



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di FOGGIA



COMUNE di MANFREDONIA



<p>PropONENTE</p>	<p><b>LUCKY WIND s.p.a.</b>          Piazza C. Battisti, 27   71121 Foggia          Tel. 0881.630470-630404   Fax 0881.630417          P.IVA 02116900719</p> 				
<p>PROGETTAZIONE GENERALE, ELETTRICA E COORDINAMENTO</p>	 <p><b>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA</b>          MEZZINA dott. ing. Antonio          Via T. Solis 128   71016 San Severo (FG)          Tel. 0882.228072   Fax 0882.243651          e-mail: info@studiomezzina.net</p>   				
<p>STUDIO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE</p>	 <p><b>Arch. Antonio Demaio</b>          Tel. 0881.756251   Fax 1784412324          E-Mail: sit.vega@gmail.com</p>	<p>STUDIO GEOLOGICO E IDRAULICO</p>	<p><b>Studio di Geologia Tecnica &amp; Ambientale</b>  <b>Dott.sa Geol. Giovanna Amedei</b>          Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg)          Tel./Fax 0884.965793   Cell. 347.6262259          E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it</p>		
<p>STUDIO ARCHEOLOGICO</p>	 <p><b>Dott. Vincenzo Ficco</b>          Tel. 0881.750334          E-Mail: info@archeologicasrl.com</p>	<p>STUDIO NATURALISTICO</p>	<p><b>Dott. Forestale Luigi Lupo</b>          Corso Roma, 110          71121 Foggia          E-Mail: luigilupo@libero.it</p>		
<p>STUDIO ACUSTICO</p>	<p><b>Arch. Marianna Denora</b>          Via Savona, 3 - 70022 Altamura (BA)          Tel. Fax 080 3147468          E-Mail: info@studioprogettazioneacustica.it</p>	<p>STUDIO SICUREZZA</p>	 <p><b>Ing. Antonio Falcone</b>          Tel. 0884.534378   Fax. 0884.534378          E-Mail: ing.falcone@alice.it</p>		
<p>OPERA</p>	<p>Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, e sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, con potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.</p>				
<p>PROCEDIMENTO</p>	<p style="text-align: center;"><b>ISTANZA DI AUTORIZZAZIONE UNICA</b>  <b>ai sensi dell'art. 12 del D.lgs. 387/2003 e s.m.i.</b></p>				
<p>OGGETTO</p>	Folder: Documentazione specialistica del progetto definitivo			Sezione: <b>B</b>	
	Nome Elaborato: JOQSENO_DocumentazioneSpecialistica_12.pdf			Codice Elaborato: B12	
	Descrizione Elaborato: Relazione descrittiva fondazioni e modalità installazione delle strutture a sostegno dei pannelli fotovoltaici				
<p>02</p>	<p>Dicembre 2020</p>	<p>Integrazioni procedimento A.U.</p>	<p>Ing. M. A. Merlino</p>	<p>Ing. A. Mezzina</p>	<p>LUCKY WIND S.p.a.</p>
<p>01</p>	<p>Gennaio 2020</p>	<p>Progetto definitivo per Istanza di A.U.</p>	<p>Ing. M. A. Merlino</p>	<p>Ing. A. Mezzina</p>	<p>LUCKY WIND S.p.a.</p>
<p>00</p>	<p>Luglio 2019</p>	<p>Richiesta di V.I.A.</p>	<p>Ing. M. A. Merlino</p>	<p>Ing. A. Mezzina</p>	<p>LUCKY WIND S.p.a.</p>
<p>Rev.</p>	<p>Data</p>	<p>Oggetto della revisione</p>	<p>Elaborazione</p>	<p>Verifica</p>	<p>Approvazione</p>
<p>Scala: /</p>		<p>Codice Pratica <b>JOQSENO</b></p>			
<p>Formato: A4</p>					



LUCKY WIND SpA - Piazza Cesare Battisti, 27 - FOGGIA

Pagina 1 di 17

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

**PROPONENTE:**

**LUCKY WIND s.p.a.**

Sede Legale: Piazza C. Battisti, 27 | 71121 Foggia

Tel.: 0881.630470-630404 | Fax 0881.630417

C.F. e P.IVA 02116900719

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO INTEGRATO CON ALLEVAMENTO OVI-CAPRINO, DI POTENZA PARI A 49,912 MWp, E SISTEMA DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA DI 25MW/50MWh, CON POTENZA COMPLESSIVA AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 75 MW, SU TERRENI CON VINCOLO ZVN (ZONE A VULNERABILITÀ DA NITRATI - D.G.R. N. 1408 DEL 06/09/2016), COME PROGRAMMA DI RICONVERSIONE TEMPORANEA E MIGLIORAMENTO BIO-STRUTTURALE DEI SUOLI OGGETTO DELL'INTERVENTO E DELLE FALDE SOTTERRANEE, FINALIZZATO AL RECUPERO DEL LORO VALORE AGRONOMIC, NONCHÉ DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALLA COSTRUZIONE E ALL'ESERCIZIO DELL'IMPIANTO.**

**RELAZIONE DESCRITTIVA FONDAZIONI STRUTTURE DI  
SOSTEGNO PANNELLI FOTOVOLTAICI E DELLA RECINZIONE**



Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

1. PREMESSA.....	3
2. ASPETTI GEOTECNICI .....	3
3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI TRACKER.....	6
4.DESCRIZIONE TECNICA DEL SISTEMA DI SUPPORTO .....	8
5. RECINZIONI E CANCELLI .....	13
6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI .....	14
7. Durabilità .....	16
8. CONCLUSIONI.....	16



Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

## 1. PREMESSA

La presente relazione preliminare ha lo scopo di descrivere la geometria degli elementi strutturali di sostegno dei pannelli fotovoltaici e delle recinzioni del progetto per la realizzazione di un impianto integrato fotovoltaico-agricolo-pastorale finalizzato sia alla produzione di energia elettrica tramite la tecnologia solare fotovoltaica Il presente documento costituisce la Relazione Descrittiva del Progetto Definitivo di un impianto agro-fotovoltaico denominato "Panetteria del Conte" integrato con allevamento ovi-caprino , avente potenza di picco pari a 49,9126 MWp e potenza ai fini della connessione pari a 75 MW sito nel Comune di Manfredonia (FG) in località "Panetteria del Conte" , nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Resta inteso che le effettive strutture saranno opportunamente verificate in sede di progettazione **esecutiva** e che la tipologia individuata potrà essere sostituita con altra similare sempre **nel rispetto di dimensioni e sistema di inseguimento solare.**

Le strutture utilizzate sono quindi rappresentate da inseguitori solari monoassiali con sopra ancorati i moduli fotovoltaici le cui caratteristiche dimensionali e geometriche sono meglio rappresentate nelle allegate tavole grafiche. Tali strutture vengono infisse nel terreno mediante battitura dei montanti e senza utilizzo di calcestruzzo o altro materiale.

Relativamente alle altre strutture presenti nel progetto, quali elementi prefabbricati, vani tecnici, recinzione metallica, cancelli di ingresso e sistemi di illuminazione/videosorveglianza, vengono di seguito esplicitate le modalità di verifica richiamate al punto 3 dell'art. 29 del DRP 207/2010 rinviando quindi alla fase di progettazione esecutiva il calcolo e la verifica strutturale con relativi grafici e disegni esecutivi delle opere. A tal proposito si precisa che trattasi di elementi prefabbricati e/o accessori funzionali pre-assemblati forniti e posati in opera da ditte specializzate e quindi accompagnati da idonea certificazione di conformità anche sotto il profilo strutturale.

## 2. ASPETTI GEOTECNICI

Il territorio del comune di Manfredonia si estende su di una superficie di 352 Km<sup>2</sup>, con differenze di quota che vanno dal livello del mare sino a quote di circa 604 m s.l.m. nella zona garganica. Esso da un punto di vista morfografico è suddivisibile nell'unità morfologica del Gargano e quella della piana costiera.

Quest'ultima rappresenta l'area di specifico interesse del progetto dell'impianto fotovoltaico, rientrante nel Tavoliere, che può ritenersi la naturale continuazione verso settentrione della cosiddetta Fossa Bradanica,



Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

più precisamente corrisponde all'area compresa fra i Monti della Daunia ad ovest, il Promontorio del Gargano a nord e l'Altopiano delle Murge a sud.

Durante il Pliocene medio, dalla catena appenninica in rapido sollevamento, potenti colate gravitative, in facies di flysch, congiuntamente alle spinte appenniniche, vanno a raccordare la parte interna dell'avanfossa, colmandola. Verso l'esterno si hanno aree ove prevale la subsidenza caratterizzata da riempimenti torbiditici sabbioso-argillosi.

Il Pliocene superiore segna il culmine della tettonica trasversale, che porterà alla separazione dell'avanfossa in più bacini distinti. A questa fase tettonica si deve far risalire l'approfondimento del "Graben del Tavoliere delle Puglie", con orientazione antiappenninica che si interpone fra Murge e Gargano.

La subsidenza dell'avanfossa presumibilmente continuò per tutto il Pleistocene inferiore-medio. La cessazione delle spinte appenniniche e le successive compensazioni di tipo isostatico consentirono l'emersione dal mare, movendo da ovest, della futura piana del Tavoliere.

Dal punto di vista geologico dell'area in esame affiorano sedimenti clastici plio quaternari sui quali si estendono grandi manti alluvionali pleistocenici ed olocenici. La costituzione litologica del Tavoliere può essere così riassunta: una formazione argillosa, con orizzonti e livelli lentiformi di argille sabbiose (complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriere), indicativa di una facies neritica, originatasi in un bacino lentamente subsidente. La formazione argillosa di base è coperta da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, in lenti molto stirate ed appiattite; si tratta di ghiaie ad elementi di varie dimensioni, essenzialmente di natura calcarea e di provenienza appenninica, a luoghi alternate con orizzonti di calcarenite, altrove con subordinati letti di sabbie fini più o meno calcaree. Questa copertura postcalabriana, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre, poggia in discordanza sui sottostanti depositi marini, lungo una superficie debolmente inclinata verso mare, la cui regolarità è più volte interrotta da poco elevati gradini, probabilmente prodotti da fasi di stazionamento del livello del mare durante il Quaternario. Questa unità presenta al tetto, ed a varie altezze, frequenti e spessi orizzonti di crostoni di carbonato di calcio (caliche) di origine chimica.



### Subsistema dell'Incoronata

Unità costituente un sistema deposizionale di piana alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell'angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l'unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte marina, non affiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o siltose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una bioerma a *Cladocora caespitosa* (LINNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri.

Datazioni con il metodo della racemizzazione degli amminoacidi su ostracodi e con il metodo <sup>14</sup>C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un'età compresa tra 134±56 e 16±4 ka BP (MIS 5-3).

PLEISTOCENE SUPERIORE

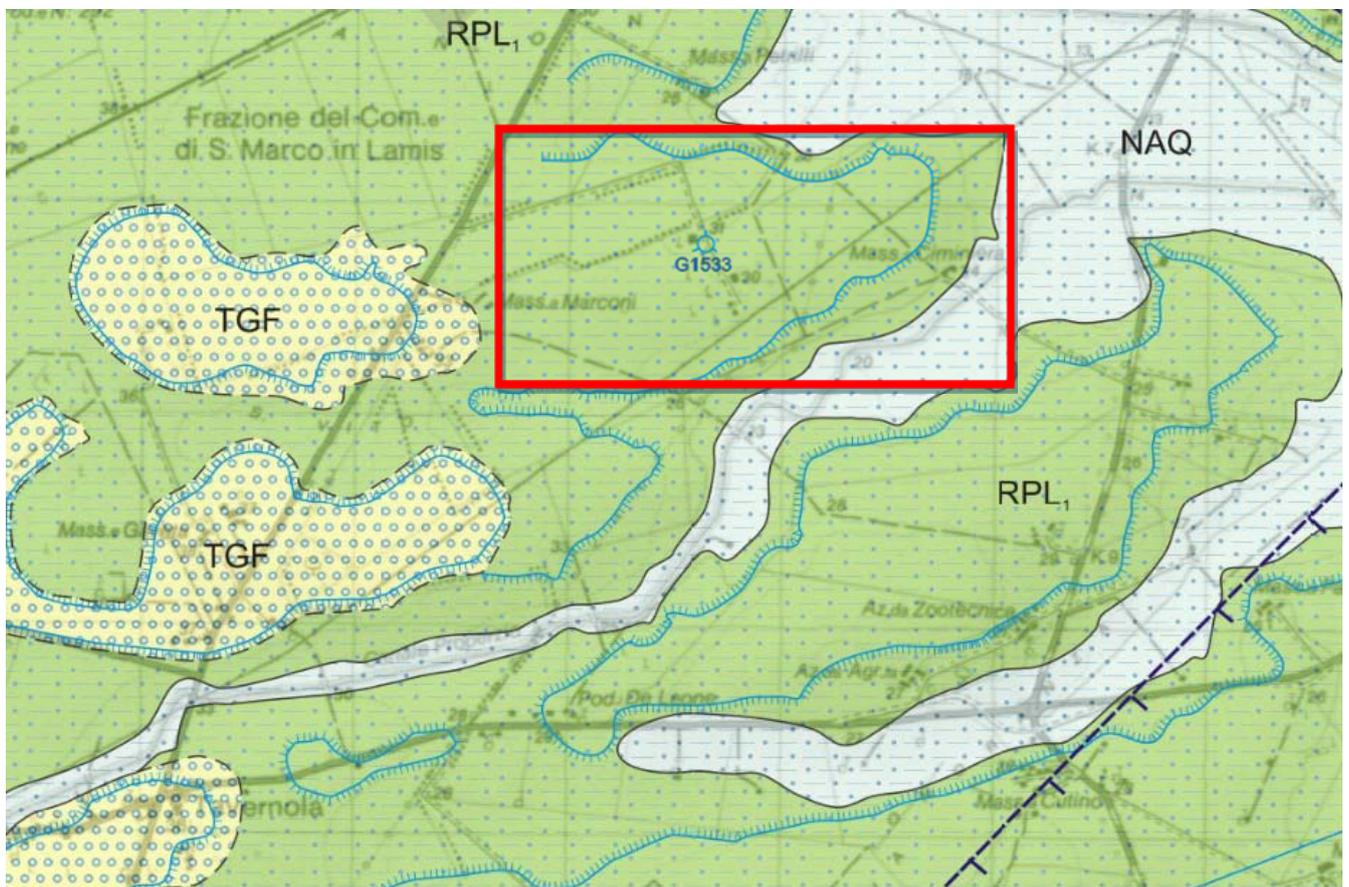
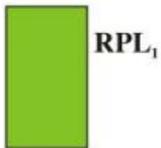


Fig. 1. Carta Geologica (CARG) dell'area

Secondo le indagini geologiche si ritiene che i terreni dell'area d'intervento siano ascrivili alla Formazione delle Sabbie fini intervallate a peliti sottilmente stratificati.

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

### 3. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI TRACKER

I moduli fotovoltaici previsti nel sito di progetto hanno dimensioni di 1050 mm x 2070 mm e sono montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare di tipo "monoassiale" di rollio ad asse orizzontale (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo al suolo, orientato NORD-SUD, con inseguimento EST-OVEST).

I moduli sono montati sulla struttura lungo il lato lungo su una sola fila, per una superficie radiante cadauno di circa 2,18 mq; i moduli hanno la possibilità di ruotare nella direzione Est-Ovest in modo da ottimizzare la produzione di energia elettrica.

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad una interdistanza mutua pari a 7.20, distanze determinate in relazione alla tipologia di integrazione con l'uso dei terreni a prato pascolo sottostante ai fini dell'allevamento di ovini. L'interdistanza scelta costituisce l'optimum tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica (all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e l'esigenza di massimizzare la potenza di picco installata.

L'inseguitore dovrà avere caratteristiche almeno pari al modello **SF7** prodotto dalla **Soltec** che consente l'installazione dei moduli fotovoltaici posizionati con il lato maggiore perpendicolare all'asse, tale da permettere una densità di potenza installata pari almeno a **0,94MW/ha**.



*Fig.2. Layout dell'inseguitore SOLTEC, con pannelli montati perpendicolarmente all'asse di rotazione.*

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

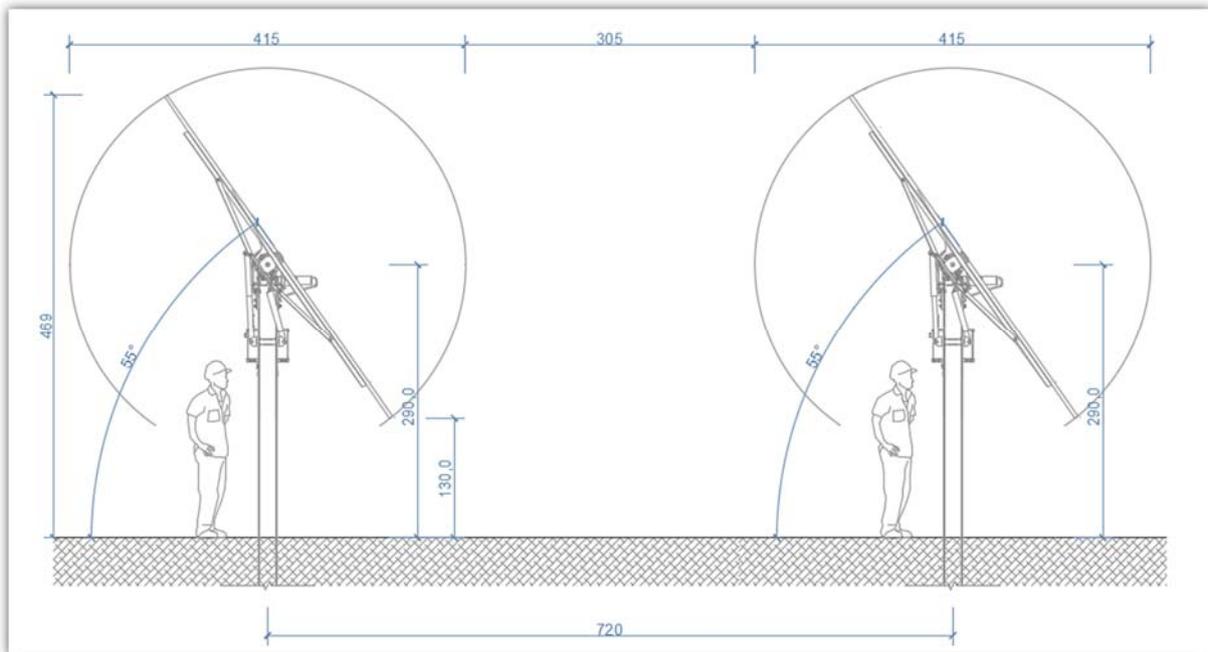


Fig.3. Vista frontale tipo del tracker

CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO		
Interdistanza (I)	[m]	7,2m
Lunghezza blocco ad inseguimento (L)	[m]	38,30 e 25,70
Altezza dal terreno (Dmin)	[m]	Min 1,30
Altezza al top dal terreno (Dmax)	[m]	Max. 4,70m

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

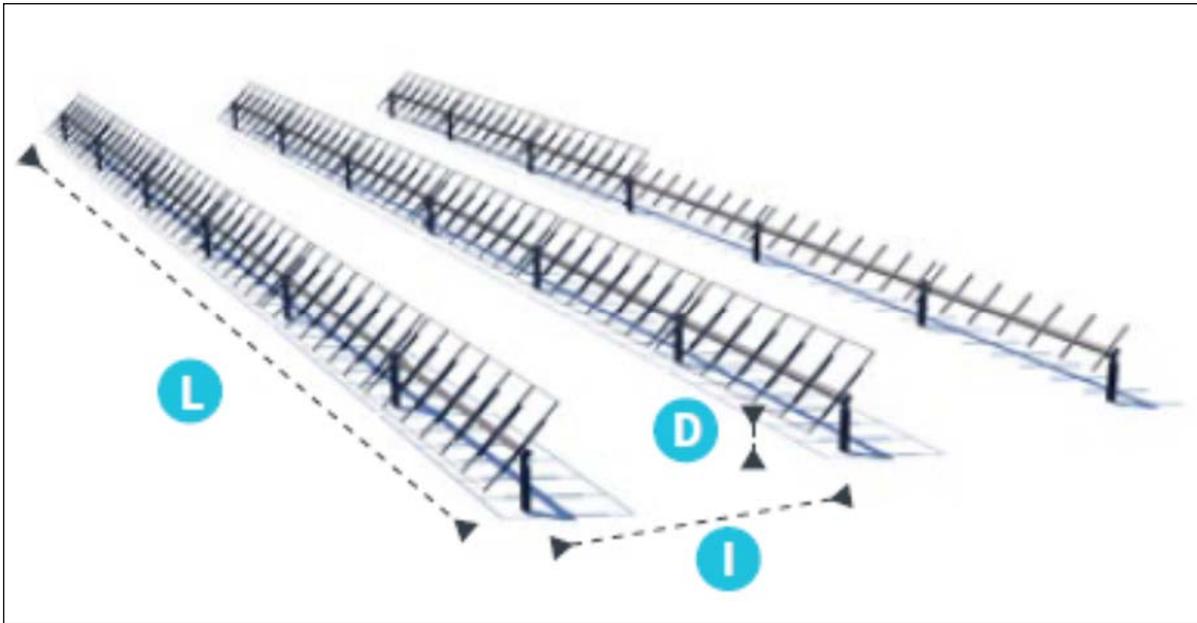


Fig.4. Configurazione schematica dei tracker

#### 4.DESCRIZIONE TECNICA DEL SISTEMA DI SUPPORTO

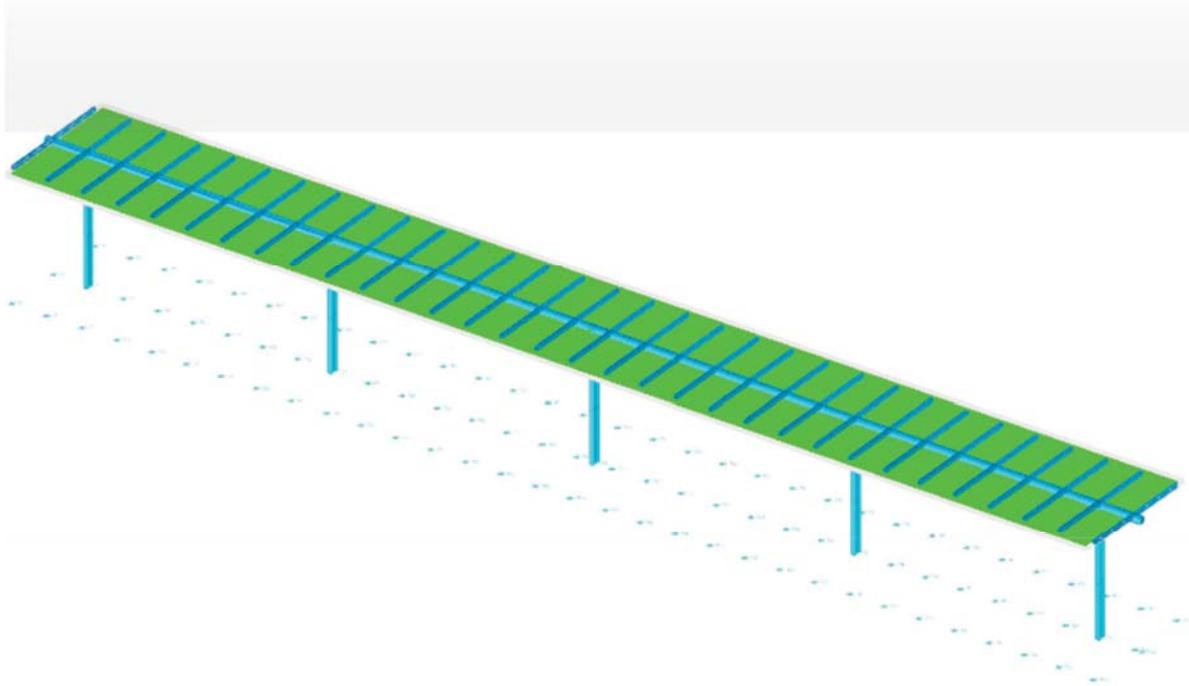
La struttura di sostegno a servizio dei pannelli fotovoltaici deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

- 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". Le strutture di sostegno prese in esame per il presente documento preliminare sono tipiche dei sistemi tracker monoassiali. 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.

I moduli fotovoltaici previsti nel sito di progetto sono costituiti da pannelli fotovoltaici del tipo SunPower X-Series: X21-470- COM, aventi dimensioni 1046mmx2067mm predisposti lungo il lato corto su 2 file per uno sviluppo complessivo di 4,15m ed una inclinazione variabile da 0° a 55°, in modo da ottimizzare la produzione di energia elettrica.

Il portale tipico della struttura progettata è costituito da una stringa di lunghezza 38,27 m su cui sono montati i moduli fotovoltaici.

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.



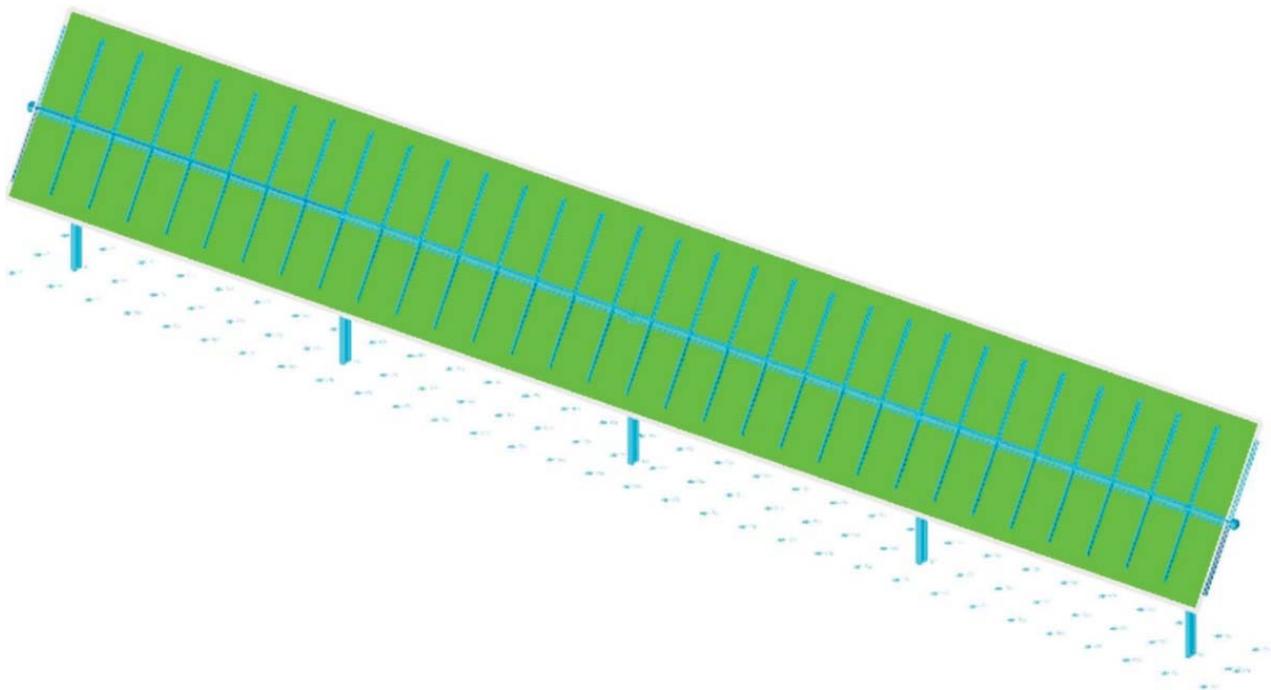
*Fig.5 Vista assometrica modello strutturale con posizione della "vela" orizzontale*

La struttura presenta una altezza massima da terra di 4,70 m, mentre nella posizione con inclinazione 55° l'altezza da terra del punto più basso della struttura risulta essere di 1,30 m.

La fondazione della struttura di sostegno dei pannelli fotovoltaici sarà costituita da profili in acciaio, costituenti i montanti, infissi nel terreno per una profondità minima di 2,50 m e comunque tale da garantire la stabilità dell'insieme dei pannelli e della struttura a sostegno.

Come mostrato negli elaborati di progetto si è proceduto considerando uno "schema tipo", che presenta caratteristiche tecnico costruttive analoghe a quelle desumibili dai prodotti commerciali più comunemente utilizzati per impianti FV simili a quello in oggetto, considerando come azione dimensionante quella indotta dal vento, considerato l'entità fortemente superiore a quella della neve.

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.



*Fig. 6. Vista assonometrica modello strutturale con posizione della "vela" inclinata di 60°*

La struttura di sostegno dei pannelli è costituita dai seguenti profilati riportati in Tabella 1:

Elemento	Sezione	Materiale
Montanti	IPE 200 [montanti esterni]	Acciaio Fe360
	IPE 220 [montanti centrali]	
Traversi	Tubi rettangolari 150x150x8 [dimensioni in mm]	Acciaio Fe360
Elementi di sostegno pannelli	Sagomati omega 80x40x25x3 [dimensioni in mm]	Acciaio Fe360

*Dati geometrici profili in acciaio struttura di sostegno pannelli*

In tale fase tutte le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici e di conseguenza i pali di fondazione, sono state pre-dimensionate sulla base di un tipologico che in fase di esecuzione potrà essere migliorato al fine di ottenere il massimo rendimento dell'impianto fotovoltaico.

Tra le possibili alternative vi è quella legata alla tipologia di fondazione per le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici. Data la natura del terreno una possibile soluzione può essere quella di utilizzare pali a vite [o screw piles], i quali permetterebbero profondità di infissione minori. L'utilizzo di tale tipologia costruttiva dovrà però essere valutata in fase esecutiva a seguito di prove in sito e solo dopo aver eseguito gli spianamenti.

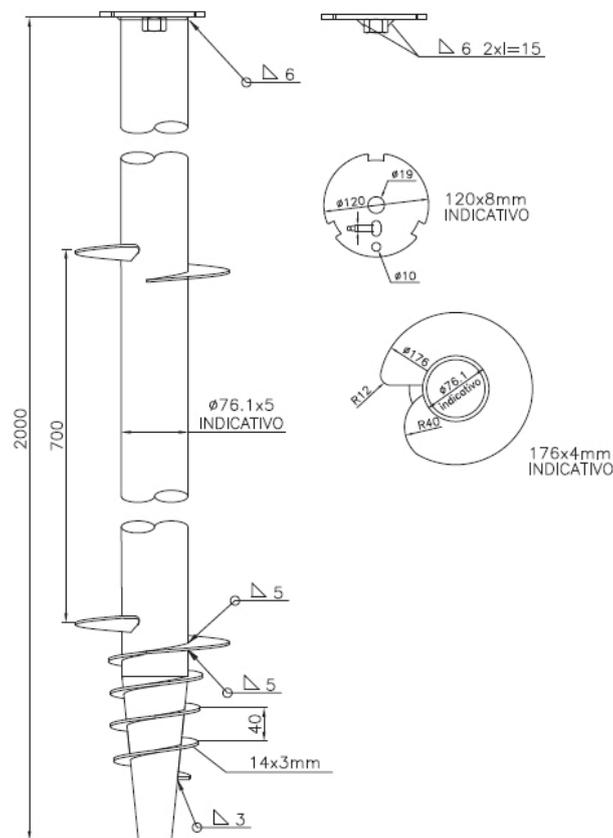


Fig.7. Particolare palo di fondazione in acciaio

Gli screw piles (o pali a vite) sono pali prefabbricati in acciaio dotati di una o più eliche, disponibili in varie geometrie e configurazioni, che vengono avvitati nel terreno per mezzo di semplici apparecchiature che possono essere facilmente montate sulle più comuni macchine operatrici. Ciò implica la quasi totale assenza di un cantiere per la realizzazione della fondazione, aspetto fondamentale quando ci si trova ad operare in ambiti rurali difficilmente raggiungibili, ed una estrema rapidità di esecuzione.



Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Tale tipologia di palo è adeguata per resistere sia a sforzi di compressione che di trazione, e perciò consente alla fondazione di sopportare anche momenti ribaltanti. Data inoltre la possibilità di rimuovere e riutilizzare tali elementi, gli screw piles si ritengono convenienti per le fondazioni di impianti leggeri quali quelli a terra, posti in opera in tempi brevi e dotati di una certa vita operativa.

Si riporta di seguito un esempio di fondazione con palo a vite, avente profondità di infissione pari a 2 m.

In fase esecutiva, a seguito di prove geotecniche, sarà possibile eventualmente definire una diversa tipologia di fondazione profonda, per mezzo di pali a semplice infissione.

Mantenendo le caratteristiche del terreno alla base del dimensionamento dei pali infissi [cautelative rispetto alle condizioni in sito, in quanto variabili a seconda dell'area di intervento nel sito in progetto], considerano pali a vite aventi le seguenti caratteristiche geometriche:

- lunghezza della spira  $h_s$ : 70 cm
- lunghezza del fusto  $h_f$ : 140 cm
- diametro esterno del fusto  $D_f$ : 7,6 cm [spessore fusto 5 mm]
- diametro della spira  $D_s$ : 17,6 cm
- lunghezza totale del palo: 210 cm

si ottengono i seguenti valori di capacità portante del palo:

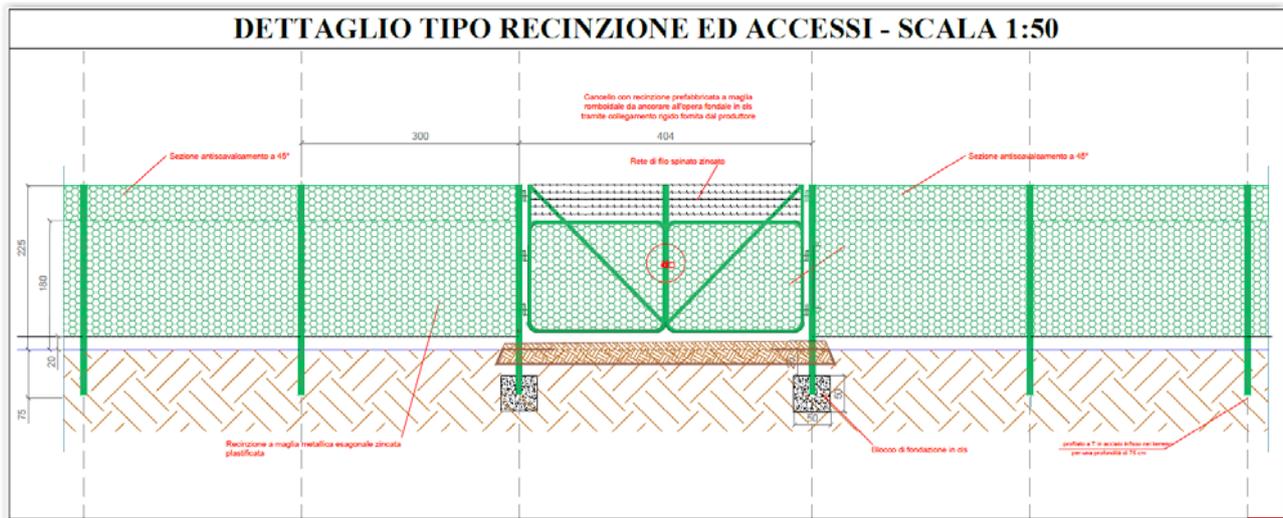
- portata laterale della spira  $Q_2 = 252,10$  kg
- portata laterale del palo  $Q_3 = 117,70$  kg
- portata limite alla punta del palo  $Q_1 = 648,00$  kg
- portata complessiva del palo  $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 648,00$  kg +  $252,10$  kg +  $117,70$  kg =  $1018,60$  kg

valore superiore al massimo carico applicato in testa al palo pari a 920 kg [coefficiente di sicurezza pari a 1,11].

Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

## 5. RECINZIONI E CANCELLI

Le recinzioni dell'impianto fotovoltaico, come risulta dagli elaborati progettuali, saranno del tipo a maglia metallica plastificata di altezza pari ad almeno 2m su pali metallici a "T", adeguatamente protetti contro la corrosione (vernici epossidiche e/o zincatura) direttamente infissi nel terreno.



*Dettaglio recinzione e cancello nei punti di accesso*

I paletti in acciaio a "T" da 40 saranno posati ad interasse di mt. 2.50 con tre fili tenditori, con rete di filo spinato zincato sovrastante. compresa la realizzazione dei necessari scavi, dei basamenti in cls ed ogni quant'altro per dare il lavoro finito a regola d'arte. Cancello di ingresso all'area di larghezza mt. 6.00 h mt. 2.00 posato in opera su idonei basamenti in calcestruzzo ovvero su fondazioni a vite.

Assimilando recinzioni e cancelli a strutture a mensole incastrate al terreno (per i cancelli lo schema vale per i pilastri terminali), si considera che le tensioni sulla mensola vengono determinate dalla spinta orizzontale con conseguente generazione di una matrice di sollecitazione alla base. Con tale schema statico è possibile stimare i momenti di ribaltamento dei montanti e conseguentemente determinare la profondità di infissione della recinzione in ragione dell'effettiva modalità di posa. Per i cancelli allo stesso modo si dimensiona il basamento in calcestruzzo delle colonne.

Il calcolo esatto è rinviato alla fase esecutiva di progettazione con riferimento alle definitive caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati. Per le caratteristiche geometriche si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

## 6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

### Profili IPE



Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Sup.: superficie bagnata per unità di lunghezza. [mm]

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM.

[mm<sup>4</sup>] JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [mm<sup>4</sup>]

JtFEM: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM.

[mm<sup>4</sup>] b: larghezza dell'ala. [mm]

h: altezza del profilo. [mm]

s: spessore dell'anima.

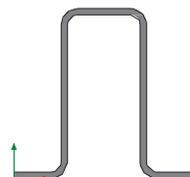
[mm] t: spessore delle ali. [mm]

r: raggio del raccordo ala-anima.

[mm] f: truschino. [mm]

Descrizione	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	b	h	s	t	r	f
IPE200	768.1	1417	1072	19453754	1423872	51654	100	200	5.6	8.5	12	58
IPE220	847.5	1687	1244	27745407	2049056	70905	110	220	5.9	9.2	12	62

### Profili Sagomati Omega





Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Sup.: superficie bagnata per unità di lunghezza. [mm]

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM.

[mm<sup>4</sup>] JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [mm<sup>4</sup>]

JtFEM: momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM.

[mm<sup>4</sup>] b: larghezza dell'ala superiore. [mm]

c: larghezza degli irrigidimenti.

[mm] h: altezza del profilo. [mm]

s: spessore. [mm]

r: raggio di curvatura anima-irrigidimenti.

[mm] r1: raggio di curvatura ali-irrigidimenti.

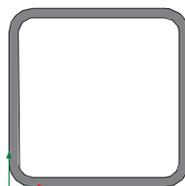
[mm] Deroga lati: deroga misure lati EC3

§5.2.(1) Nota.

Formatura: tipo di formatura a freddo del sagomato.

Descrizione	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	b	c	h	s	r	r1	Deroga lati	Formatura
OMEGA 80*40*25*3	461.3	270	480	551515	295839	2142	40	25	80	3	4.5	4.5	No	A rullo

## Profili rettangolari



Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Sup.: superficie bagnata per unità di lunghezza. [mm]

Area Tx FEM: area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

Area Ty FEM: area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [mm<sup>2</sup>]

JxFEM: momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM.

[mm<sup>4</sup>] JyFEM: momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [mm<sup>4</sup>]



Progetto definitivo per la realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

$JtFEM$ : momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM.

[ $mm^4$ ]  $h$ : altezza del tubo. [mm]

$b$ : larghezza del tubo.

[mm]  $s$ : spessore.

[mm]

$r$ : raggio di curvatura. [mm]

Categoria: categoria, basata sulla tecnologia costruttiva. Formatura: tipo di formatura a freddo del sagomato.

Descrizione	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	h	b	s	r	Categoria	Formatura
EN10219 150x150x8	1080.7	2400	2400	14118334	14118334	23640830	150	150	8	12	Sagomato a freddo conforme UNI 10219	A rullo

## 7. Durabilità

Per garantire la durabilità delle strutture saranno prese in considerazione opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui le strutture dovranno essere utilizzate limitando sia gli stati tensionali che, nel caso delle opere in calcestruzzo, l'ampiezza delle fessure.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, sarà posta adeguata cura nelle previsioni sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura prevedendo tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono stati previsti in coerenza con tali obiettivi.

## 8. CONCLUSIONI

Vista la natura dell'opera le azioni significative per il pre-dimensionamento delle strutture di sostegno degli inseguitori solari sono rappresentate dalla distribuzione dei carichi derivanti dalle azioni del vento. Altre azioni minori e certamente non dimensionanti, sono rappresentate dal peso proprio delle strutture, dal carico da neve e dalle azioni dinamiche indotte dalle sollecitazioni sismiche.

Le sollecitazioni derivanti da dette azioni risultano secondarie all'analisi strutturale rispetto alle azioni dinamiche indotte dal vento, visto soprattutto la trascurabile massa dei moduli che ricopre un ruolo determinante nelle verifiche statiche e dinamiche da sisma. Inoltre, vista la posizione dell'area di intervento i carichi da neve risultano marginali.



Progetto definitivo per la realizzazione dell' impianto agro-fotovoltaico integrato con allevamento ovi-caprino, di potenza pari a 49,912 MWp, sistema di accumulo di energia elettrica di 25MW/50MWh, potenza complessiva ai fini della connessione pari a 75 MW, su terreni con vincolo ZVN (zone a vulnerabilità da nitrati - d.g.r. n. 1408 del 06/09/2016), come programma di riconversione temporanea e miglioramento bio-strutturale dei suoli oggetto dell'intervento e delle falde sotterranee, finalizzato al recupero del loro valore agronomico, nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Per ciò che riguarda le restanti componenti minori quali container, cabinet, recinzioni, cancelli e pali di illuminazione, **trattandosi di elementi standard si rimanda alla fase di progettazione esecutiva per le specifiche verifiche della sicurezza strutturale essendo comunque valutata, in via preliminare, la compatibilità strutturale delle opere in progetto.**

Rinviando alla progettazione esecutiva la verifica strutturale delle opere secondo i dettami delle NTC2018, considerando quindi l'analisi dei carichi rigorosa e la combinazione delle azioni sui vari elementi strutturali, dalle verifiche svolte è evidente la piena compatibilità dell'opera per come pre-dimensionata, sotto l'aspetto statico e dinamico.

San Severo-Foggia, Dicembre 2020

Il tecnico  
**Arch. Antonio Demaio**

STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA

Ing. MEZZINA Antonio

