par. sottovent.	0,456	1,00	1,00	1,801	-0,80	-0,66

Pressione del vento in direzione tangenziale q_{tan} 8,22 [N/m²]

10.3 Azione della neve

L'azione della neve è calcolata in conformità a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni [cap. 3.4].

Definizione dei dati: Comune di Brindisi, zona III, 50 m s.l.m.

<p>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</p>	<p>$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/48)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$</p>
--	--



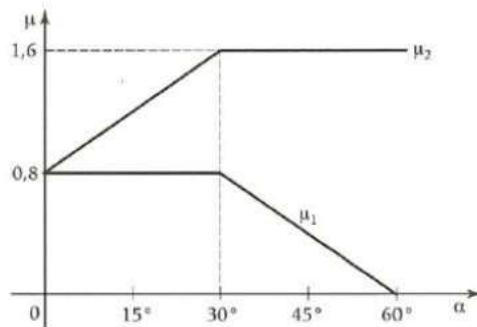
Calcolo del carico neve al suolo: q_{sk} 0,60 [KN/m²]

Calcolo dei coefficienti

Classe di topografia [normale] $c_e=1,00$

Coefficiente termico $c_t=1,00$

Coefficiente di forma



$\mu_1 (\alpha_1)$	0,80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0,80
$\mu_2 (\alpha)$	0,80

	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60$
$\mu_1 (\alpha)$	0,80	$0.8(60-a)/30$	0,00
$\mu_2 (\alpha)$	$0.8+0.8 a/30$	1,60	0,00

10.4 Carichi variabili

Gli orizzontamenti delle cabine potranno presentare, in funzione delle tipologie di destinazioni d'uso, i seguenti carichi variabili:

		q_k	u.m.
B1	Uffici non aperti al pubblico	2,00	[kN/m ²]
H1	Coperture e sottotetti accessibili per la sola manutenzione	0,50	[kN/m ²]

10.5 Carichi permanenti strutturali (pesi propri) e non strutturali

I sovraccarichi permanenti adottati sono i seguenti:

- solai di copertura piani non praticabili: $g = 1,5 \text{ kN/m}^2$;
- solai intermedi praticabili: $g = 2,5 \text{ kN/m}^2$.

Le murature e i parapetti portati genereranno i seguenti sovraccarichi sulle strutture portanti: muratura esterna di tamponamento in laterizio forato ($s=30 \text{ cm}$): 460 daN/m^2 .

10.6 Caratteristiche del terreno di fondazione

Per la completa caratterizzazione del terreno di fondazione si rimanda alla relazione geologica. Nella descrizione del terreno di fondazione redatta dal geologo, dott. Dario Fischetto, si rileva che il piano di sedime è caratterizzato da sabbie debolmente limose con argilla. Pertanto, è stata ipotizzata, in via del tutto cautelativa, la seguente tipologia di terreno di fondazione:

facies costituita da argille sabbiose:

γ (peso di volume) = 1950 g/cm^3 ;

ϕ (angolo di attrito interno) = 20° - 24° ;

c' (coesione drenata) = $0,15 - 0,20 \text{ Kg/cm}^2$.

Per il calcolo della portanza della fondazione in corrispondenza di terreni costituiti da argille sabbiose è stata utilizzata la seguente formula di Terzaghi:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

Dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cdot \cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$a = e^{(0,75 \cdot \pi - \phi/2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

Nel caso in esame, applicando la suddetta formula, si ottiene una resistenza ultima pari a circa **2,5 kg/cm²**.

Pertanto, imponendo un coefficiente di sicurezza pari a 3, in via del tutto cautelativa, è stata assunta una tensione ammissibile massima del terreno di fondazione pari a circa: **q_{amm} = 0,5 kg/cm²**

10.7 Qualità dei materiali

10.7.1 Strutture di fondazione

Le strutture di fondazione sono dirette, del tipo a platea.

Il piano di imposta delle strutture di fondazione sarà regolarizzato e bonificato preliminarmente mediante uno strato di calcestruzzo magro, spesso almeno 15 cm, di resistenza caratteristica non inferiore a R_{ck} 15 N/mm².

10.7.2 Calcestruzzi ed armature per strutture di fondazione

È stato previsto l'uso di cemento Pozzolanico, tipo CEM IV/B 32.5, allo scopo prevenire i modesti rischi di aggressione da parte dei terreni e delle acque di infiltrazione; la classe 32.5 consente, inoltre, di ridurre gli effetti negativi del ritiro e di assicurare, come implicita conseguenza della classe di resistenza imposta da esigenze statiche, un rapporto acqua/cemento assai ridotto, con grande vantaggio per la qualità e durabilità delle opere. Le caratteristiche prestazionali meccaniche e qualitative di composizione, prescritte per i calcestruzzi relativi alle fondazioni, sono le seguenti:

Calcestruzzo per strutture di fondazione

Classe di resistenza:	C25/30
-----------------------	--------

Classe di esposizione:	XC2
Max rapporto a/c:	0.60
Tipo e classe di cemento:	CEM IV/B 32.5 R (Pozzolatico/UNI-ENV 197/1)
Dosaggio min. di cemento:	300 Kg/m ³
Dimensione max aggregati:	30 mm
Classe di consistenza:	S4 (UNI EN 206/1)

Inerti costituiti da ghiaia e sabbia pulita costituiti da elementi non gelivi e non friabili e privi di sostanze organiche, limose o argillose, del tipo calcareo-dolomitico nel rispetto dei fusi granulometrici.

Acqua: limpida, priva di sali (in particolare solfati e cloruri) e non aggressiva.

Acciaio

Gli acciai prescritti per la realizzazione delle strutture di fondazione in c.a. hanno le seguenti caratteristiche prestazionali e qualitative:

- acciaio tipo B450C;
- nervato ad "alta aderenza" (EN 10080); -
- saldabile ($C \leq 0.24\%$; $C_{eq} \leq 0.52\%$).

10.7.3 Strutture di elevazione in c.a.

Le strutture di elevazione in c.a. sono costituite da pilastri e travi in c.a.

Gli impalcati sono costituiti da solai con fondello in calcestruzzo e nervature parallele semi-prefabbricate a traliccio.

Calcestruzzi per strutture di elevazione

I calcestruzzi per le strutture di elevazione saranno confezionati con cemento Portland al calcare classe "32.5 R" al fine di ridurre gli effetti negativi del ritiro e di assicurare, come implicita conseguenza della classe di resistenza imposta da esigenze statiche, un rapporto acqua/cemento assai ridotto, con grande vantaggio per la qualità e durabilità delle opere.

Le prescrizioni relative alla "resistenza", nonché quelle necessarie per garantire la qualità e durabilità dei manufatti, sono le seguenti:

Classe di resistenza:	C30/37
Classe di esposizione:	XC3
Max rapporto a/c:	0.55
Tipo e classe di cemento:	CEM II/A-L 32.5 R (Portland al calcare / UNI-ENV 197/1)
Dosaggio min. di cemento:	320 Kg/m ³
Dimensione max aggregati:	20 mm
Classe di consistenza:	S4 (UNI EN 206/1)

Inerti costituiti da ghiaia e sabbia pulita costituiti da elementi non gelivi e non friabili e privi di sostanze organiche, limose o argillose, del tipo calcareo-dolomitico nel rispetto dei fusi granulometrici.

Acqua: limpida, priva di sali (in particolare solfati e cloruri) e non aggressiva.

Acciaio per strutture di elevazione

Gli acciai prescritti per la realizzazione delle strutture in elevazione in c.a. hanno le seguenti caratteristiche prestazionali e qualitative:

- acciaio tipo Fe B 450 C;
- nervato ad "alta aderenza" (EN 10080); -
- saldabile ($C \leq 0.24\%$; $C_{eq} \leq 0.52\%$).

Per quanto concerne reti e tralicci di acciaio elettrosaldati, si fa espresso riferimento al punto 11.3.2.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

11 SPECIFICHE TECNICHE RECINZIONE E CANCELLI

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione che delimiterà le aree di installazione dell'impianto fotovoltaico.

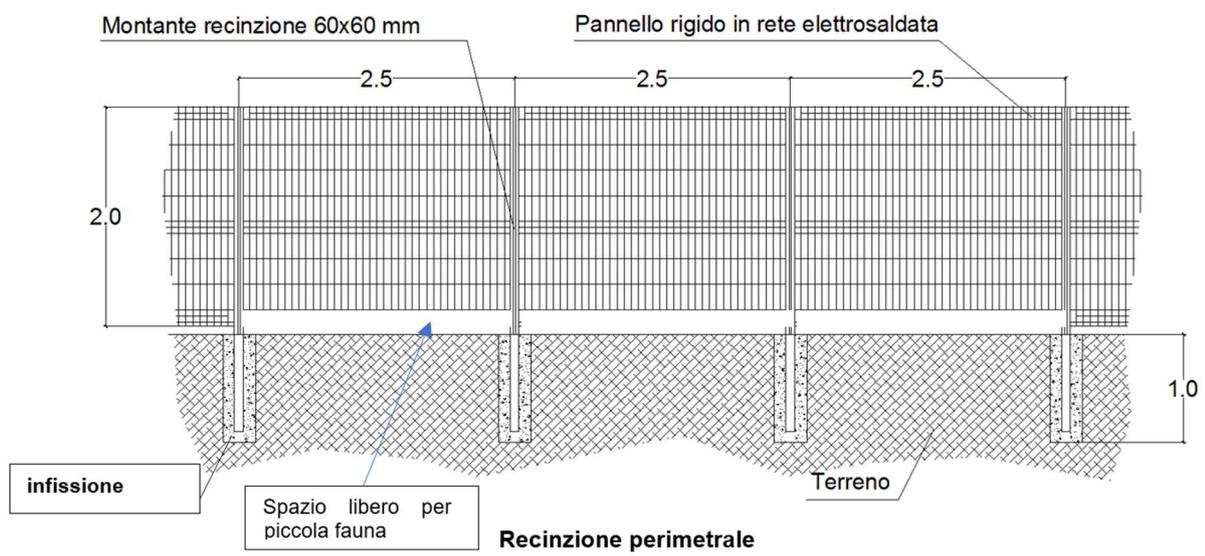
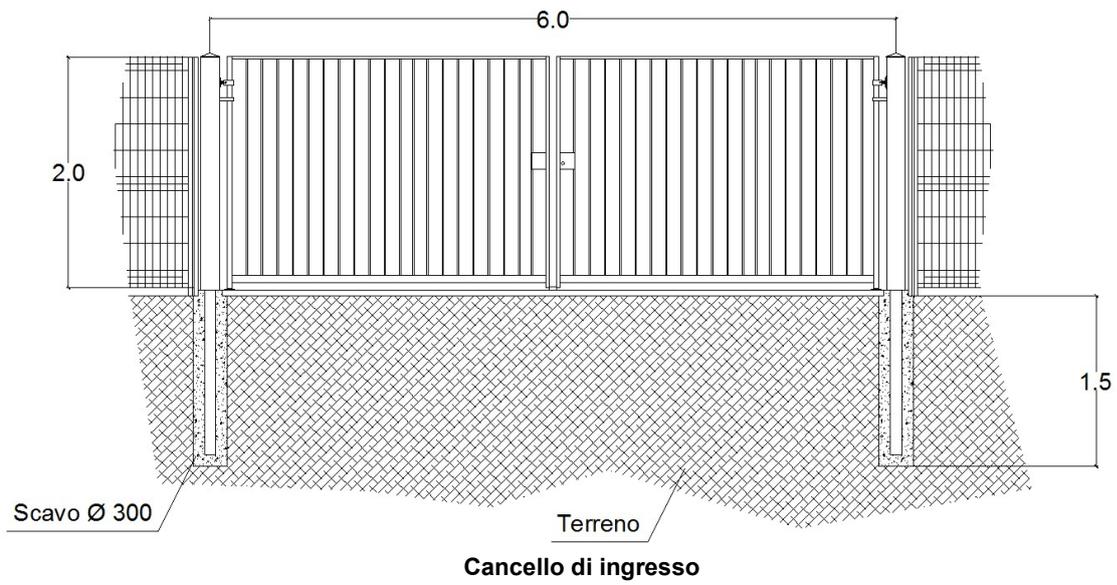
Essa sarà della seguente tipologia:

- pali in acciaio zincato, infissi nel terreno e collegati tra loro attraverso morsetti doppi;
- rete a maglia sciolta, fissata ai pali mediante tensori di acciaio.

I pali sono particolarmente resistenti tali da evitare la torsione del palo in caso di sollecitazioni e forzature. Tale tipologia di recinzione garantisce un basso impatto e quindi un'integrità ambientale. La recinzione avrà un'altezza di 2,00 m.

I cancelli d'ingresso saranno realizzati in acciaio zincato, sorretti da pilastri in scatolare metallico e da basamento completamente interrato. Il posizionamento e le dimensioni saranno tali da permettere un agevole ingresso dei mezzi pesanti impiegati in fase di realizzazione e manutenzione. Tutto il sistema di recinzione sarà direttamente infisso nel terreno senza la realizzazione di alcun basamento in calcestruzzo.

(solo eventualmente, ed in accordo con gli enti interessati, sarà valutata la possibilità di stabilizzare l'infissione dei pali metallici con gettata di calcestruzzo).



Brindisi, 25 agosto 2022

Ing. Pasquale Melpignano