

Committente

X-ELIO ⊕

X-ELIO ITALIA 7 S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA

Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15465391009

Progettista



Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

PROGETTO AGROVOLTAICO "ORTA NOVA"

Progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaico

di potenza pari a 68,475 MWp e relative opere di connessione alla RTN

Località

REGIONE PUGLIA

COMUNI DI ORTA NOVA (FG), CERIGNOLA (FG) E MANFREDONIA (FG)

Titolo

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Data 27/03/2020

Revisioni

18/08/2020 - 25/11/2021 - 08/12/2021

Codice Elaborato: AS_ORN_R2

Arch. Giuseppe Todisco



Sommario

<i>PREMESSA</i>	3
<i>2. Criteri utilizzati per le scelte progettuali</i>	8
<i>3. Gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio</i>	10
<i>4.2 Tracker</i>	19
<i>4.3 Sottostazione e Sottostazione Utente</i>	21
<i>4.4 Edificio Presso la Sse</i>	24
<i>4.5 Cabine di Trasformazione</i>	25
<i>5. Criteri di progettazione delle strutture e degli impianti</i>	27
<i>5.1 Sistema di posa cavi</i>	27
<i>5.2 Connessione alla RTN</i>	28
<i>5.3 Sistema SCADA</i>	30
<i>5.4 Sistema di Monitoraggio Ambientale</i>	31
<i>5.5 Recinzioni dei campi</i>	32
<i>5.6 Viabilità interna ai campi</i>	35
<i>5.7 Sistemazione per il deflusso delle acque meteoriche</i>	40
<i>6. Analisi della qualità ambientale ante-operam</i>	40
<i>6.1. Topografia</i>	40
<i>6.2. Geologia</i>	46
<i>6.3. Idrologia</i>	50
<i>6.4. Struttura</i>	51
<i>6.5. Paesaggio</i>	54
<i>6.6. Interferenze</i>	57
<i>6.7. Espropri</i>	58
<i>6.8. Geotecnica</i>	59
<i>Indagine "MASW"</i>	59
<i>Sismicità</i>	62
<i>6.9 Ambiente</i>	76
<i>6.10 Immobili di interesse storico, artistico ed archeologico</i>	78
<i>7. Analisi dei Vincoli</i>	79
<i>Conclusioni</i>	79

<i>Normativa di riferimento</i>	82
Studio di Impatto Ambientale	82
Rumore	82
Energie rinnovabili	83
Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione	83
Opere civili	86
Sicurezza	86

PREMESSA

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica denominato “**Orta Nova**”, a inseguimento monoassiale, con asse inclinato con rotazione assiale e azimut fisso, che alloggerà 155.624 moduli fotovoltaici da 440 W, con una potenza complessiva pari a 68.474,56 kWp, collegati a 35 inverter con $P_{nom} = 1,64$ MW ciascuno.

Resta inteso che questi dati potrebbero subire delle variazioni in fase esecutiva in base ai modelli di pannelli ed inverter che si troveranno in commercio al momento della costruzione. La potenza nominale finale dell’impianto sarà comunque uguale o al massimo inferiore a 68,475 MW.

Il progetto prevede anche delle opere di connessione alla RTN elettrica di Terna SPA, inclusa la sottostazione utente di trasformazione MT/AT e la linea di connessione in AT alla Sottostazione di Manfredonia di proprietà Terna SpA alla tensione di 150 kV.

La centrale fotovoltaica sarà suddivisa in due sottocampi (“Campo Nord” e “Campo Sud”) posti rispettivamente a circa 9 km (per il “Campo Nord”) e a circa 10,9 km (per il “Campo Sud”) dalla sottostazione elettrica di Utente (SSE). La potenza nominale dei pannelli è pari a 68,475 MW mentre la potenza nominale degli inverter lato corrente alternata di immissione è pari a 57,4 MW, infine la potenza nominale di immissione permessa da Terna Spa come da STMG è pari a 50 MW.

La sottostazione utente sarà ubicata in località “Macchia Rotonda”, lungo la strada provinciale SP70, nel Comune di Manfredonia (FG), nelle vicinanze della stazione elettrica Terna di Manfredonia e si collegherà a uno stallo che dovrà essere realizzato da Terna sempre all’interno del sedime della attuale stazione Terna (sempre come previsto dalla STMG di Terna); la sottostazione di trasformazione sarà provvista di un trasformatore di almeno 70 MVA 150/30 kV e di tutte le infrastrutture necessarie al collegamento con la Stazione Terna di Manfredonia.

Il “Campo Nord” ospiterà una Cabina di Smistamento, più tre Cabine di Trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV (“Cabina 1 Campo Nord”, “Cabina 2 Campo Nord” e “Cabina 3 Campo Nord”); il “Campo Sud” ospiterà sette Cabine di Trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV (“Cabina 1 Campo Sud”, “Cabina 2 Campo Sud”, “Cabina 3 Campo Sud”, “Cabina 4 Campo Sud”, “Cabina 5 Campo Sud”, “Cabina 6 Campo Sud” e “Cabina 7 Campo Sud”) e una cabina di smistamento.

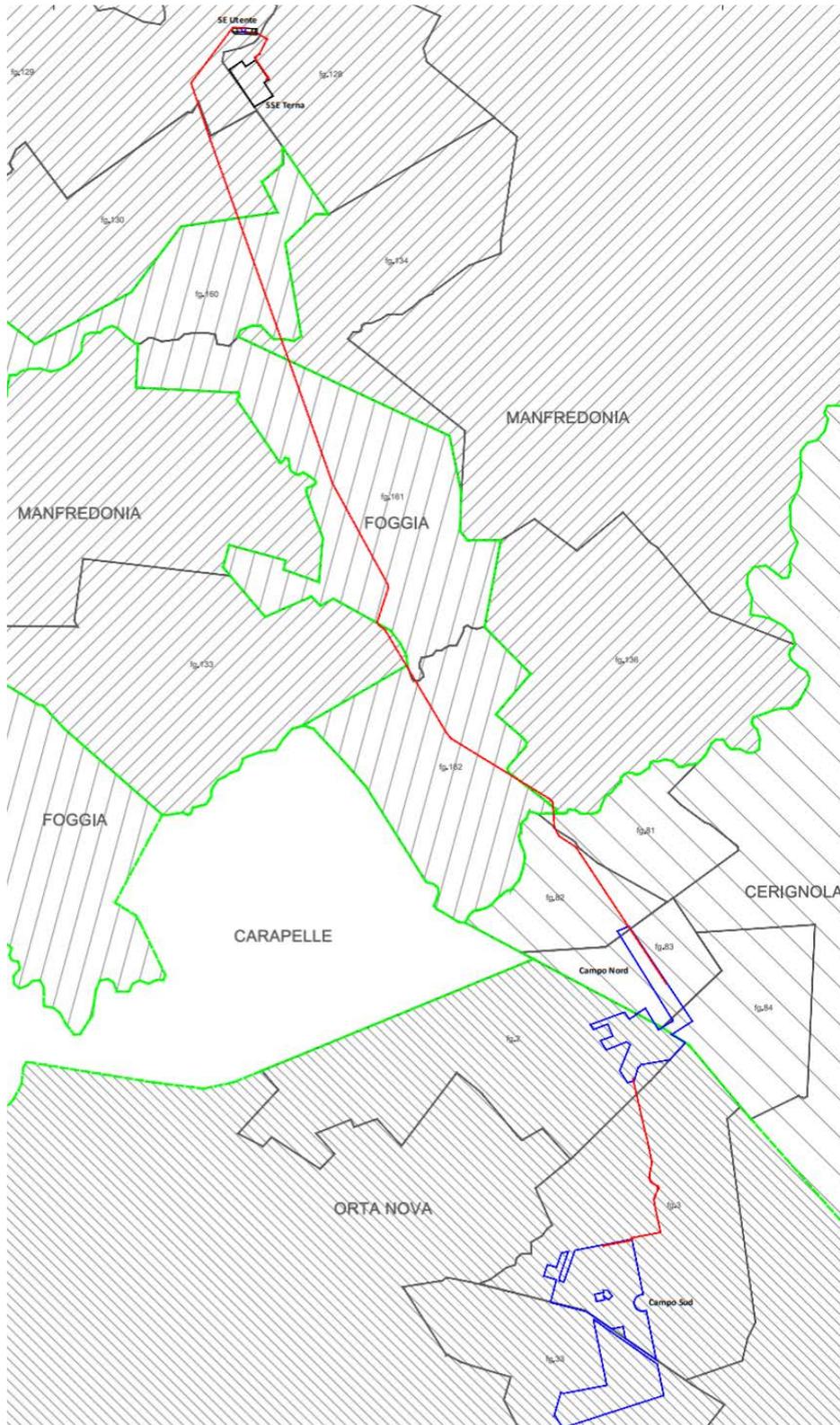
L’impianto sarà costituito dai seguenti elementi:

- Strutture per il supporto dei moduli, ciascuna in grado di alloggiare 56 o 84 moduli fotovoltaici, disposti in verticale su due file, in modo da costituire 2 o 3 stringhe da 28 moduli; ogni struttura sarà dotata di motorizzazione per l'inseguimento monoassiale Est-Ovest della radiazione solare opportunamente fondate a nezzo di battitura ed infissione al suolo;
- n. 155.624 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino LR4-72HPH-440M da 440 Wp della LongiSolar, per una potenza complessiva di picco pari a 68.474,56 kWp montati sui tracker;
- n. 350 quadri di campo, ciascuno capace di raccogliere al massimo 16 stringhe tipo StringBox 160 della Ingeteam, con tensione massima di sistema pari a 1.500 V montati sotto i tracker;
- n. 10 Cabine di Trasformazione 30/0,63 kV da ubicare all'interno delle proprietà, secondo le disposizioni indicate negli elaborati planimetrici allegati, disposte tre nel "Campo Nord" e sette nel "Campo Sud" opportunamente fondate;
- n.2 Cabine di Smistamento con funzione di collettori dei cavi provenienti dalle Cabine di trasformazione rispettivamente dei Campi Nord e Sud opportunamente fondate;
- n.2 Cabine Servizi Ausiliari dove afferiscono i controlli dei sistemi di sorveglianza (Telecamere, barriere, ecc.), del sistema di monitoraggio (SCADA) e delle stazioni meteo opportunamente fondate;
- n. 5 container ISO con funzione di magazzino opportunamente fondati (3 nel Campo Sud e 2 nel Campo Nord);
- n. 35 inverter INGECON SUN 1640TL B630 con potenza nominale pari a 1.640 kVA;
- n. 8 trasformatori in olio, con potenza pari a 6.560 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, con tettoia, recinzione e vasca di raccolta per eventuali perdite d'olio;
- n. 1 trasformatore in olio con potenza pari a 3.280 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, ubicato nella cabina 1 del "Campo Nord" con tettoia, recinzione e vasca di raccolta per eventuali perdite d'olio;
- n. 1 trasformatore in olio con potenza pari a 2.000 kVA e rapporto di trasformazione 0,63/30 kV, ubicato nella cabina 4 del "Campo Sud" con tettoia, recinzione e vasca di raccolta per eventuali perdite d'olio;
- Cavidotto interrato MT (30 kV) per il collegamento tra le cabine di campo e le cabine di smistamento partenze e da queste fino alla stazione di utenza MT/AT secondo il percorso au strada indicato più avanti;

- Stazione di Utanza MT/AT in condominio, ubicata in prossimità della stazione RTN di consegna a 150 kV;
- Elettrodotto in AT (150 kV) interrato e di collegamento tra la stazione di utanza e la stazione RTN di consegna;
- Rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati;
- Sistema di videosorveglianza con telecamere e pali perimetrali, barriere ad infrarossi, stazione meteo collegati alla stazione di controllo.

L'impianto ridurrà le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	75.491,94 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	95.035,54 kg
Polveri:	3.372,23 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	56.178,27 t
Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	3.300,92 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	635,88 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	24.775,21 TEP



Area di progetto

Il soggetto proponente della pratica è la società X-ELIO Italia 7 S.r.l. (di seguito X-ELIO), con sede legale a Roma, in Corso Vittorio Emanuele II, n. 349, iscritta nella Sezione Ordinaria della camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Roma, Partita IVA e Codice Fiscale n. 15465391009.

La società è soggetta alla direzione e al coordinamento del socio unico X-ELIO ENERGY SL società fondata nel 2005 con sede a Madrid a sua volta appartenente attualmente per il 50% alla società americana KKR Global Infrastructure Investor II Fund e per il 50% alla società canadese Brookfield Renewable Energy Partners. Il gruppo X-ELIO, specializzato nello sviluppo, progettazione, costruzione, manutenzione e conduzione di impianti fotovoltaici, ha realizzato dal 2005 a oggi più di 1.100 MW di impianti in tutto il Mondo, di cui 100 MW in Italia negli anni 2010-2011, impianti tutt'oggi operativi e perfettamente funzionanti. La società conta circa 200 impiegati e un indotto tra professionisti e società fornitrici di oltre 1.000 addetti. Attualmente la X-Elio è tornata a realizzare impianti in Italia in Market Parity (ovvero in assenza di incentivi pubblici, basandosi solo sulla vendita dell'energia ai prezzi di mercato), grazie alla diminuzione importante del costo dei pannelli fotovoltaici (la più grande voce di costo di questi impianti). Nonostante questa importante riduzione di costi di investimento, un ritorno economico accettabile richiede la realizzazione di grandi impianti (come il presente) al fine di godere delle economie di scala delle grandi taglie. Attualmente, senza incentivi, ridurre la taglia dell'impianto vorrebbe dire rendere l'investimento antieconomico e quindi non realizzabile.

X-ELIO è certificata secondo i principi standard di riferimento ISO 9001, ISO 14001, compresa la certificazione secondo la norma OHSAS 18001 per le attività di "Ingegneria, Costruzione e Messa in servizio".

Il progetto in esame è configurabile come intervento rientrante tra le categorie elencate nell'Allegato II alla parte seconda del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., ed è pertanto soggetto alla Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) in sede statale in quanto:

- impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW (fattispecie aggiunta dall'art. 31, comma 6, della legge n. 108 del 2021).

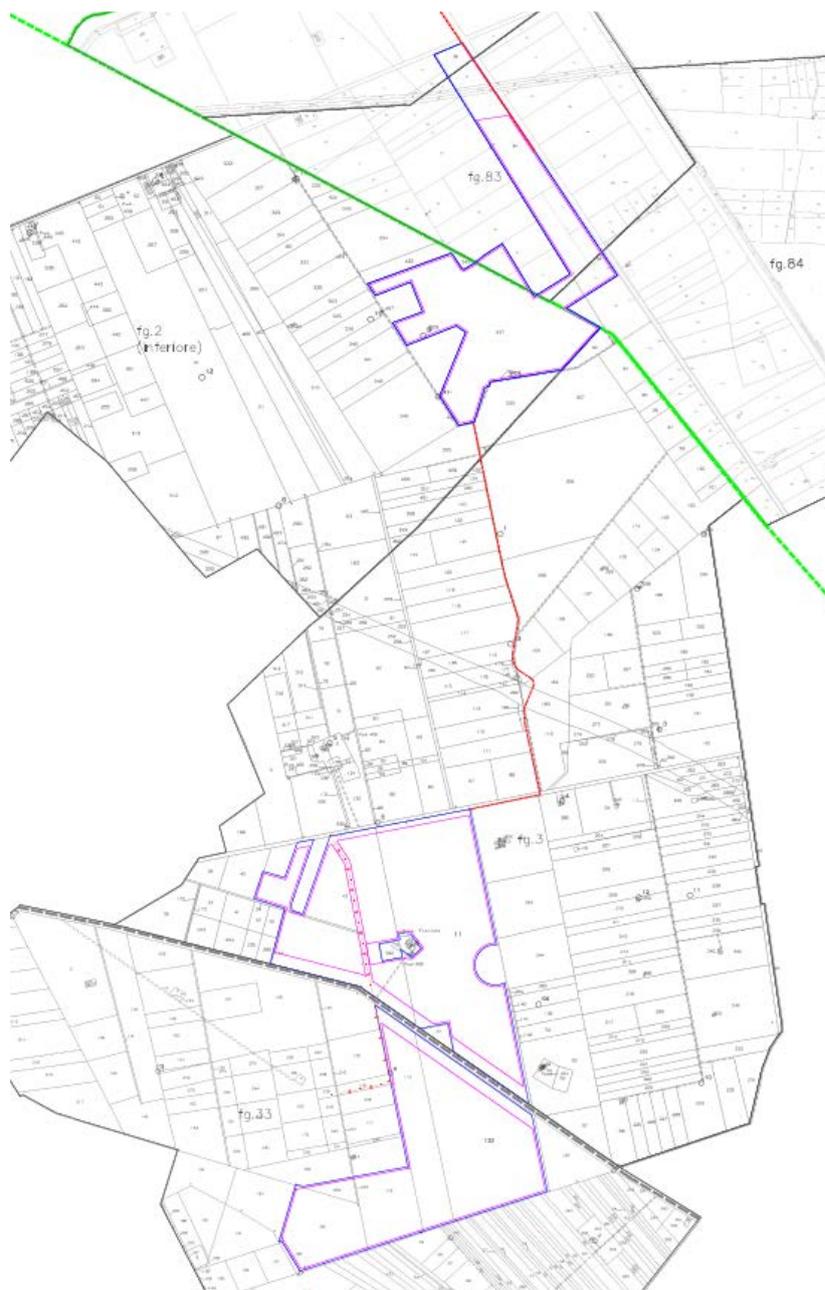
Ai sensi del comma 2-bis dell'art. 7-bis del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. il presente progetto rientra tra "Le opere, gli impianti e le infrastrutture necessari alla realizzazione dei progetti strategici per la transizione energetica del Paese inclusi nel Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato energia e clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999, come individuati nell'Allegato I-bis, e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti."

Il presente documento è stato redatto in conformità alla legge in materia di Valutazione di Impatto Ambientale seguendo i criteri definiti dal D. Lgs. 152/06 e rientrando nelle categorie soggette a Procedura di VIA di competenza statale; in particolare il progetto viene catalogato come:

1. Industria energetica ed estrattiva
2. Impianti industriali non termici per la produzione di energia elettrica sulla terraferma con potenza complessiva superiore a 10 MW.

2. Criteri utilizzati per le scelte progettuali

I terreni oggetto dell'impianto (Campo Nord e Campo Sud) sono stati selezionati utilizzando come primo criterio la compatibilità con gli strumenti normativi riguardanti il paesaggio e l'ambiente. Come dimostrato nel capitolo terzo del SIA, i terreni non ricadono in zone con vincoli di natura paesaggistico/culturale/ambientale.



Posizione dei due campi di progetto su Catastale

I criteri utilizzati per la progettazione del parco fotovoltaico “Orta Nova” sono stati principalmente la massimizzazione della captazione della radiazione solare, mediante il miglior posizionamento dei moduli e la limitazione degli ombreggiamenti sistematici. La scelta dei componenti e della configurazione impiantistica ha puntato a:

- ottenere un’efficienza operativa media del generatore fotovoltaico superiore al 80%;
- ottenere un’efficienza operativa media dell’impianto fotovoltaico superiore al 80%;

- garantire un decadimento delle prestazioni dei moduli non superiore al 10% della potenza nominale nell'arco di 10/12 anni e non superiore al 20% nell'arco di 20/25 anni;
- una configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni (in funzione di irraggiamento e temperatura) di potenza/tensione/corrente generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc.);
- una predisposizione per la misura dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico, all'uscita dei gruppi di conversione.

3. Gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio

Il progetto per la realizzazione del parco fotovoltaico "Orta Nova" ha per sua stessa natura un ciclo di vita massimo prefissato a trent'anni e per via dei suoi stessi elementi costruttivi, come i tracker con fondazione a trave infissa, le power-skid (dette anche cabine di trasformazione) prefabbricate e fornite in opera, le recinzioni a norma, la viabilità leggera, etc., un basso impatto sotto il punto di vista ambientale, paesaggistico, geologico, idraulico, archeologico, urbanistico, visivo ed acustico, come ha potuto refertare l'ampia gamma di relazioni prodotte dagli specialisti di progetto ed allegate alla presente.

Anche la realizzazione della Stazione Elettrica Utente in condominio avvrà un basso impatto ambientale dovendosi inserire nel contesto urbanizzato della SSE Terna di Manfredonia già edificata nel 1984, contribuendo però al suo ampliamento per il miglioramento della Rete di Trasmissione Nazionale, di cui beneficeranno tutte le utenze produttive della Provincia e non solo.

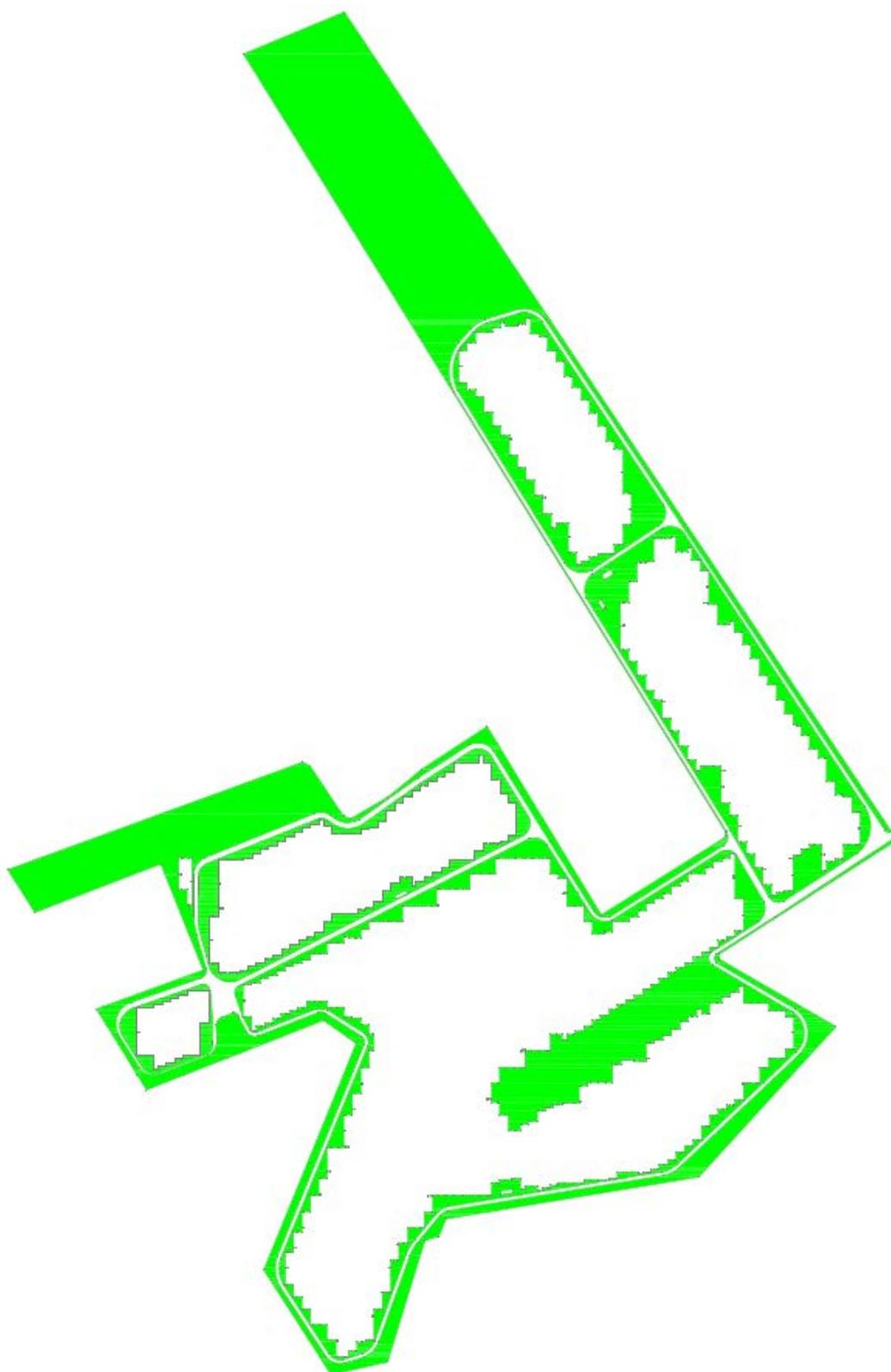
Costruire l'impianto fotovoltaico proposto nel presente progetto comporterà quindi benefici ambientali evidenti in linea con gli impegni comunitari per la lotta alle emissioni dei gas serra responsabili del comprovato effetto di riscaldamento della superficie terrestre, ma anche socio-economici, poiché sia in fase di costruzione che in fase di esercizio ci sarà un aumento della domanda lavorativa, nel primo caso per le attività di costruzione e installazione, nel secondo per le attività di gestione e manutenzione dell'impianto stesso per tutto il suo ciclo di vita.

Da non trascurare inoltre anche l'occupazione di manodopera prettamente locale dei conduttori agricoli dei terreni dove sorge l'impianto, che richiederà una manutenzione continua e specializzata del verde dai 3 ai 4 tagli di erba all'anno dove la manutenzione è compensata dal beneficio della raccolta dei frutti degli alberi perimetrali, che dovranno essere curate a mano. Infine, le parti di terreno non occupate dall'impianto o non interferenti con esso potranno essere coltivate.

Questo implicherà un maggiore coinvolgimento di imprese e società legate all'ambito non solo del rinnovabile e del settore elettrico e dei servizi in generale (come ad aziende di costruzioni, edili, di vigilanza e consulenza), e del settore agricolo.



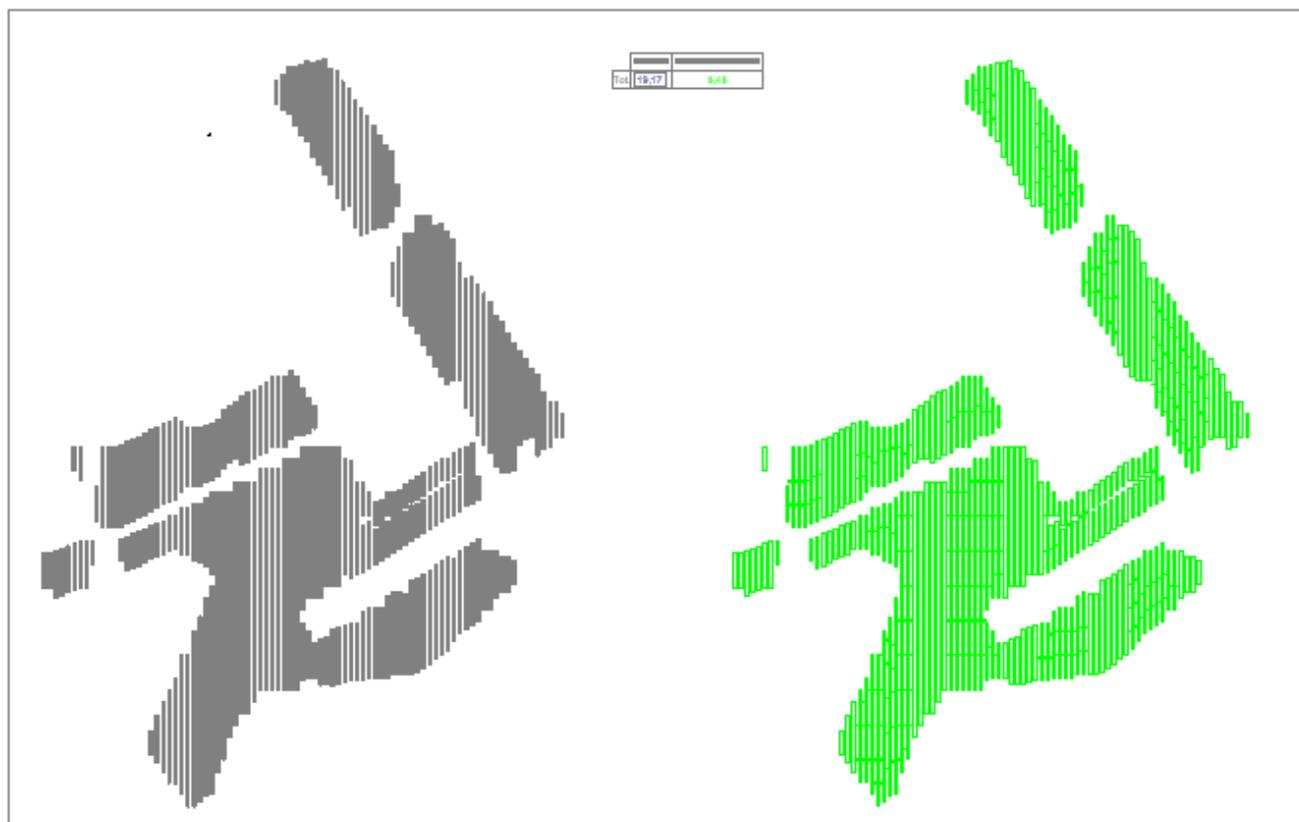
Uso del Suolo agricolo



Aree verdi all'interno del perimetro del Campo Nord

	ha	ha
Superficie totale appezzamento		34,41
Superficie opere stradali	1,8	1,83
Aree edifici servizio impianto	0,03	
Aree a disposizione agricola	3,5	13,41
Superficie bordure perimetrali	1	
Aree inerbite	8,91	
Aree di terreno libere tra i pannelli		8,48
Superficie pannelli su tracker		10,69

Uso del Suolo agricolo all'interno del campo Nord



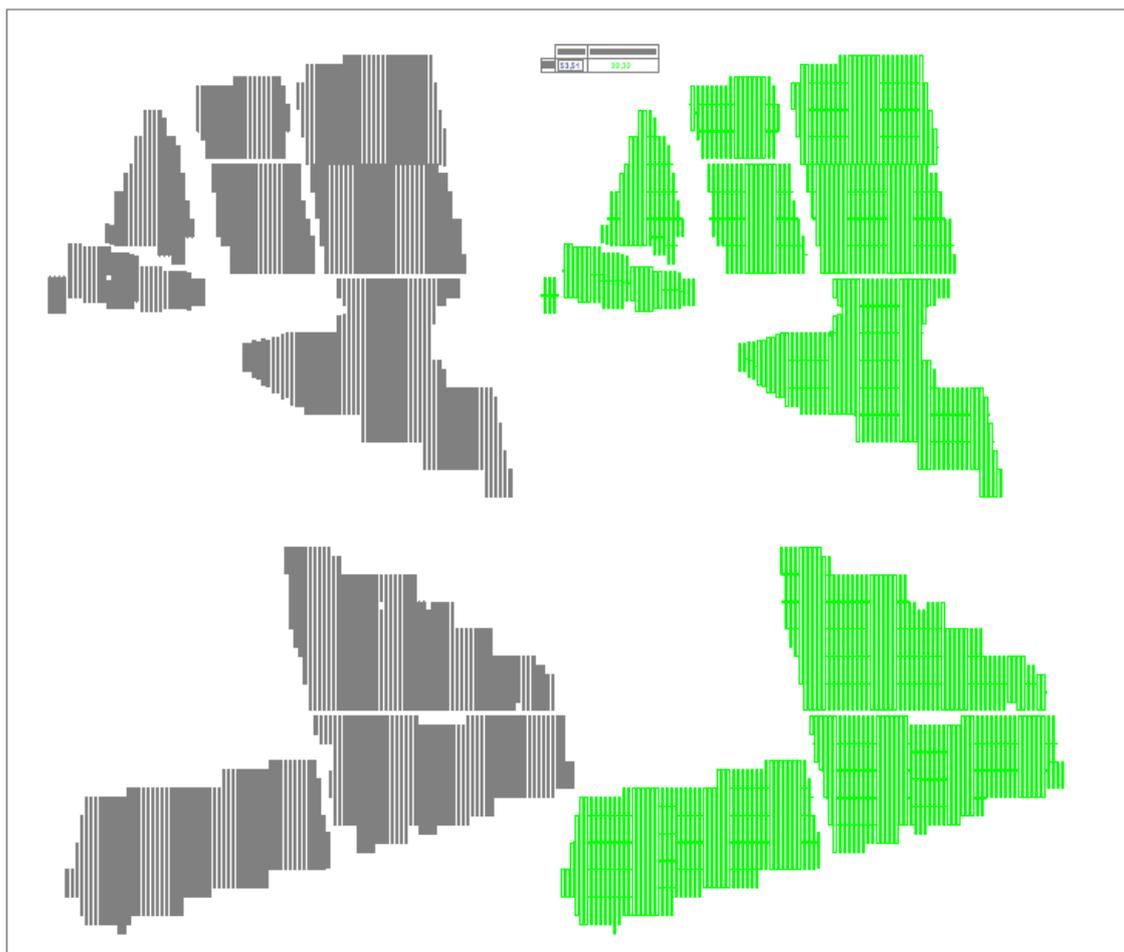
Aree di terreno libere sotto e tra i pannelli



Aree verdi all'interno del perimetro del Campo Sud

	ha	ha
Superficie totale appezzamento		83,32
Superficie opere stradali	2,95	3,02
Aree edifici servizio impianto	0,07	
Aree a disposizione agricola	15,51	26,79
Superficie bordure perimetrali	2,4	
Aree inerbite	8,88	
Aree di terreno libere tra i pannelli		22,32
Superficie pannelli su tracker		31,19

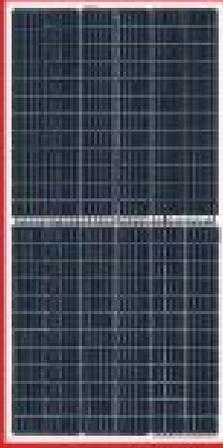
Uso del Suolo agricolo all'interno del campo Sud



Aree di terreno libere sotto e tra i pannelli

4. Le caratteristiche prestazionali e descrittive degli elementi scelti.

4.1 Pannelli Fotovoltaici

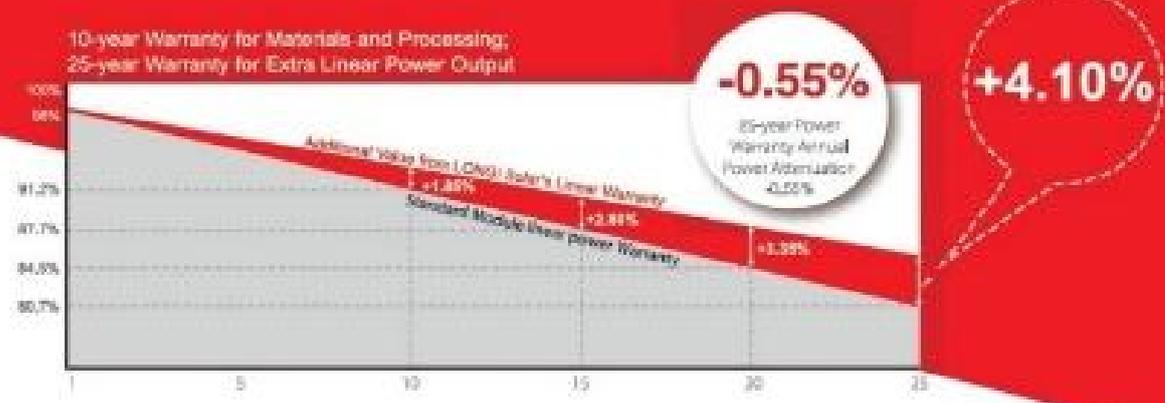


LR4-72HPH 420~440M

**High Efficiency
Low LID Mono PERC
with Half-cut Technology**



10-year Warranty for Materials and Processing;
25-year Warranty for Extra Linear Power Output



Year	Power Output (%)	Annual Change (%)
0	91.2%	-
10	89.5%	-1.85%
15	88.5%	-1.00%
20	87.5%	-1.00%
25	86.1%	-1.55%

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 1709
 ISO 9001:2008 (QC Quality Management of Solar)
 ISO 14001:2004 (SO Environmental Management System)
 TS16949: Guidelines for module design qualification and type approval
 OHSAS 18001:2007 Occupational Health and Safety



* Specifications subject to technical changes and notes. LONGI Solar reserves the right of interpretation.

Positive power tolerance (0~+1W) guaranteed

High module conversion efficiency (up to 23.2%)

Slower power degradation enabled by Low LID Mono PERC technology: first year <2%, 0.55%/year 2-25

Solid PID resistance ensured by solar cell process optimization and careful module BOM selection

Reduced resistive loss with lower operating current

Higher energy yield with lower operating temperature

Reduced hot spot risk with optimized electrical design and lower operating current

LONGI Solar

Room 801, Tower 3, Lujiazui Financial Plaza, No.828 Century Avenue, Pudong Shanghai, 200120, China
 Tel: +86 (21) 60191600 E-mail: module@longi-solar.com Facebook: www.facebook.com/longi-solar

Notes due to continuous technical innovation, R&D and improvement, technical data above mentioned may be all modification accordingly. LONGI Solar have the sole right to make such modification at anytime without further notice. Demanding party shall request for the latest datasheet for such a contract need, and make it a consulting and binding part of technical documentation duly signed by both parties.

I valori di radiazione disponibile sulla superficie dei moduli con orientazione sud e installati ad una determinata inclinazione, il rendimento stesso dei moduli e la loro potenza nominale, sono parametri determinanti per definire la produzione elettrica dei pannelli.

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,85	0,676	0,039	1,565	48,503
Febbraio	1,503	0,897	0,055	2,455	68,731
Marzo	2,898	1,314	0,111	4,324	134,034
Aprile	4,794	1,596	0,151	6,541	196,236
Maggio	6,548	2,044	0,194	8,787	272,393
Giugno	6	2,341	0,148	8,489	254,663
Luglio	7,761	2,099	0,167	10,027	310,837
Agosto	6,195	1,987	0,146	8,328	258,16
Settembre	3,145	1,583	0,095	4,823	144,689
Ottobre	2,42	1,112	0,074	3,606	111,791
Novembre	0,936	0,702	0,053	1,69	50,706
Dicembre	0,796	0,534	0,043	1,374	42,579

ORTA NOVA: tabella di radiazione solare

I pannelli sono elementi di generazione elettrica e possono essere connessi in serie o parallelo, a seconda della tensione nominale richiesta. I pannelli sono costituiti da un numero ben definito di celle fotovoltaiche protette da un vetro e incapsulate in un materiale plastico. Il tutto racchiuso dentro una cornice metallica, che in alcuni casi non è presente (glass-glass).

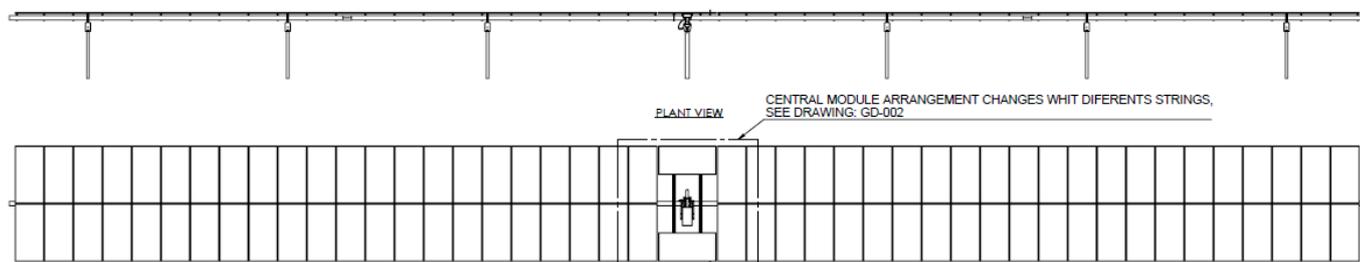
Le cellule fotovoltaiche sono costituite di silicio. Questo materiale permette che il pannello produca energia dal mattino alla sera, sfruttando tutta l'energia messa a disposizione dal sole. Uno strato antiriflesso incluso nel trattamento della cella assicura uniformità di colore, rendendo il pannello esteticamente più apprezzabile ed opaco.

Grazie alla robusta cornice metallica in alluminio anodizzato, capace di sostenere il peso e le dimensioni del modulo, e grazie alla parte frontale costituita da vetro temprato antiriflesso con basso contenuto di ferro, i pannelli soddisfano le restrittive norme di qualità a cui sono sottoposti, riuscendo ad adattarsi alle condizioni ambientali di installazione per tutta la vita utile del pannello.

La scatola di derivazione contiene le connessioni per polo positivo e negativo e include 2 diodi che permettono di ridurre le perdite di energia dovute a ombreggiamento parziale dei moduli, proteggendo inoltre elettricamente il modulo durante il verificarsi di questa situazione. Grazie alla loro robustezza, non hanno problemi ad adattarsi a condizioni ambientali avverse, come precedentemente affermato, hanno una vita utile superiore ai 20 anni. I pannelli saranno connessi all'impianto di terra secondo la normativa vigente.

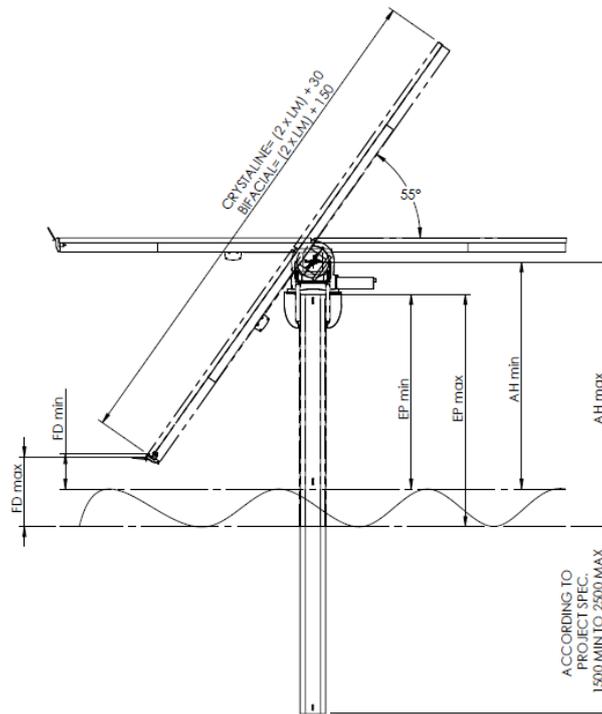
4.2 Tracker

Come struttura porta moduli è stata scelta la struttura ad Inseguitore mono-assiale orizzontale. La struttura è dimensionata in termini di carichi di vento e neve secondo la normativa sismica. Il sistema inseguitore realizza l'inseguimento del sole ruotando da est a ovest su un asse orizzontale nord-sud.



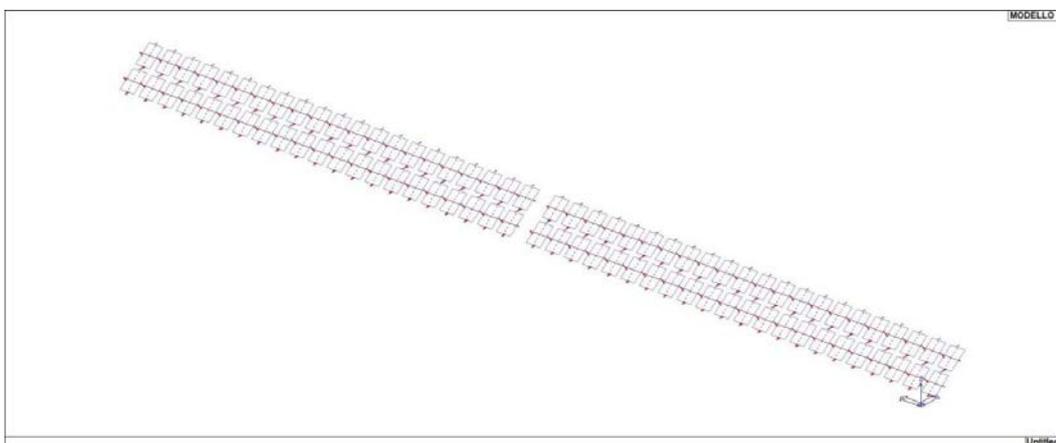
Esso è dotato di una barra centrale, mossa da un attuatore, che trasmette il movimento a ciascuna fila. La rotazione massima permessa è di $\pm 55^\circ$.

Nel caso in oggetto, è stato selezionato l'inseguitore monofila, che si adatta meglio all'andamento omogeneo del terreno. Ciascuna fila conterrà 84 moduli. La distanza tra le file sarà di 8 mt. Il sistema di controllo dell'inseguimento verrà programmato attraverso un algoritmo con orologio astronomico che tiene conto della traiettoria solare.



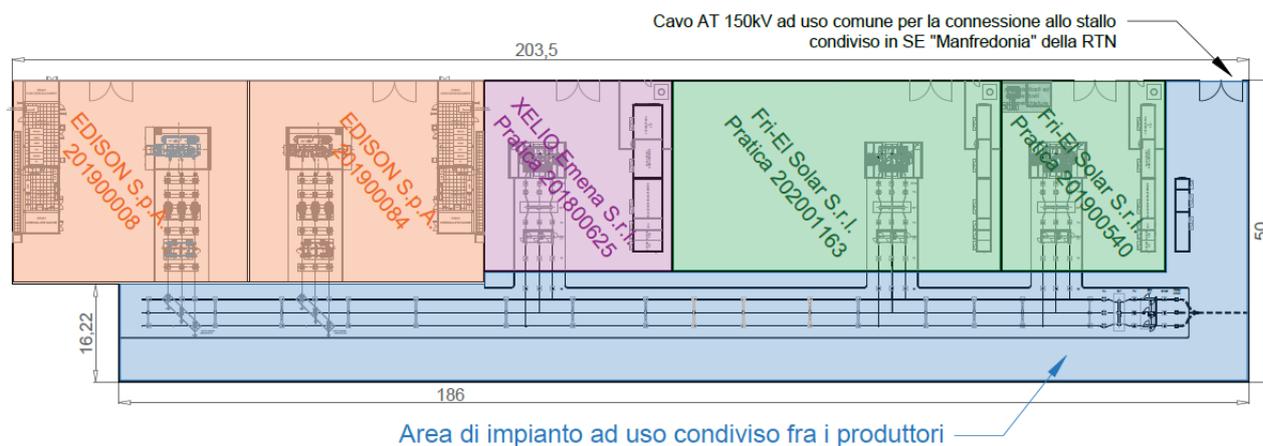
Al fine di garantire il rispetto di tutti gli aspetti strutturali del nuovo progetto e degli elementi costitutivi si è preso in considerazione un sistema di tracker con strutture in acciaio verificate e certificate dal produttore in riferimento a vari profili e carichi statici e dinamici. In primo dimensionamento si è proceduto a ricostruire un modello di calcolo su cui applicare i vari carichi incidenti (pannelli fotovoltaici, neve, vento, sisma, termico) in relazione al sito di realizzazione e in riferimento alla normativa vigente.

Dalla verifica agli Stati Limite il modello siffatto è risultato verificato restituendo le caratteristiche di sollecitazione in termini di sforzo normale, taglio e momento al piede dei profili montanti, per poi verificarne di questi ultimi la lunghezza di infissione verificata per profondità variabili.



4.3 Sottostazione e Sottostazione Utente

La Sottostazione Utente sarà ubicata in località Macchia Rotonda, lungo la strada provinciale SP70, nel comune di Orta Nova, in provincia di Foggia e si collegherà ad uno stallo libero esistente nella sottostazione elettrica Manfredonia, esercita da TERNA, alla tensione di 150 kV. La Sottostazione Utente sarà in Condominio con altri due Utenti e provvista di un trasformatore da 70 MVA 150/30 kV, con cabina di distribuzione dei cavi in media tensione per la connessione dei due campi fotovoltaici.



Planimetria della SE Utente in Condominio

Come previsto dal preventivo di connessione, l'impianto oggetto della presente relazione, codice pratica 201800625, condividerà parte della sottostazione utente e lo stallo produttore in SE Manfredonia con gli impianti riconducibili alle società Edison (codici pratica 201900008 e 201900084) e Fri-El (codice pratica 201900540).

In particolare, i quattro impianti costituiranno una connessione del tipo in condominio (o a grappolo) di alta tensione e condivideranno lo stallo cavo di alta tensione ed il cavo interrato AT di collegamento alla SE Manfredonia. Il condominio così costituito sarà connesso ad un unico stallo produttore in SE Manfredonia, che costituirà l'impianto di rete per la connessione.

La proprietà e la gestione delle aree ed impianti ad uso comune rimarrà in capo alla società Fri-El Solar S.r.l., mentre ogni produttore rimarrà responsabile per il proprio impianto per quanto concerne ordini di dispacciamento, rispetto regolamento di esercizio e codice di rete e per la taratura delle proprie protezioni per guasti interni ed esterni.

La sottostazione elettrica ha il lay-out riportato negli allegati di progetto da cui si evincono anche le relative opere di fondazioni in pre-dimensionamento.

Nella Sotto Stazione X-Elio le aree sottostanti le apparecchiature di AT sono sistemate con pietrisco, mentre le strade e i piazzali di servizio sono pavimentati con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.



SSE Manfredonia-Stato di fatto

Le fondazioni delle apparecchiature nella sottostazione sono in conglomerato cementizio armato e adeguate alle sollecitazioni previste (peso, vento, sisma, corto circuito), realizzate in conformità a quanto previsto dal DM 17/01/2018 NTC2018 e Decreto n. 24 del 09/01/ 2020.



SSE Manfredonia-Stato di Progetto

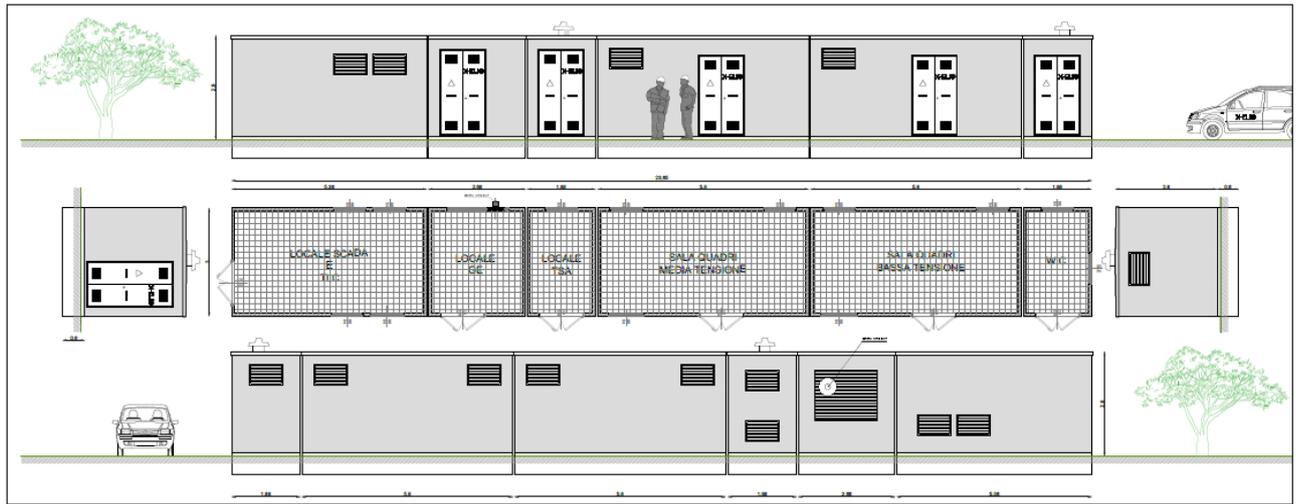
Per lo smaltimento delle acque meteoriche, le acque superficiali sono captate tramite idoneo sistema di drenaggio superficiale e convogliate verso idonee vasche di prima pioggia (disoleatici) e successivamente verso pozzi disperdenti. L'intero impianto è perimetrato con una recinzione in calcestruzzo vibrato, mentre è presente sia un cancello carraio, che uno pedonale.

Per le acque di scarico dei servizi igienici dell'Edificio Utente, è prevista una vasca IMHOFF ed una vasca a tenuta, munita di segnalatore di livello con allarme collegato al sistema di supervisione dell'impianto.

L'acqua per i sanitari se non fosse possibile il collegamento alla rete idrica, sarà invece garantita tramite un serbatoio interrato da min. 5000 Lt, posizionato all'interno in apposita camera in c.a. gettato in opera e coperto da griglia di ispezione carrabile per mezzi pesanti, vicino al cancello di ingresso e al di sotto della quota stradale, l'acqua sarà mandata in pressione verso i servizi da apposita autoclave installata nei pressi del serbatoio.

4.4 Edificio Presso la Sse

Presso la sottostazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di circa 26 x 3,50 m.



Nell'edificio verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, nonché i quadri ausiliari. L'edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

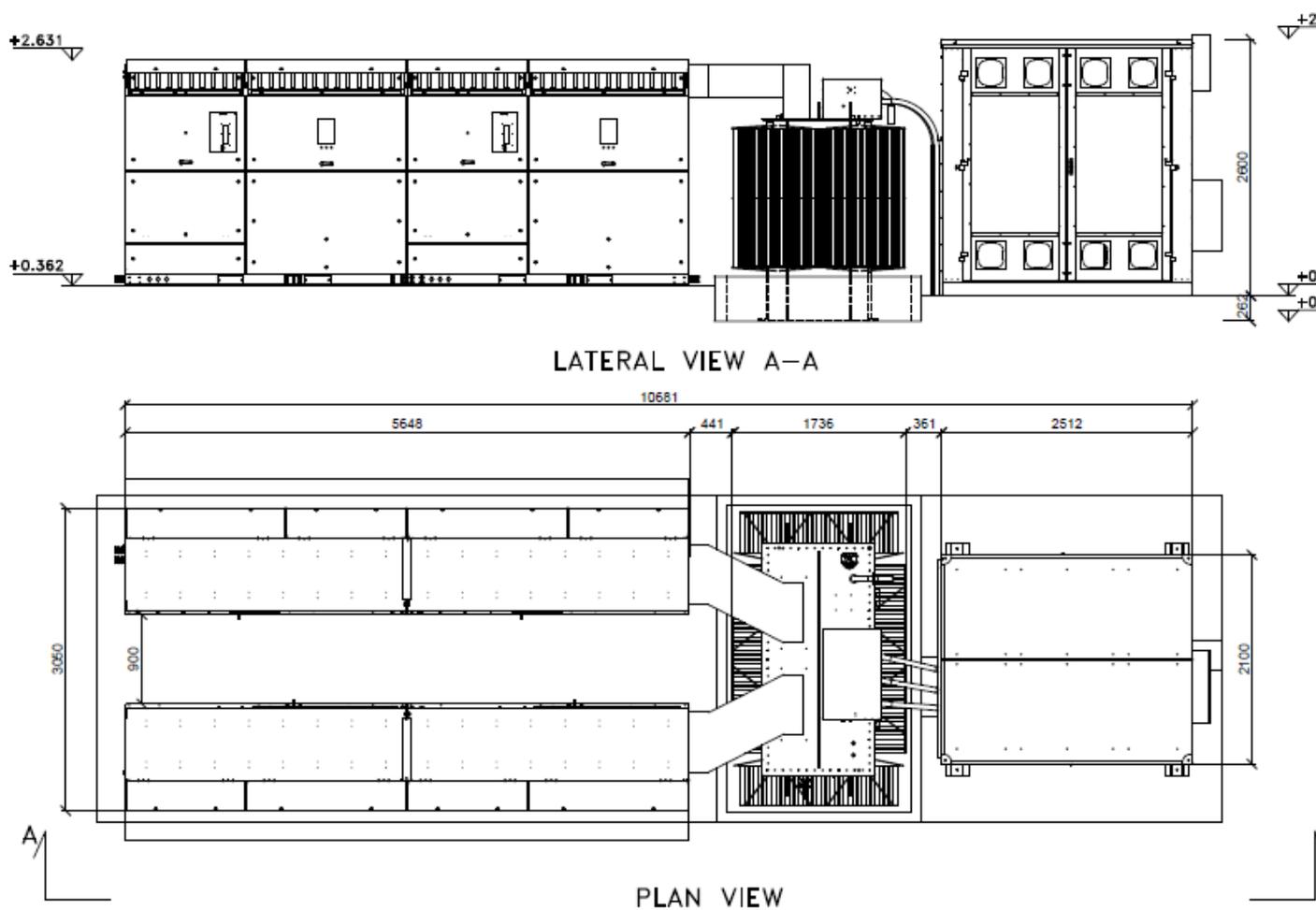
- Locale quadri MT;
- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale quadri BT;
- Locale misure;
- Locale uffici e servizi.

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni.

Il calcolo strutturale sarà realizzato in accordo a quanto previsto dal DM 17/01/2018, norme tecniche per le costruzioni, tenendo conto delle azioni sismiche. Le verifiche geotecniche delle fondazioni sono riportate nella relazione specialistica allegata al progetto definitivo, mentre per quel che concerne le verifiche della struttura in c.a. saranno riportate nella relazione specialistica insieme ai tabulati di calcolo.

4.5 Cabine di Trasformazione

Le Cabine di trasformazione ed elevazione della corrente prodotta dai pannelli in BT a MT, chiamate “Power Skid”, sono presenti in n. 10 unità nei 2 campi in progetto, poste in opera su una platea di fondazione adeguatamente dimensionata e verificata, atta ad accogliere la strumentazione elettrica, relativa copertura con recinzione di sicurezza perimetrale.



INGECON

SUN

InverterStation
 1,500 Vdc

**MEDIUM VOLTAGE
 INVERTER STATION,
 CUSTOMIZED
 UP TO 7.20 MVA**

From 1170 to 7200 kVA

This brand new medium voltage solution integrates all the devices required for a multi-megawatt system.

Maximize your investment with a minimal effort

Ingeteam's Inverter Station is a compact, customizable and flexible solution that can be configured to suit each customer's requirements. It is supplied together with up to four photovoltaic Inverters (two dual Inverters). All the equipment is suitable for outdoor installation, so there is no need of any kind of housing.

Higher adaptability and power density

This PowerStation is now more versatile, as it features a LV / MV shelter that can be customized to suit every customer's requirements.

Plug & Play technology

This MV solution integrates power conversion equipment—up to 7.20 MVA—, liquid-filled hermetically sealed transformer up to 34.5 kV and provision for low voltage equipment.

The LV / MV shelter integrates the LV panel, indoor MV switchgear and auxiliary services transformer. It can also feature a UPS for auxiliary services and an air conditioner in order to improve the cooling system.

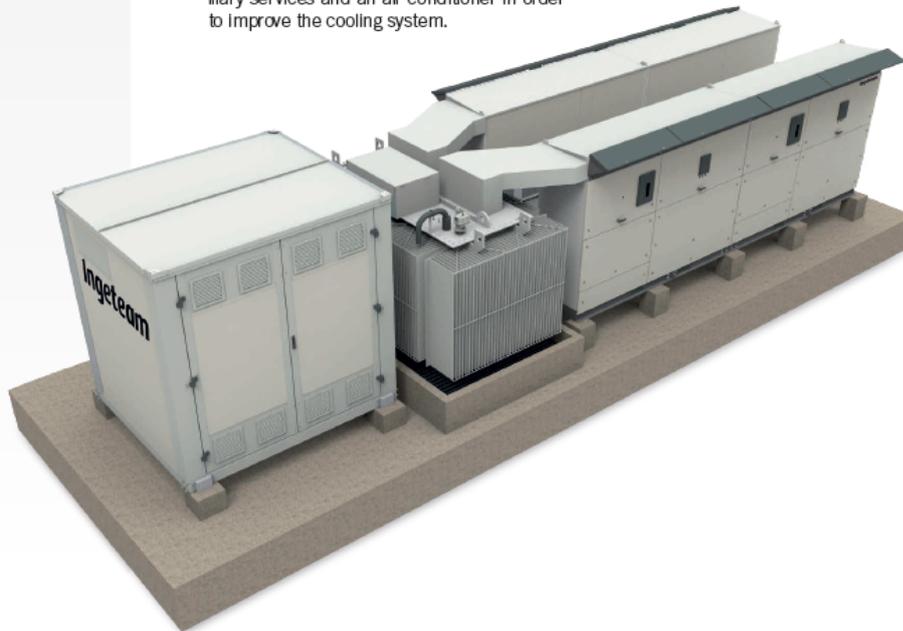
Complete accessibility

Thanks to the lack of housing, the Inverters and the transformer can have immediate access. Furthermore, the design of the B Series central Inverters has been conceived to facilitate maintenance and repair works. Independent accesses to the shelter's low and medium voltage cubicles.

Maximum protection

Ingeteam B Series central Inverters integrate the latest generation electronics and a much more efficient electronic protection. Apart from that, they feature the main electrical protections and they deploy grid support functionalities, such as low voltage ride-through capability, reactive power deliverance and active power injection control.

Furthermore, the electrical connection between the Inverters and the transformer is fully protected from direct contact.



www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

L'intervento in progetto prevede inoltre il posizionamento di piccoli edifici prefabbricati "Main Technical Room" (MTR), annessi alle Power Skid e una cabina di trasformazione per ogni campo. Questi edifici sono

destinati ad ospitare attrezzatura elettrica, sistemi di monitoraggio e controllo SCADA, nonché i locali uffici e magazzino a servizio dell'impianto fotovoltaico.

Queste strutture avranno forma rettangolare, e si svilupperanno su un solo livello con altezza dal piano di campagna compresa tra 3,5 e 4,5 mt. La struttura è composta da n.4 prefabbricati affiancati, che verranno posati sopra una fondazione superficiale, composta da una platea nervata di spessore compreso tra 30 cm e 50 cm e travi di collegamento aventi, a loro volta, altezza oltre la piastra pari a 30 cm. Le pareti e la copertura sono costituite da pannelli prefabbricati termoisolanti.

Nei due campi saranno predisposti anche n. 5 container ISO (2 nel campo Sud e 3 nel campo nord) opportunamente fondati con platea in c.a.

5. Criteri di progettazione delle strutture e degli impianti

5.1 Sistema di posa cavi

In generale, si prevede per tutte le linee elettriche in MT la posa interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità media di 1,20 m dal piano di calpestio per tutte le tratte esterne ed interne al parco fotovoltaico.

In caso di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Esecuzione dello scavo:

- scavo a sezione obbligata con profondità dal p.c. e larghezza indicati nei disegni di progetto;
- posa dei conduttori, fibre ottiche e corda di terra;
- rinterro parziale con terreno di scavo;
- posa in opera di nastro segnalatore del tracciato;
- rinterro con terreno di scavo;
- dove necessaria posa di segnalazione.

I cavi posti sul fondo dello scavo opportunamente livellato, saranno ricoperti da uno strato di materiale di classe A1, per uno spessore di 50 cm e al fine di garantire la stabilità del pacchetto, il materiale posato

all'interno dello scavo verrà rullato e compattato a strati non superiori a 25-30 cm, prima di procedere alla posa dello strato successivo. Un nastro segnalatore od una rete, posti alle profondità indicate nelle sezioni, segnalerà la presenza del cavidotto. Il rimanente volume dello scavo verrà riempito a seconda della tipologia del tratto attraversato come di seguito indicato.

1. Su strade asfaltate al di sopra del nastro monitore sarà posto un ulteriore strato di rinterro con materiale classe A1, per uno strato di 30 cm, con sopra il pacchetto stradale (fondazione rullata e compattata, posa di strato di binder, posa di tappetino di usura);
2. su strade sterrate al di sopra del nastro monitore verrà realizzato il pacchetto stradale (fondazione stradale con tout venant di cava, rullato e compattato, strato di finitura con misto granulometrico, rullato e compattato);
3. su terreno naturale al di sopra del nastro monitore verrà posato uno strato di terreno vegetale facendo uso del terreno vegetale precedentemente accantonato durante l'esecuzione degli scavi, laddove ritenuto idoneo dalla DL.

In tutti i casi di interferenza, un cippo di segnalazione verrà posato a livello del pc in corrispondenza di emergenze e derivazioni. Nel caso di attraversamenti o particolari condizioni, si prevede l'utilizzo di tubazioni corrugate, opportunamente protette, per tutta la durata dell'interferenza o l'adozione di trivellazione con tecnologia di TOC.

5.2 Connessione alla RTN

L'elettrodotto interrato di collegamento tra i due campi e la SE Utente, percorrerà dal campo sud, mt 235 su SP 72, mt 1.280 su strada inter poderale fino al campo nord; con mt 3.956 su Strada Comunale San Michele delle Vigne, mt 4.380 su parte di Strada Provinciale n. 80 e mt 715 su strada poderale fino all'altezza della SSE Terna. La Centrale dovrà essere dotata di un interruttore generale, che realizzi la separazione funzionale fra le attività di competenza del Gestore e quelle di competenza dell'Utente. Gli avvolgimenti AT del trasformatore MT/AT saranno ad isolamento uniforme e collegati a stella, con terminale di neutro accessibile e predisposto per la connessione a terra, e gli avvolgimenti MT saranno collegati a triangolo.

L'avvolgimento AT del trasformatore elevatore MT/AT dovrà essere dotato di un variatore di tensione sotto carico con regolatore automatico in grado di consentire, con più gradini, una variazione della tensione a vuoto compresa almeno tra $\pm 12\%$ della tensione nominale.

Il trasformatore elevatore dovrà essere opportunamente dimensionato (70 MVA) per consentire il transito della potenza attiva e reattiva massima, limitando le perdite reattive e comunque con una potenza apparente complessiva almeno pari al 120% della P_n dell'impianto.

I trasformatori BT/MT saranno opportunamente dimensionati per permettere il transito contemporaneo della potenza attiva e reattiva massima.

I campi fotovoltaici previsti saranno molto estesi, pertanto in corrispondenza della potenza attiva $P=0$ ed in assenza di regolazione della tensione, l'impianto dovrà essere realizzato in modo che siano minimizzati gli scambi di potenza reattiva con la rete al fine di non influire negativamente sulla corretta regolazione della tensione. Pertanto, ad impianto fermo, in caso di potenze reattive scambiate superiori a 0,5 MVar, dovranno essere previsti sistemi di bilanciamento della potenza reattiva capacitiva prodotta dalla rete MT di parco in modo da garantire un grado di compensazione al punto di connessione compreso fra il 110% e il 120% della potenza reattiva prodotta dalla rete MT a V_n . Tali sistemi di bilanciamento saranno rappresentati da reattanze shunt.

Al di sopra di determinati valori di potenza attiva prodotta dalla Centrale Fotovoltaica tali sistemi di compensazione dovranno poter essere esclusi in maniera automatica in modo da bilanciare, almeno in parte, il maggior assorbimento di potenza reattiva dei trasformatori degli inverter e del trasformatore elevatore MT/AT di impianto e garantire il rispetto delle capability richieste al Punto di Consegna. In funzione delle necessità della rete locale Terna la centrale fotovoltaica dovrà essere provvista di sistemi di bilanciamento delle perdite induttive dei trasformatori a carichi elevati eventualmente non coperte dalle capability degli inverter, prevedendo un loro frazionamento al fine di garantire una buona compensazione a fronte di fuori servizio di parte del campo fotovoltaico.

Al di sopra di determinati valori di potenza attiva prodotta dalla Centrale Fotovoltaica tali sistemi di compensazione dovranno poter essere connessi in maniera automatica al fine di garantire il rispetto delle capability richieste al Punto di Consegna.

L'Utente dovrà essere in grado di effettuare le manovre sull'impianto di sua competenza ed eseguire in tempo reale gli ordini impartiti dal Gestore ai fini della sicurezza del sistema elettrico, mediante un sistema di teleconduzione ovvero tramite il presidio degli impianti attivo 24 ore al giorno; in particolare l'Utente disporrà di personale autorizzato sempre rintracciabile, effettuerà tutte le azioni necessarie affinché il proprio impianto sia integrato nei processi di controllo (in tempo reale e in tempo differito) e di conduzione della RTN, renderà disponibili al Gestore le telemisure ed i telesegnali di impianto necessari per l'osservabilità ed il controllo remoto della rete, garantirà l'efficienza degli organi di manovra e d'interruzione, degli

automatismi, degli interblocchi e delle protezioni, il pronto intervento e la messa in sicurezza degli impianti. È prevista la installazione di un gruppo elettrogeno da 100 kVA, per sopperire ad eventuali aperture dei collegamenti della rete verso la Centrale Fotovoltaica in caso di necessità.

5.3 Sistema SCADA

Presso l'impianto fotovoltaico verrà realizzato un sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto. Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

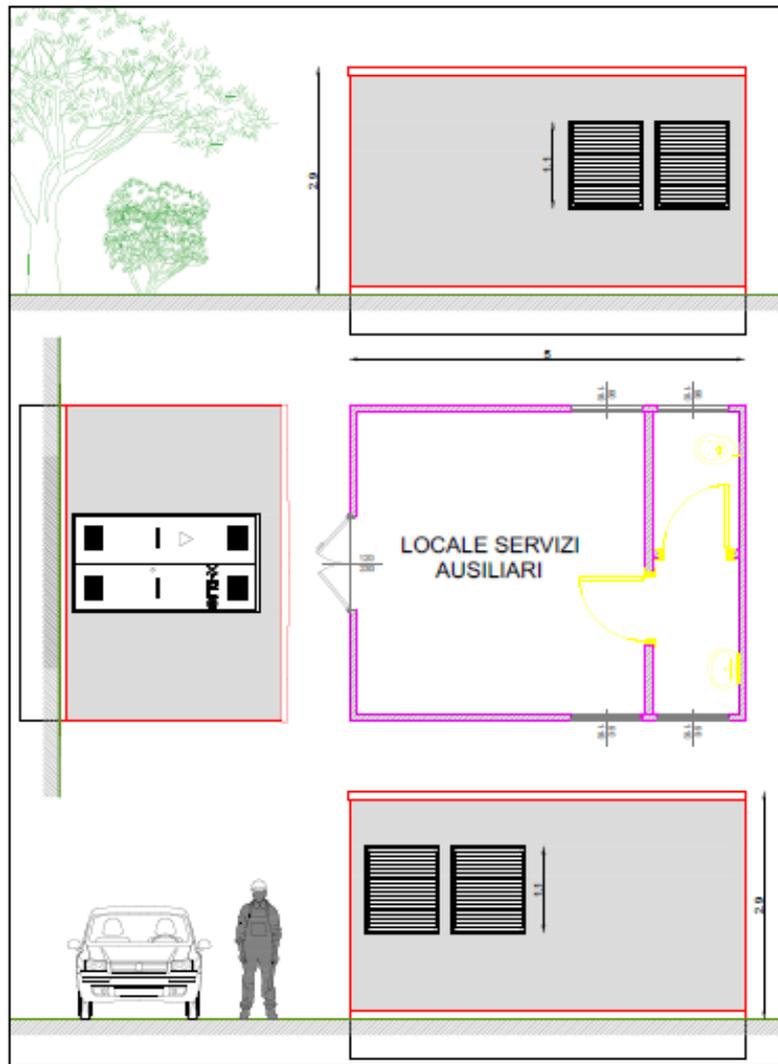
- tensioni e correnti di stringa;
- tensioni e correnti parallelo string box;
- stato scaricatori/interruttori string box;
- tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter;
- tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori MT/BT;
- stato interruttori quadri BT e quadri MT;
- principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, cos, etc.);
- principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc.).

Il nucleo del sistema SCADA è costituito dalla coppia di PLC ridondanti installati nel quadro QPLC in MTR. Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

- Collezione dati:
 - Attuazione comandi organi MT inviati da utente tramite HMI dello SCADA;
 - Regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i setpoint impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione;
 - Elaborazione condizioni di allarme;

Il sistema in progetto risulterà formato dai seguenti elementi:

- 1 quadro rack 19" 42U QCSCADA da installarsi nella Control Room contenente:
 - 1 quadro elettrico QPLC contenente
 - 1 quadro elettrico QREM contenente
 - 1 computer desktop facente funzione di HMI locale
 - 1 engineering workstation
 - 11 quadri QPS da installarsi nelle power station contenenti.



5.4 Sistema di Monitoraggio Ambientale

Nell'ambito del presente progetto si prevede l'installazione di un opportuno sistema di monitoraggio ambientale al fine di garantire l'acquisizione dei parametri ambientali e climatici presenti sul campo fotovoltaico. In particolare, il sistema in oggetto permetterà la rilevazione di dati climatici e di dati di irraggiamento. I dati monitorati verranno, quindi, gestiti e archiviati dal sistema di monitoraggio SCADA precedentemente descritto.

Il sistema di monitoraggio ambientale da installare è composto da:

- N.6 stazioni di rilevazione meteo;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);
- piranometri installati sul piano dei moduli;

- sistema di tracking solare;
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- n. 2 albedometri;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema SCADA al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e auto tuning. I dati di irraggiamento, necessari per la valutazione delle performance di impianto, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri montati sul piano dei moduli (indicativamente uno ogni campo).

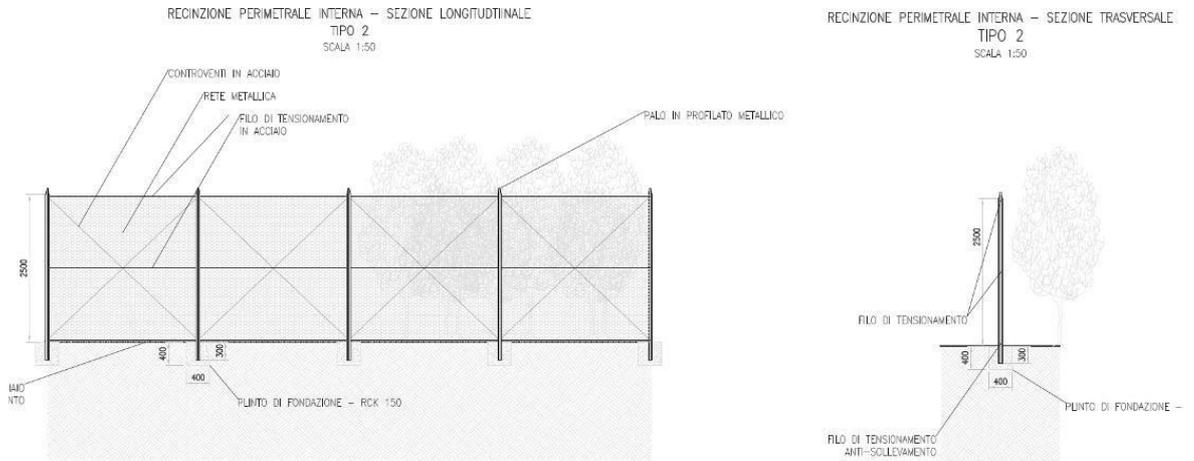
Per quanto riguarda i dati meteorologici si prevede il montaggio di strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto. I dati ambientali rilevati, quindi, saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e da questo elaborati per la determinazione dei valori della producibilità attesa.

Il sistema di monitoraggio, in aggiunta, avrà la funzione di rilevare la temperatura dei moduli. Tutti i dati misurati saranno condizionati da dispositivi elettronici, ove vi fosse la necessità, e comunicati al sistema di monitoraggio mediante protocollo MODBUS su RS - 485 o tramite interfaccia Ethernet.

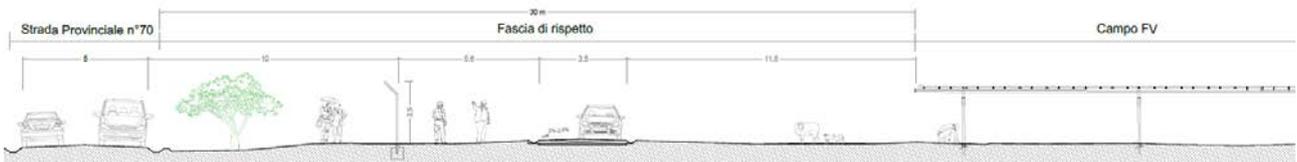
Il sistema di monitoraggio ambientale previsto sarà in grado di operare in modalità automatica, completamente autonomo, assicurando le funzioni di autodiagnosi per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti o lettura di parametri fuori scala.

5.5 *Recinzioni dei campi*

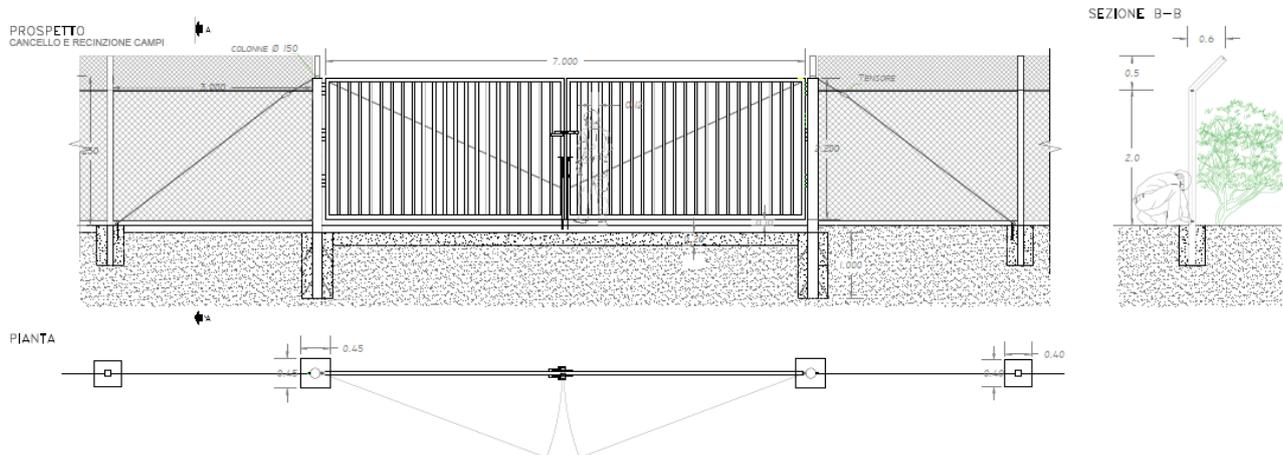
Preventivamente l'area di sedime del campo fotovoltaico in progetto sarà recintata con apposita rete metallica e relativa palizzata segnando in tal modo l'area di intervento e dando il limite fisico in un primo momento del cantiere in essere e successivamente andando a delimitare il campo fotovoltaico evitando l'intrusione ai non addetti.



La recinzione sarà realizzata con rete zincata elettrosaldata h 2,5 metri a maglia cm 5 x 7,5, sufficiente per permettere il passaggio della microfauna. I pali di sostegno saranno anch’essi della stessa tipologia, fondati nel terreno.



I cancelli di accesso alle aree d’impianto per i campi nord e sud saranno di dimensioni non inferiori a 7 mt di larghezza, scorrevoli o a doppia anta e di tipo metallico con colonne di sostegno fondate a terra e collegate con trave in c.a. o metallo al fine di costituire un sistema strutturalmente verificato.



Tipologia di cancello per l’accesso ai campi

A seguire il tracciamento della viabilità interna al campo fotovoltaico, in corso di realizzazione dell'opera si provvederà alla movimentazione agevole dei materiali di cantiere, e all'installazioni dei componenti tecnologici del campo fotovoltaico nonché all'opportuno spiccato delle file dei tracker di supporto ai pannelli fotovoltaici.

Contemporaneamente al tracciato delle file interessate alla collocazione e dei "pali battuti" la viabilità sarà sostanzialmente riconfermata nel nuovo tracciato della viabilità costituita da strade bianche, eseguita con misto riciclato di cava o materiale simile compattato, di larghezza variabile da 3 mt a 7 mt, e in riferimento all'orografia dei campi, seguirà l'attuale morfologia del terreno.

Il tracciato, solo indicato negli elaborati grafici, restituirà le quote di riferimento dove gli spessori ipotizzati nei particolari presenti negli elaborati varieranno a seconda se necessitino di realizzare tratti in rilevato o in lieve trincea.

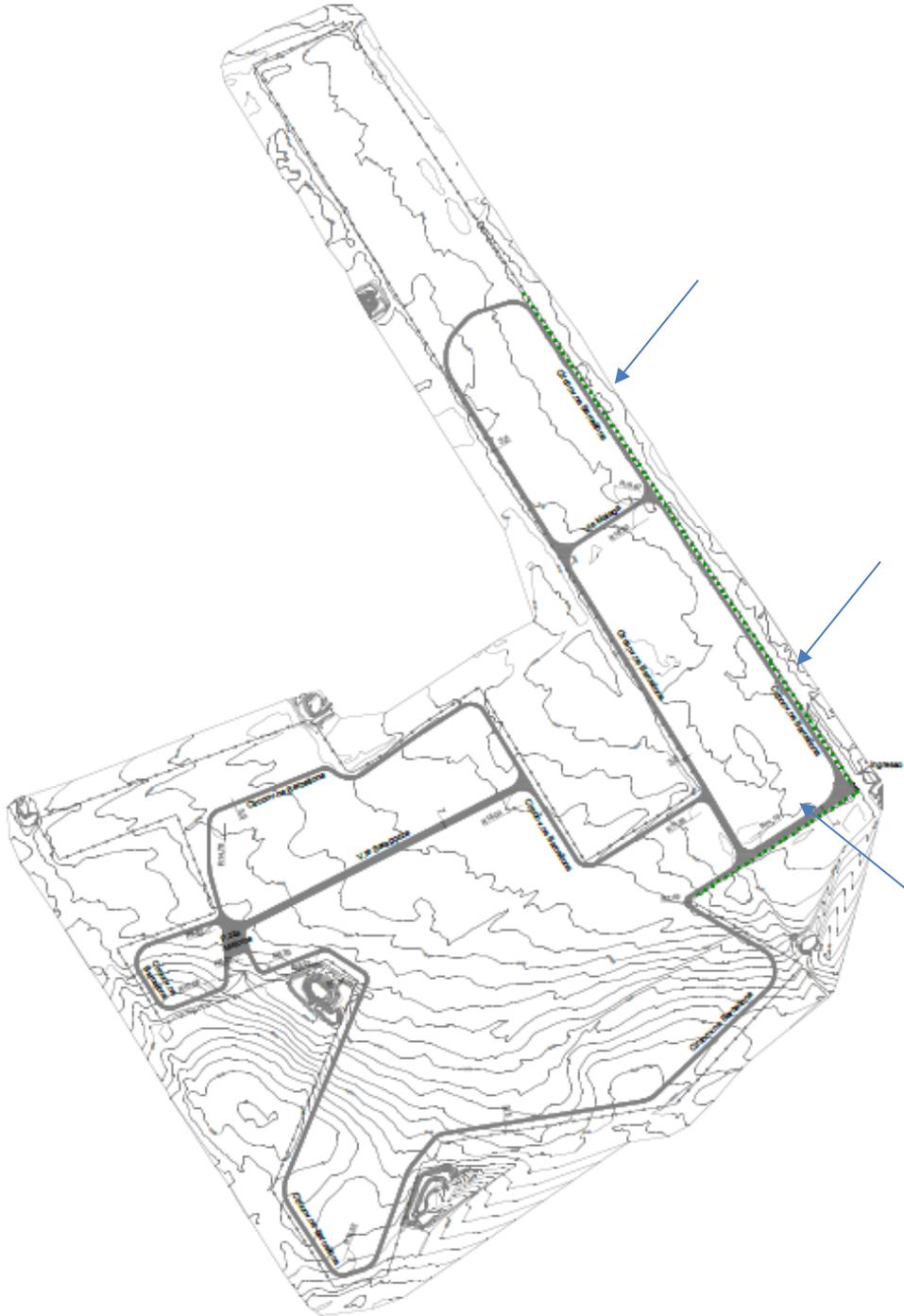
Gli scavi che interesseranno le opere inerenti la viabilità non supereranno i 30-40 cm dal piano campagna e al più interesseranno raccordi di quota in zone dove la confluenza delle acque meteoriche, riferite alle curve di livello nonché orografia opportunamente rilevate, necessiti una captazione con fossi di guardia e relativa regimazione, evitandone un dannoso ristagno.

Opere di ingegneria naturalistica potranno andare a consolidare il raccordo di quota a monte del fosso di guardia.

La viabilità finale siffatta seguirà essenzialmente il perimetro dell'area di sedime del campo fotovoltaico con poche ramificazioni per permettere contemporaneamente passaggi cavi nei cavidotti e quindi la regimazione delle acque, per cui la posa in opera del sistema pali battuti+telai+sottostruttura+pannelli avverrà sia manualmente che tramite mezzi idonei, prevedendo ove possibile la realizzazione di viabilità provvisoria, di volta in volta, in base alle necessità, nel rispetto dell'impatto visivo ad opera finita. Con la sistemazione della viabilità seguirà anche adeguato raccordo dei fossi di guardia e/o canalette naturali, previste per lo smaltimento delle acque meteoriche, a bordo strada in tutte quelle situazioni in cui la regimazione si renda necessaria. Preventivamente andrà verificata l'attuale collettamento delle acque meteoriche nel reticolo di drenaggio naturale o antropico e dove si riterrà necessario saranno realizzati canali e trincee ed opere per la corretta canalizzazione delle acque, secondo il deflusso permesso dalla natura del sito.

Lo studio topografico puntuale sul campo, oltre a restituire le reali misure caratterizzanti i luoghi, ha restituito dal punto di vista morfologico l'andamento del terreno e quindi le pendenze da poter sfruttare per far confluire l'acqua nel miglior modo, evitando punti di ristagno e di strozzatura.

5.6 Viabilità interna ai campi



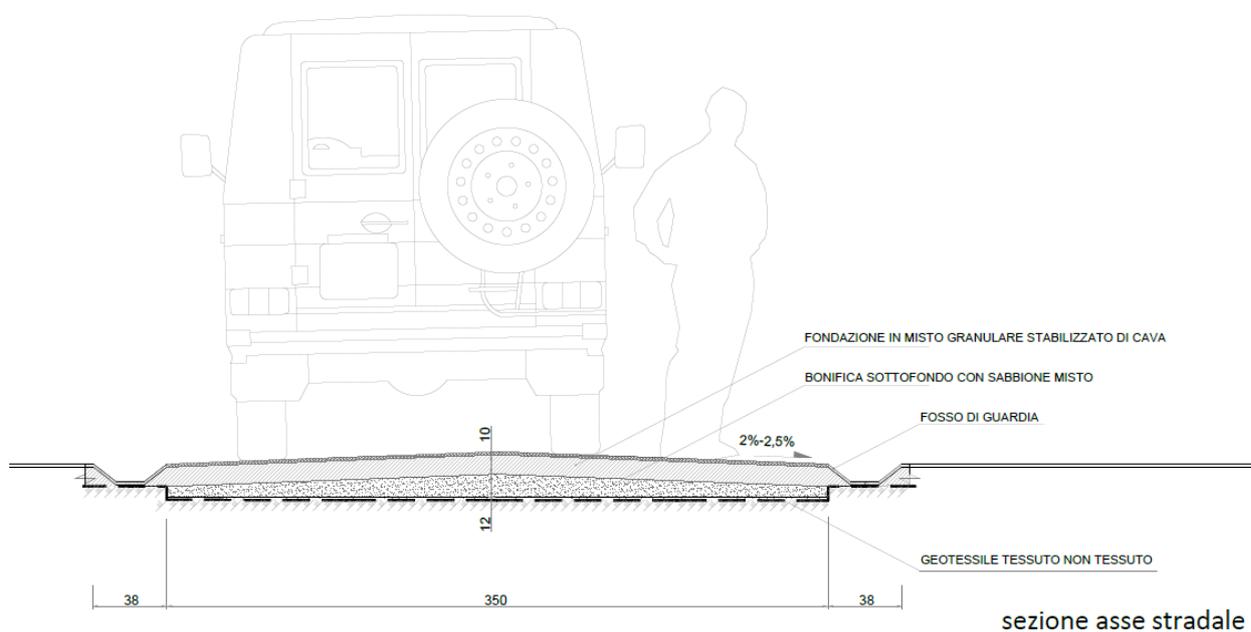
Viabilità campo nord

Bordure perimetrali - opere di mitigazione

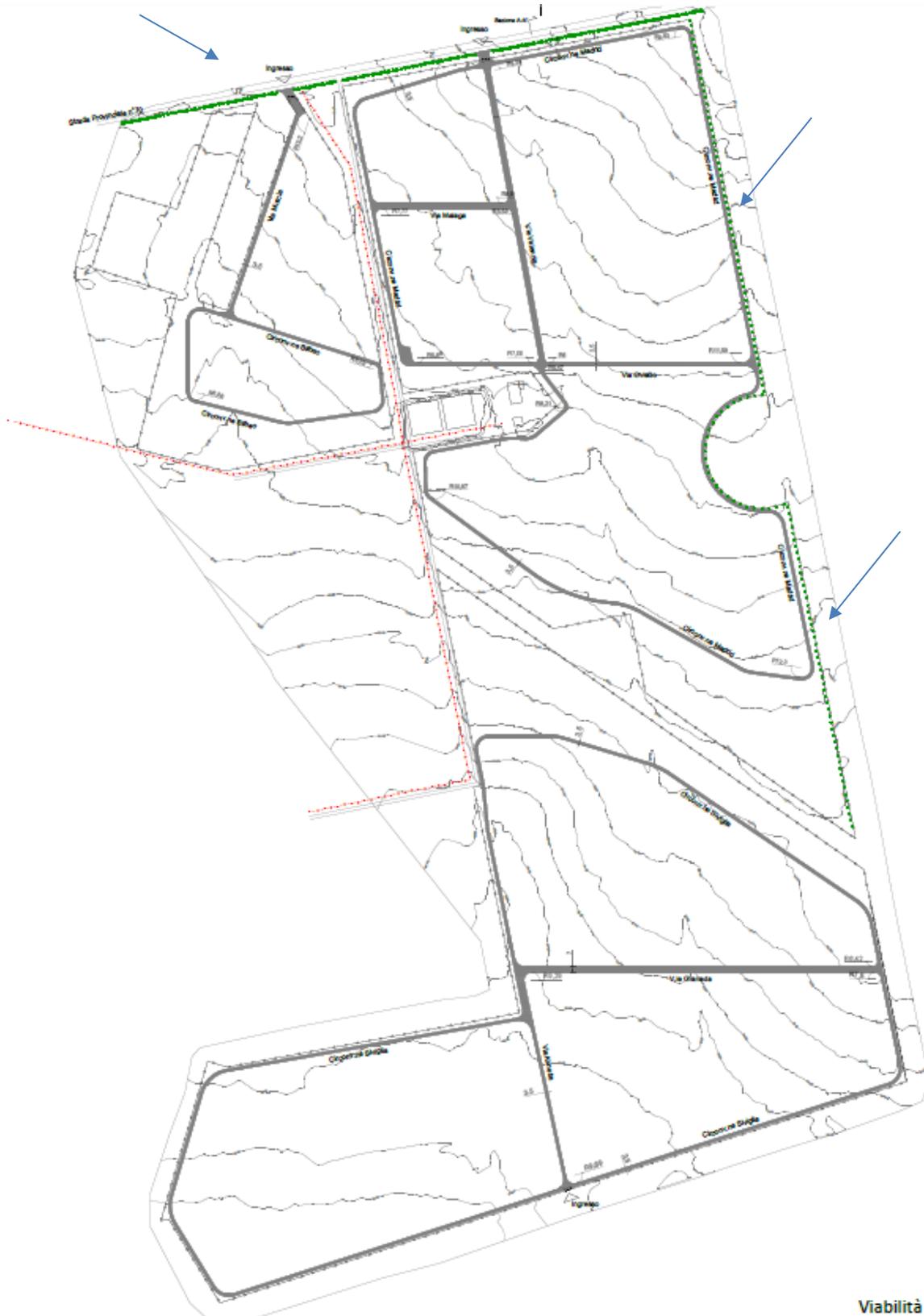
Il sito sarà interessato da leggera bonifica (perlopiù pulizia del sito) in modo da preparare il piano di posa, eliminando dolo in superficie asperità che intralcino la messa in opera dell'impianto fotovoltaico, limitando il più possibile modifiche sostanziali del piano di posa naturale tendendo a zero l'impatto ambientale.

Per quanto riguarda lo stesso suolo, esso sarà tenuto naturalmente inerbito, con possibilità di seminare colture da sovescio in modo da preservarne la sostanza organica del terreno e la fertilità del terreno. Inoltre, il mantenimento dell'inerbimento si ispirerà al metodo biologico, senza ricorso al diserbo.

La viabilità finale siffatta seguirà essenzialmente il perimetro dell'area di sedime del campo fotovoltaico con poche ramificazioni per permettere contemporaneamente passaggi dei cavi nei cavidotti e quindi la regimazione delle acque, per cui la posa in opera del sistema pali battuti+telai+sottostruttura+pannelli avverrà sia manualmente che tramite mezzi idonei, prevedendo ove possibile la realizzazione di viabilità provvisoria, di volta in volta, in base alle necessità di cantiere.



Perimetralmente lungo le principali strade di accesso all'area, una opportuna bordura arborea in essenze d'ulivo verrà predisposta per schermare visivamente l'impianto.



Bordure perimetrali - opere di mitigazione



Vista lungo la Strada Comunale San Michele delle Vigne Ante Operam - Campo Nord



Vista lungo la Strada Comunale San Michele delle Vigne Post Operam- Opere di mitigazione Campo Nord



Vista lungo la Strada Provinciale 70 Ante Operam - Campo Sud



Vista lungo la Strada Provinciale 70 Post Operam – Opere di mitigazione Campo Sud

5.7 Sistemazione per il deflusso delle acque meteoriche

Preventivamente andrà verificata sul campo l'attuale collettamento delle acque meteoriche nel reticolo di drenaggio naturale o antropico e dove si riterrà necessario saranno realizzati canali e trincee ed opere per la corretta canalizzazione delle acque, secondo il deflusso permesso dalla natura del sito.

Lo studio topografico puntuale sul campo, oltre a restituire le reali misure caratterizzanti i luoghi, ha restituito dal punto di vista morfologico l'andamento del terreno e quindi le pendenze da poter sfruttare per far confluire l'acqua nel miglior modo.

6. Analisi della qualità ambientale ante-operam

6.1. Topografia

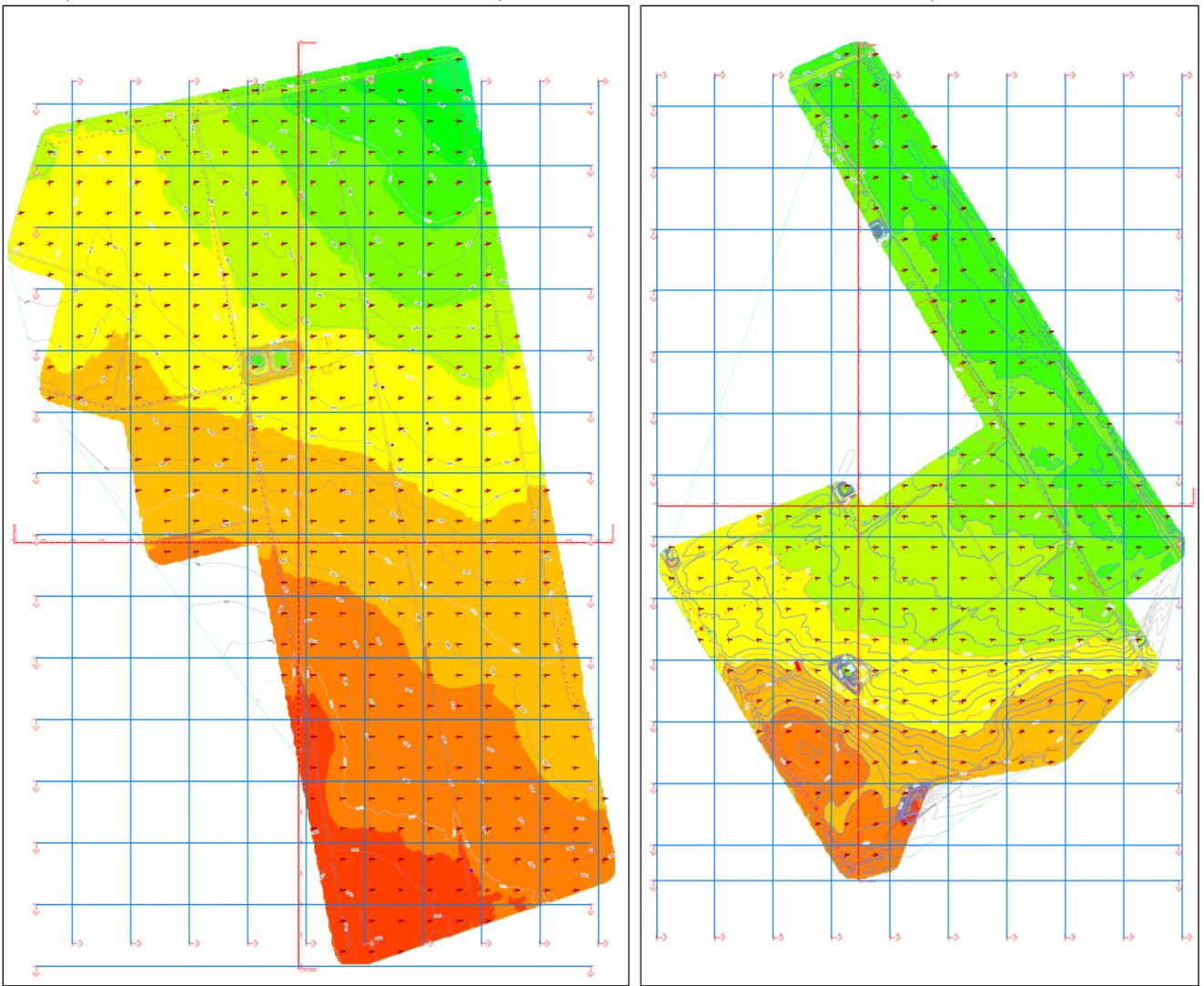
Il rilievo si è svolto nel mese di febbraio 2020 presso il comune di Orta Novsa (FG) e la campagna di rilievo si è divisa in due fasi:

- la prima ha previsto l'acquisizione a terra tramite gps differenziale dei punti di appoggio (GCP Ground control point) e di controllo (PCP Processing control point)
- la seconda è consistita nel sorvolo mediante drone radiocomandato (S.A.P.R.) delle zone di interesse.

In totale è stata coperta dal rilievo una superficie di circa 120 ettari e sono stati prodotti sia DTM, DTS, Nuvola di punti, Ortofoto e Piano quotato 3D.

Per l'acquisizione dei punti a terra è stato utilizzato un GPS differenziale di precisione centimetrica STONEX S8 PLUS. STONEX™ S8 PLUS è equipaggiato con una scheda GNSS da 120 canali che traccia i segnali e fissa velocemente la posizione, un radiomodem UHF interno da 2W trasmettente e ricevente, un modem GSM 3G WCDMA in grado di ricevere le correzioni differenziali (VRS,FKP etc.) e la scheda Bluetooth per consentire il collegamento senza cavi al controller.

Tramite GPS sono stati acquisiti, operando in RTK collegati alla BASE in correzione d'area, tutti i punti GCP (Ground Control Point) e PCP (Processing Control Point) utili alla georeferenziazione e al controllo dell'Ortofoto e del DSM prodotti. In particolare, i GCP sono stati acquisiti con un tempo di permanenza di 5 epoche.



Planimetrie Campo Nord e Campo Sud con mappatura dei punti a terra da GPS



Ricevitore e controller Stonex S8 plus.

RECEIVER		INTERNAL RADIO	
Channels	120	Frequency Range	403 - 473 MHz
Satellite tracked	GPS: Simultaneous L1, L2, L2C, L5	Channel Spacing	12.5kHz / 25 kHz
	GLONASS: Simultaneous L1, L2	Emitting Power	0.5/1/2 W
	GALILEO: E5a, E5b, A1+0 OC	Maximum Range	3-4 Km (urban environment), 3-8 Km with optimal conditions*
	BeiDou: B1, B2	Radio Protocol	Transparent EOT/EOC/EOT, SATEL, South, Monex Type 1, TRIMTALK II/III, TRIMMARK 3, TRIMTALK 450S
	SBAS: Simultaneous L1 CA, L5		
	QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) L-Band		
Position Rate	Up to 5 Hz (higher frequency optional)		
Signal Reacquisition	< 1 s		
RTK Signal Initialization	< 10 s		
Hot start	< 35s		
Initialization reliability	> 99.9%		
Internal memory	256 MB		
Micro SD-Card	4 GB internal Memory (Over 60 days of raw static data storage with recording sample every 1 second)		
POSITIONING ¹		WIRELESS MODULE	
STATIC		Band	GSM/GPRS/EDGE : 850/900/1800/1900 MHz WCDMA/HSPA : 2100/1900/850 MHz
Horizontal	5 mm + 0.5 ppm RMS	Output power	GSM850 : 0GSM900 : 33 dBm(2W) GSM1800 : PCS1900 : 30 dBm(1W) WCDMA : 23 dBm
Vertical	10 mm + 0.5 ppm RMS		
STATIC (Long time observations)			
Horizontal	5 mm + 0.1 ppm RMS		
Vertical	3.5 mm + 0.4 ppm RMS		
CODE DIFFERENTIAL POSITIONING			
3D	0.25 m RMS		
SBAS Positioning	0.6 m 3D RMS ²		
REAL TIME KINEMATIC (<25 Km) – NETWORK SURVEILLING ³			
Fixed RTK Horizontal	10 mm + 1 ppm RMS		
Fixed RTK Vertical	20 mm + 1 ppm RMS		
COMMUNICATION		POWER SUPPLY	
Connectors (I/O)	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multicable with USB interface for connecting with PC.	Battery	2500 mAh high capacity Lithium battery, Voltage 7.4 V
Bluetooth Device	2.4 GHz class II; maximum range 50 m	Voltage	9 to 15 V DC external power input with over-voltage protection
Reference Outputs	CMR, CMB, RTCM 2.1, 2.3, 3.0, 3.1	Working Time in Static Mode (GPS+GLONASS)	7 hours
Navigation Outputs	Navigation output support for NMEA-0183 and detailed Novatel ASCII and binary logs.	Working Time in Wireless Network with Cable Connection (GPS+GLONASS)	6.5 hours
		Working time in wireless network with Bluetooth connection (GPS+GLONASS)	around 4 hours
		Charge Time	typically 7 hours
		Power Consumption	< 3.8 W
		Remaining Time Battery Light Blinking	1 hour
INTEGRATED GNSS ANTENNA		PHYSICAL SPECIFICATION	
High accuracy four constellation microstrip antenna, zero-phase center, with internal multipath suppressive board		Weight	1.2 Kg with internal battery, radio standard UHF antenna
<ol style="list-style-type: none"> Accuracy and reliability are generally subject to satellite geometry (DOP), multipath, atmospheric conditions and disturbances. In static mode they are subject, even to multipath errors. The longer the baseline, the larger the multipath error. Dependent on SBAS system performance. Network RTK requires support on the network performance and is referenced to the local physical base station. Varies with the operating environment and with meteorological conditions. 		Operating Temperature	-30°C to 60°C (-22°F to 140°F) (internal radio TX 50°C)
		Storage Temperature	-40°C to 80°C (-40°F to 176°F)
		Waterproof/Dustproof	IP67. Protected from temporary immersion to depth of 1 meter and from 100% humidity
		Shock Resistance	Designed to survive a 2 m pole drop on concrete
		Vibration	Vibration resistance
		Winter Grade Option	Operating at -40°C (-40°F)



Ortofoto da Drone Campo Nord



Orto foto da Drone campo Sud

Nel caso dei GCP dove necessario sono stati apposti o colorati appositi target facilmente riconoscibili dalle foto acquisite da drone e il cui centro rappresenta il punto rilevato. Le foto utilizzate nel progetto sono state 388, e ci hanno permesso di ottenere una nuvola di 36 milioni di punti, un'ortofoto con risoluzione a terra massima di 1 x GSD (4.3 [cm/pixel]) ed un DTM in formato Ascii Grid di passo 50 cm. I GCP utilizzati per georeferenziare il modello sono stati 4.

Le operazioni di collaudo del dato altimetrico sono effettuate secondo modalità che individuano due sistemi di analisi e confronto:

- Controllo delle differenze altimetriche tra le quote rilevate con GPS, relative ai GCP materializzati a terra da target, e quelle estratte dal DSM;
- Confronto tra quote rilevate e quelle estratte sul modello digitale sui punti rilevati PCP acquisiti all'interno dell'area di interesse.

Il modello in formato Ascii Grid di passo 50 cm. è stato analizzato attraverso strumenti GIS, e su tale modello sono state eseguite le interpolazioni bilineari, utili ad acquisire, sui punti rilevati topograficamente, la quota sulla superficie del modello 3D derivato, al fine di calcolarne le differenze rispetto a quelle determinate in fase di rilievo.

I primi controlli sono stati eseguiti sui 4 punti materializzati con target che ricadono nell'area di interesse, e che sono stati adoperati quali GCP per l'orientamento del modello. In seguito sono stati verificati anche i PCP, completamente svincolati dal processo di restituzione.

Per i PCP acquisiti contestualmente al posizionamento dei GCP ma con un numero di epoche pari 5 la deviazione standard riscontrata è di 2 cm. In conclusione, è possibile affermare che il DTM ottenuto considerando le deviazioni standard riscontrate sia per GCP che per i PCP abbia una precisione di +/- 2 cm. nelle parti prive di vegetazione.

6.2. Geologia

L'area di intervento è situata a circa 7 km ad est dall'abitato di Orta Nova e rientra nell'area morfologica del Tavoliere di Foggia. Il Tavoliere di Foggia è delimitato a Sud-Est dal basso tronco del fiume Ofanto, ad Ovest dall'arco collinare appenninico che da Ascoli Satriano si spinge sino ad Apricena, a Nord-Est dal F. Candelaro

e ad Est dal Mar Adriatico. Se a detta area si somma la propaggine settentrionale pianeggiante, compresa tra la riva destra del fiume Fortore ed il contorno occidentale del Lago di Lesina, si raggiunge un'estensione di oltre 4.000 km², interamente ricoperti da depositi quaternari in prevalenza di facies alluvionale.

Al di sotto dei depositi quaternari si rinviene il complesso delle Argille Azzurre della potente serie pliocenico-calabrianica, i cui affioramenti, partendo dalla bassa valle del Fortore, si protendono verso Sud, in una fascia che raggiunge il corso medio e inferiore del F. Ofanto. Il Tavoliere di Foggia costituisce il naturale proseguimento verso Nord della cosiddetta "Fossa Bradanica", fino a congiungersi, in corrispondenza del F. Fortore, con la "Fossa Padano-Appenninica".

La zona in esame rientra nell'area dei terrazzi marini (Apricena, San Severo, Villaggio Amendola e Cerignola), ove affiorano terreni in prevalenza di origine marina, e la piana alluvionale antica, corrispondente grossomodo al Basso Tavoliere. Quest'ultima è stata sede di forti evoluzioni della linea di costa dal neolitico ad oggi, che hanno determinato l'estendersi delle aree lagunari a Sud di Manfredonia. Durante l'ultima trasgressione post - glaciale il livello mare si è portato alla quota attuale attraverso un sollevamento di 100÷130 m.

L'elemento morfologico più significativo del Foglio IGM (CARG) 422 "Cerignola" è rappresentato da una superficie subpianeggiante, debolmente inclinata verso nord-est, solcata da alcuni corsi d'acqua minori localmente chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al Golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale.

La morfologia è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte dai principali corsi d'acqua (Torrente Cervaro, Torrente Candelaro, Torrente Carapelle, Torrente Celone) e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica.

In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata evidentemente condizionata dalla natura del substrato geologico presente; gli affioramenti topograficamente più elevati, in corrispondenza dei quali spesso sorgono i centri urbani, sono caratterizzati dalla presenza di una litologia più resistente all'azione modellatrice degli agenti esogeni, al contrario le aree più depresse sono la testimonianza di una litologia meno competente e quindi più facilmente modellabile.

Nel complesso l'area di progetto non è interessata dalla presenza di fenomeni erosivi in senso lato né è soggetta a rapida evoluzione e rimodellamento morfologico (inteso esclusivamente in termini di agenti esogeni naturali), in quanto questo si esercita in forma marginale ed attenuata e del tutto trascurabile ai fini degli interventi previsti.

I terreni del “Campo Nord” di seguito rappresentati, presentano quote che variano da 32.50 a 38 m slm con una pendenza da sud verso nord abbastanza uniforme e pari allo 0.40%. Come riportato anche dalla carta dell’uso del suolo, il terreno è coltivato a seminativo.



Foto Campo Nord vista da Nord

I terreni del “Campo Sud” di seguito rappresentati, presentano quote che variano da 47 a 56.80 m slm con una pendenza da sud verso nord abbastanza uniforme e pari allo 0.60%. Come riportato anche dalla carta dell’uso del suolo, il terreno è coltivato a seminativo.



Foto Campo Sud vista da Nord

Le aree interessate dagli impianti non sono interessate da pericolosità geomorfologica e/o idraulica e distano oltre 400 m dai reticoli idrografici presenti in zona. Il tracciato del cavidotto si sviluppa sulla strada di collegamento tra gli Impianti e la SE Manfredonia.

Alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali.

Dato che il del tracciato ricade su strada e non sono previste opere fuori terra, la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico. Gli attraversamenti con il reticolo saranno eseguiti in perpendicolare all'asse di deflusso con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) per non interferire con l'attuale assetto idraulico dei luoghi. Pertanto, alla luce di quanto su esposto, tutto il terreno in oggetto è risultato in sicurezza.

6.4. *Struttura*

STRUTTURA IDRO-GEOMORFOLOGICA

Componenti geomorfologiche

LE AREE DI PROGETTO SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai contesti paesaggistici individuati come Componenti geomorfologiche dal PPTR, l'area di impianto e delle opere connesse non ricade in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

Componenti idrologiche

LE AREE DI PROGETTO SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai beni ed agli ulteriori contesti paesaggistici individuati come Componenti idrologiche dal PPTR, l'area di impianto e delle opere connesse non ricade in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

STRUTTURA ECOSISTEMICA-AMBIENTALE

Componenti botanico vegetazionali

LE AREE DI PROGETTO SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai beni ed agli ulteriori contesti paesaggistici individuati come componenti botanico-vegetazionali dal PPTR, le aree interessate dalla realizzazione con le relative pertinenze non ricadono in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

Componenti delle aree protette e dei siti naturalistici

LE AREE DI PROGETTO SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai beni ed agli ulteriori contesti paesaggistici individuati come Componenti delle aree protette e dei siti naturalistici dal PPTR, l'area di impianto e delle opere connesse non ricade in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

I parchi e le aree naturali risultano essere distanti come di seguito:

Zona ZPS IT 91110038 "Paludi presso il Golfo di Manfredonia", distante dal punto più prossimo circa 9,5 Km dalle aree di progetto;

Zona SIC ZPS IT9110005 "Zone Umide della Capitanata", distante dal punto più prossimo circa 9,5 Km dalle aree di progetto.

IBA 023 - Promontorio del Gargano e Zone Umide della Capitanata, distante dal punto più prossimo circa 13 Km dalle aree di progetto.

STRUTTURA ANTROPICA E CULTURALE INSEDIATIVA

Componenti culturali e insediative

LE AREE DI PROGETTO SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai beni ed agli ulteriori contesti paesaggistici individuati come Componenti culturali e insediative dal PPTR, l'area di impianto e delle opere connesse non ricade in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

Componenti dei valori percettivi

LE AREE SCELTE SONO ESTERNE.

Con riferimento ai beni ed agli ulteriori contesti paesaggistici individuati come Componenti dei valori percettivi dal PPTR, l'area di impianto e delle opere connesse non ricade in zone identificate nel sistema di tutela paesaggistica.

REGOLAMENTO REGIONALE n.24 del 30 dicembre 2010

In riferimento all'Allegato 1 del R.R. n°24 (riportante i principali riferimenti normativi, istitutivi e regolamentari che determinano l'inidoneità di specifiche aree all'installazione di determinate dimensioni e tipologie di impianti da fonti rinnovabili e le ragioni che evidenziano un'elevata probabilità di esito negativo delle autorizzazioni) si è verificata l'eventuale interferenza dell'impianto fotovoltaico in progetto

(aerogeneratori, cavidotto interrato e sottostazione elettrica di trasformazione e connessione alla RTN), con aree non idonee ai sensi del richiamato Regolamento, di cui si riporta l'elenco puntuale.

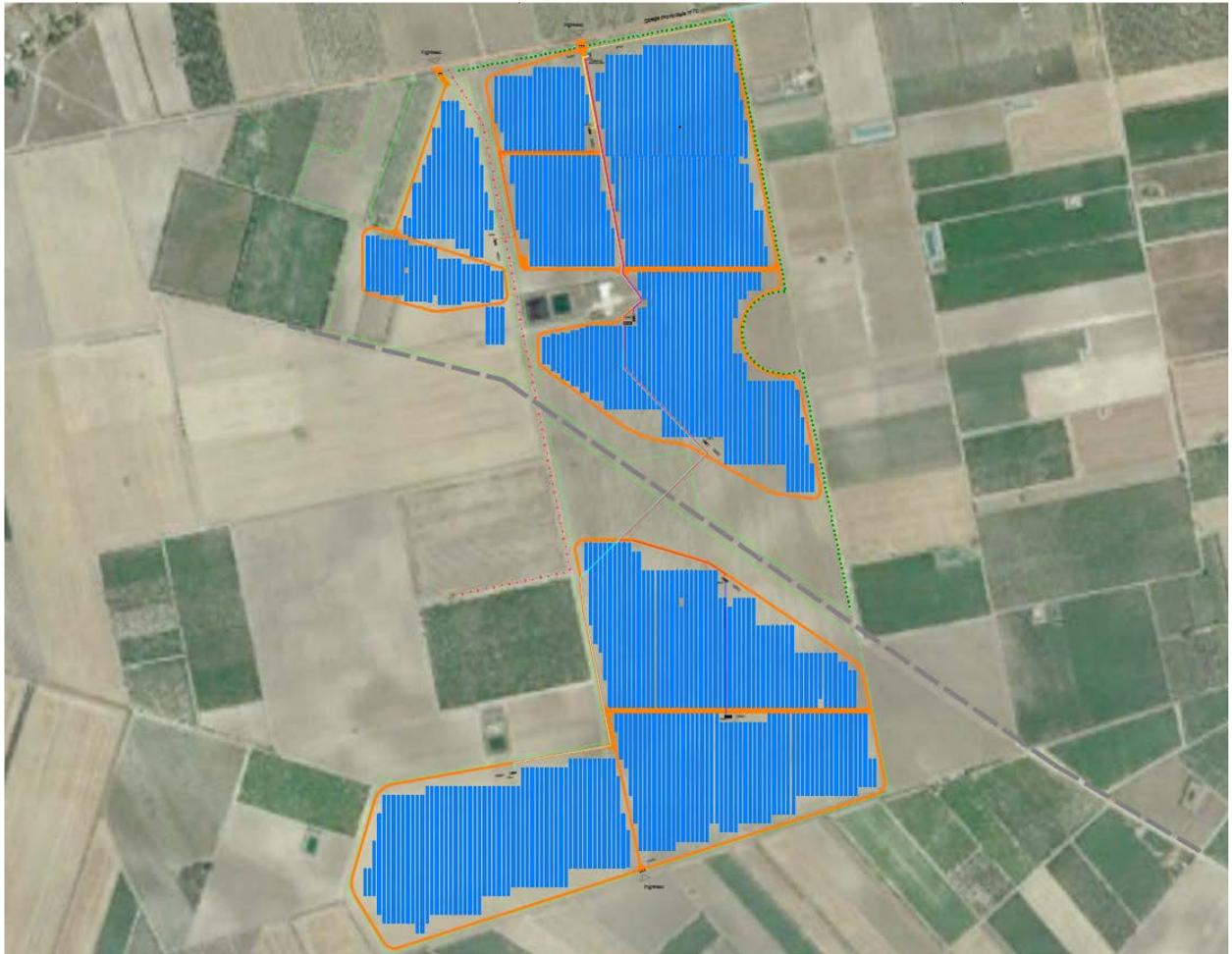
- Aree naturali protette nazionali: non presenti
- Aree naturali protette regionali: non presenti
- Zone umide Ramsar: non presenti
- Sito d'Importanza Comunitaria (SIC): non presenti
- Zona Protezione Speciale (ZPS): non presenti
- Important Bird Area (IBA): non presenti
- Altre aree ai fini della conservazione della biodiversità (Vedi PPTR, Rete ecologica Regionale per la conservazione della Biodiversità) non presenti
- Siti Unesco: non presenti
- Beni Culturali +100 m (Parte II D.Lgs 42/2004, Vincolo L.1089/1939): non presenti
- Immobili ed aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs 42/2004), Vincolo L.1497/1939: non presenti
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Territori costieri fino a 300 m: non presenti
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Laghi e Territori contermini fino a 300 m: non presenti
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Fiumi, torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m: non presenti
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Boschi + buffer di 100 m: non presenti.
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Zone Archeologiche + buffer di 100 m: non presenti
- Aree tutelate per legge (art. 142 D.Lgs 42/2004) – Tratturi + buffer di 100 mt: non presenti
- Aree a pericolosità idraulica: non presenti
- Aree a pericolosità geomorfologica: non presenti
- Ambito A (PUTT): non presenti
- Ambito B (PUTT): non presenti
- Segnalazione carta dei beni + buffer di 100 m: non presenti
- Coni visuali: non presenti
- Grotte + buffer di 100 m: non presenti
- Lame e gravine: non presenti
- Versanti: non presenti

6.5. *Paesaggio*

L'impianto dista a circa 7 Km a Est dell'abitato di Orta Nova e rientra nell'area morfologica del Tavoliere di Foggia. La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale, mediante sottostazione di trasformazione MT/AT, sarà realizzata in agro di Manfredonia. L'elettrodotto di connessione in media tensione dell'impianto fotovoltaico in progetto della lunghezza complessiva di circa 8 Km, sarà interamente interrato e il cavidotto interesserà esclusivamente il territorio comunale della Città di Cerignola, Ortanova, Manfredonia e Foggia. Lo stesso sarà realizzato su strade provinciali, comunali ed interpoderali esistenti. Dal punto di vista cartografico, le aree di progetto degli impianti ricadono nel F° 164 della Carta I.G.M., tav. II SO "Stazione di Orta Nova". All'appezzamento si giunge percorrendo la SP 79 e quindi, 300 m della Strada Comunale Sanniciale Delle Vigne, con la quale esso è fronte strada. L'appezzamento è attualmente coltivato a seminativo. Esso risulta pianeggiante, con una pendenza da sud verso nord abbastanza uniforme e pari allo 0.40%, libero da essenze arboree, compreso alberi di ulivo. Il terreno è di natura medio impasto, tendente all'argilloso, con assenza di roccia e pietre affioranti. Esso risulta delimitato da altrettanti terreni a vocazione cerealicola, ove si riscontrano giovani alberi di ulivo presenti su tratti brevi di confine. Non sono presenti muretti a secco o elementi della tradizione locale.



Campo Nord



Campo Sud

All'appezzamento si giunge percorrendo la SP 72, con la quale esso è fronte strada. L'appezzamento è attualmente coltivato a seminativo. Esso risulta pianeggiante, con una pendenza da sud. verso nord abbastanza uniforme e pari allo 0.60%, libero da essenze arboree, compreso alberi di ulivo. Il terreno è di natura medio impasto, tendente all'argilloso, con assenza di roccia e pietre affioranti. Esso risulta delimitato da altrettanti terreni a vocazione cerealicola, ove si riscontrano giovani alberi di ulivo presenti su tratti brevi di confine. Non sono presenti muretti a secco o elementi della tradizione locale. I criteri di valutazione per l'individuazione dell'area di impianto non sono stati solo tecnici, in quanto particolare attenzione è stata prestata agli aspetti paesaggistico-ambientali. Partendo dai criteri progettuali e tecnici nella individuazione delle aree, sono stati tenuti in considerazione prioritariamente gli aspetti ambientali al fine di non interferire con gli elementi di criticità individuati da tutti gli strumenti di pianificazione territoriali ed in particolare quelli introdotti dal PPTR e dal PAI.

Attraverso questo studio i due campi individuati per l'impianto sono risultati idonei per l'installazione dell'impianto fotovoltaico, sia per le specifiche caratteristiche fisiche che ambientali. Considerando la giacitura pianeggiante delle aree di intervento, l'impatto paesaggistico-visivo sulla struttura agrosistema è da considerarsi trascurabile, anche in forza delle opere di mitigazione in programma.

6.6. Interferenze

Per le interferenze con le coste, le aree di impianto sono ubicate, nel punto più prossimo, a circa 12 Km dalla costa orientale adriatica e considerata la distanza, le aree di intervento non impattano, nè interferiscono con il contesto di costa. Sulla zona costiera non vi è alcun impatto neanche quello visivo.

Per le interferenze con i centri abitati e masserie nonché con edifici rurali abitati, considerata la giacitura piana delle aree di impianto non vi è alcun impatto visivo nè nel contorno di contesto che sul centro abitato di Orta Nova, distante circa 7 Km. Nell'allegata "Relazione Paesaggistica" è possibile approfondire dell'impatto assai ridotto di visibilità dell'impianto fotovoltaico.

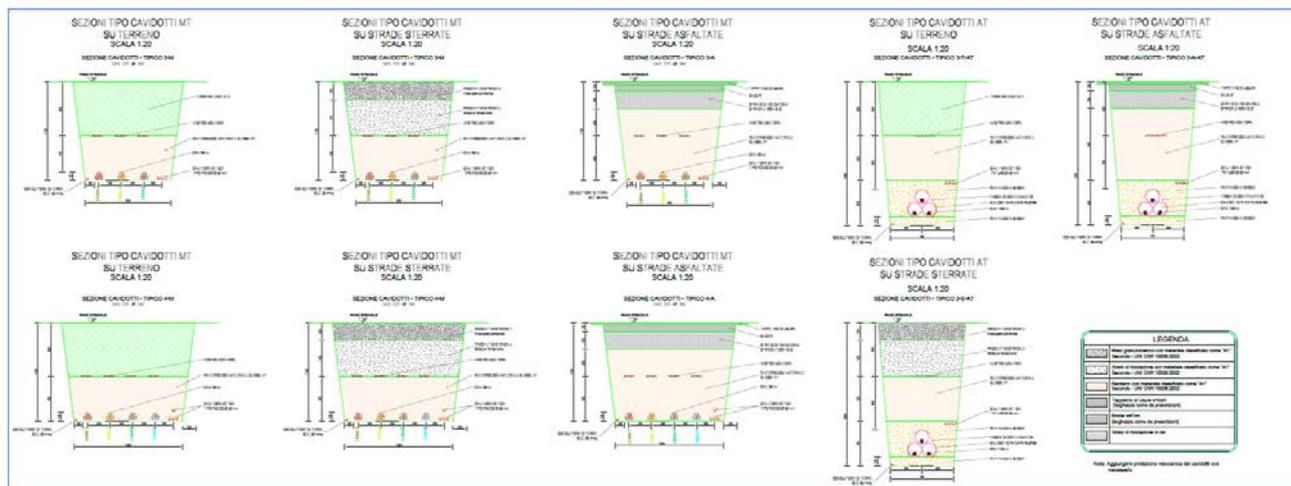
In fine, nella scelta del percorso del cavidotto di collegamento dell'impianto fotovoltaico con la cabina di trasformazione MT/AT, è stata posta particolare attenzione nell'individuare il tracciato che minimizzasse interferenze e punti d'intersezione con il reticolo idrografico individuato in sito e sulla Carta Idrogeomorfologica.

Il cavidotto interrato si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 8,3 km in asse con la viabilità stradale e percorrerà tra i due campi e la SE Utente, dal campo sud mt 235 su SP 72, mt 1.280, proseguendo su strada inter poderale fino al campo nord con mt 3.956 su Strada Comunale San Michele delle Vigne, mt 4.380 su parte di Strada Provinciale n. 80 e mt 715 su strada poderale fino all'altezza della SSE Manfredonia.

Nello specifico, come da indicazioni fornite dalla committenza, le intersezioni del cavidotto con il reticolo e con le aree perimetrate in pericolosità idraulica saranno risolte con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) per non interferire con l'attuale assetto idraulico dei luoghi.

La realizzazione della restante parte del cavidotto non comporterà alcuna modifica delle livellette e delle opere idrauliche presenti sia per la scelta del percorso (in fregio alla viabilità), sia per le modeste dimensioni di scavo (circa 110 cm di profondità e circa 95 cm di larghezza) a realizzarsi con escavatore a benna stretta. A

fine lavori si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali per cui gli interventi previsti non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.



Dato che i lavori di realizzazione delle mini trincee sono limitati alla larghezza dello scavo stesso, non rappresenteranno un ostacolo al deflusso delle acque.

6.7. Espropri

L’impianto oggetto di esame ricade nel territorio Comunale di Orta Nova (FG), Cerignola (FG), Manfredonia (FG) e Foggia. L’accesso alle aree è facilitato dalla presenza dell’Autostrada Bologna taranto e dalla Strada Statale n. 106, dalle Strade Provinciali n. 9 e n. 10 e dalla Strada Comunale 135.

I terreni interessati dal progetto dei Campi nord e sud sono già nella disponibilità di X-Elío grazie alla sottoscrizione notarile di due contratti di diritto di superficie (DDS) con i relativi proprietari.

L’elenco dei dati catastali di tutti i terreni interessati dal progetto è riportato nell’elaborato Esproprio+Disponibilità.pdf

6.8. Geotecnica

Come riportato nella relazione geologica, l'area in oggetto è caratterizzata da una successione di sabbie limoso-argillose, ghiaie e argille. Al di sotto dello strato agrario affiorano strati alternati di sabbie argillose e argille sabbiose per uno spessore medio di 12 mt. Inferiormente si passa alle ghiaie e sabbie con intercalazioni argillose, sino ad una profondità che può raggiungere i 50 m dal p.c..

Questo pacchetto litologico generalmente ospita una falda idrica stagionale, molto influenzata, per portata e spessore, dagli eventi meteorologici che si susseguono nell'alto Tavoliere. Inoltre, la maggior parte di queste falde sono alimentate anche dagli apporti idrici provenienti dai numerosi reticoli idrografici presenti in zona. Alla base delle sabbie troviamo la formazione delle argille grigioblu, con spessori superiori ai 200 m. I dati provenienti dal rilievo geomeccanico e geofisico sono stati elaborati secondo le teorie ed i modelli matematici che meglio caratterizzano il substrato di fondazione, in relazione alle dirette esperienze compiute su terreni simili in aree appartenenti al medesimo bacino di formazione.

L'indagine geognostica ha previsto l'esecuzione di indagini dirette e indirette di tipo geofisico. Tutti gli elaborati riguardo le prove di campo e di laboratorio sono riportati nelle relazioni specifiche, allegato al progetto.

Nel caso in oggetto, è stato realizzato due stendimenti di lunghezza di 50 metri, lungo il quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 2 m. Lungo lo stendimento sono stati realizzati 3 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg circa e l'energizzazione è avvenuta secondo il seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento (0 m e 50 m);
- 1 shot centrale, in corrispondenza del 12° geofono.

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit. L'elaborazione dei dati ottenuti ha permesso di definire la successione lito-stratigrafica e le anomalie strutturali nonché di realizzare il modello sismostratigrafico del sottosuolo.

Indagine "MASW"

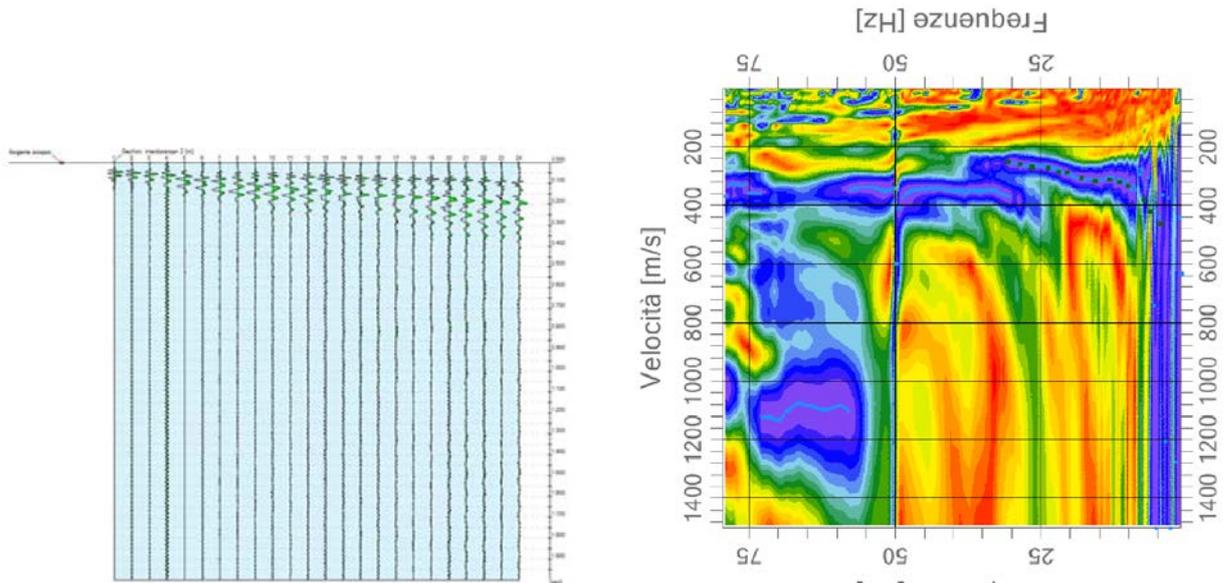
La modalità d'esecuzione è la stessa utilizzata per la sismica a rifrazione: uno stendimento di lunghezza di 26 metri, lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1,50 m.

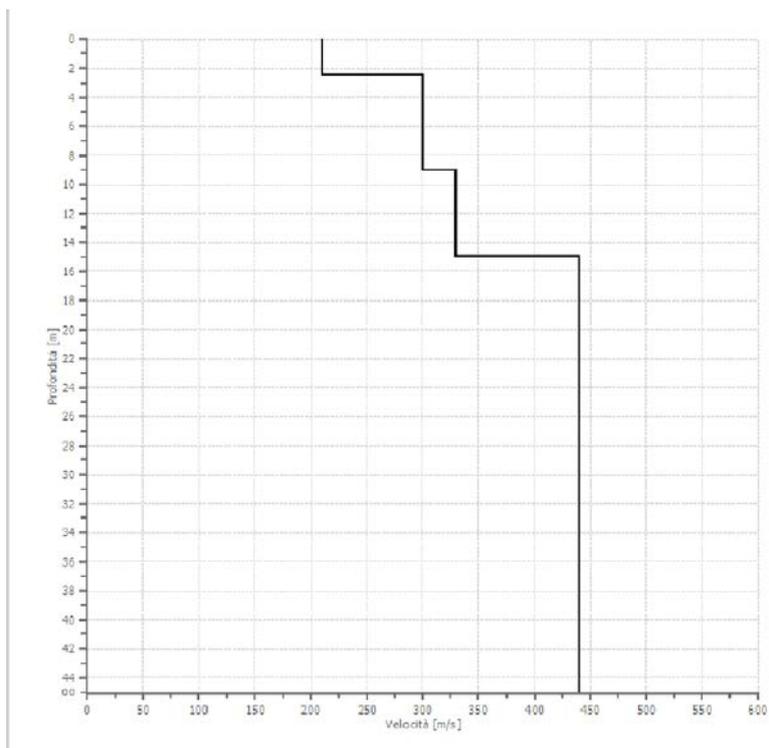
Gli shots realizzati, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 8 kg circa sono stati disposti nel secondo seguente modo:

- 2 shot esterni allo stendimento (-10 m e 60 m);

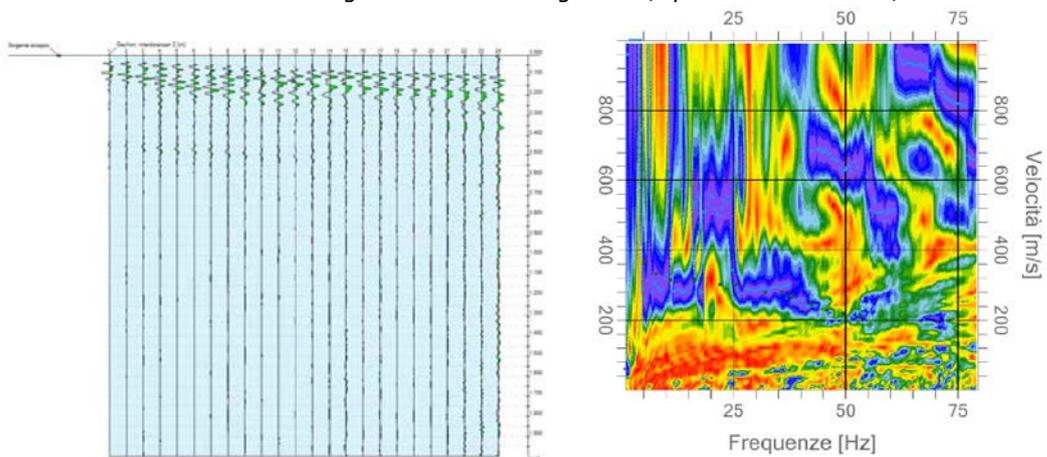
La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della “SARA e.i.” a 16 bit. L’elaborazione, eseguita con il software della GeoStru “Easy Masw”, ha consentito di determinare un profilo di velocità delle onde “S” fino ad oltre 30 m dal punto di rilevazione.

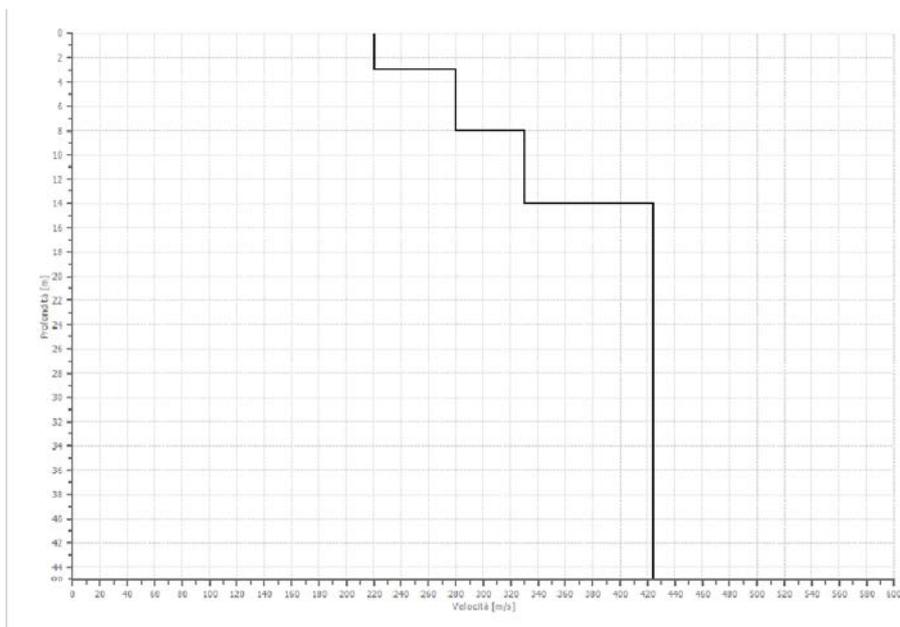
La velocità delle onde di taglio, essendo legata alle caratteristiche dello scheletro del materiale, costituisce un parametro di grande rilevanza per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei materiali. Risulta evidente che a velocità elevate corrispondono materiali con buone caratteristiche geomeccaniche, viceversa a bassi valori corrispondono materiali con scadenti caratteristiche geotecniche.





Base 1 - Indagine MASW – sismogramma, spettro e sismostrato, Vs





Base 2 - Indagine MASW – sismogramma, spettro e sismostrato, Vs

Sismicità

Lineamenti geostrutturali

Il basamento calcareo - dolomitico del Mesozoico presenta in corrispondenza del Tavoliere di Foggia una struttura a Horste Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche parallele alla faglia marginale del Gargano (“Faglia del Candelaro”). In senso trasversale a tale direttrice, all’incirca parallelamente al fiume Ofanto, è possibile individuare un ulteriore notevole sprofondamento da faglia (Faglia dell’Ofanto) che contribuisce alla formazione di un gradino notevole tra le ultime propaggini Nord-occidentali delle Murge ed il basamento mesozoico del Tavoliere.

Le argille e sabbie argillose della serie pliocenico-calabrianica che sovrastano i calcari cretacei si presentano sino ad una profondità sotto il piano campagna che raggiunge anche valori dell’ordine di 1.000 m.

Procedendo verso la Fossa bradanica il tetto dei calcari subisce successivi abbassamenti ad opera di un sistema di faglie di direzione appenninica, cui si associano abbassamenti dell’ordine dei 3.000÷4.000m per la presenza di una serie di horst e graben.

Particolarmente interessanti sono anche le condizioni geologicostrutturali dell’estremità settentrionale della Faglia di Apricena, che delimita il promontorio del Gargano ad Ovest del lago di Lesina e dove tra le alluvioni recenti emergono, per un breve tratto, alcune rocce magmatiche cui viene dato in genere il nome di “Pietre Nere”.

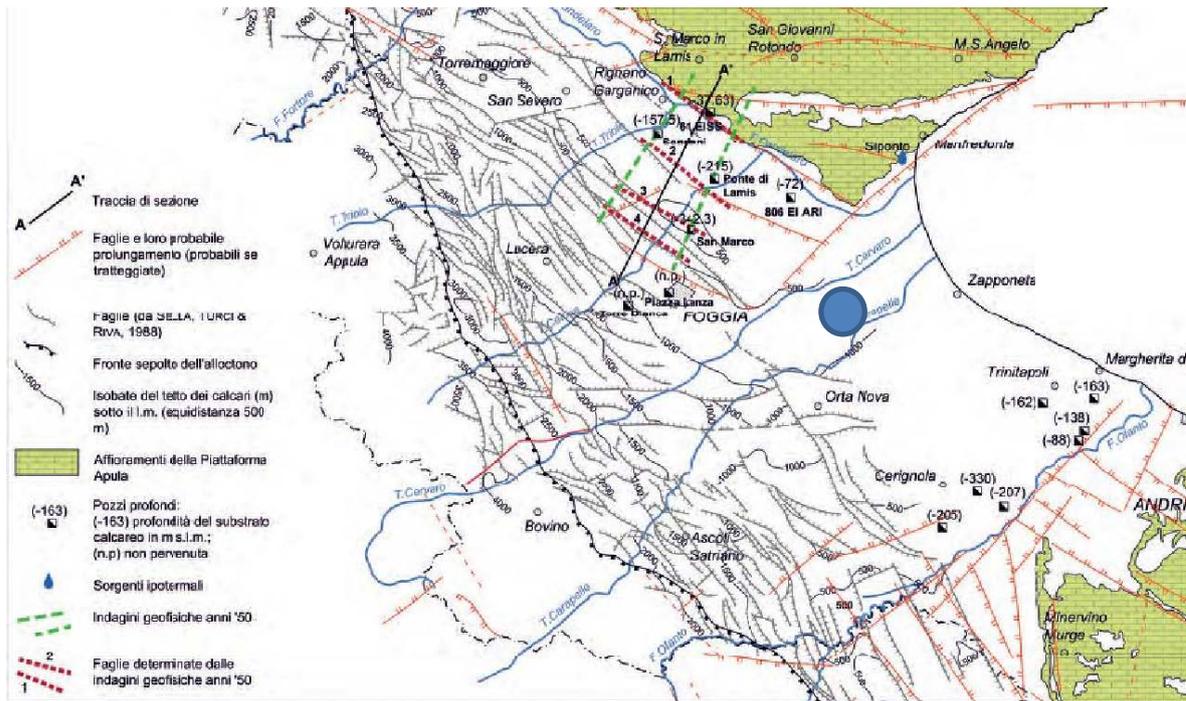
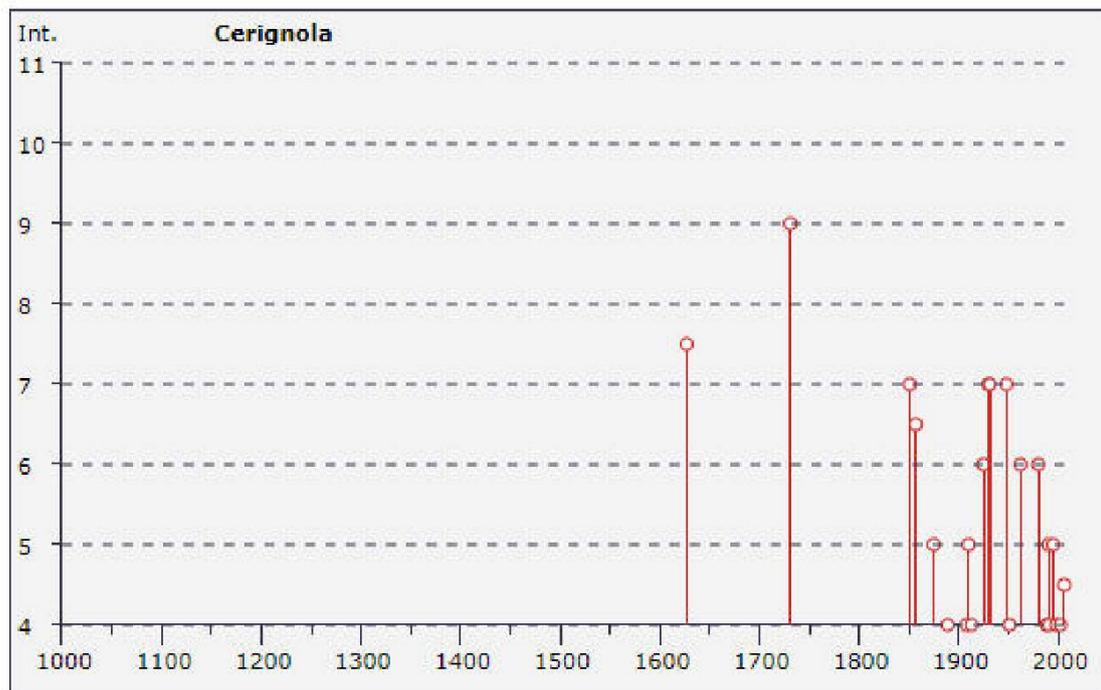
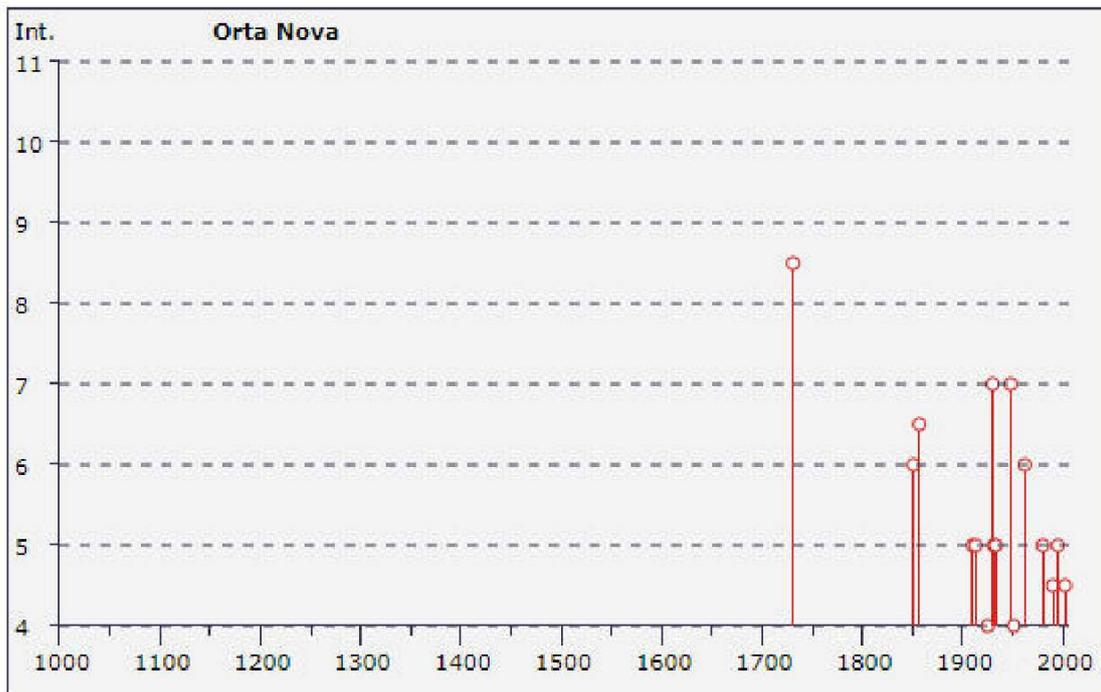


Fig. 14.6 - Lasciamenti strutturali del Gargano e del Tavoliere con indicazione dei risultati delle indagini geognostiche e geofisiche condotte nella prima metà del secolo scorso. Indicazione dei pozzi profondi ubicati in destra Ofanto, delle sorgenti ipoterziali e della Piana del ...
Structural setting of Gargano and Tavoliere with indication of the results from geognostic and geophysical surveys carried out in the first half of the 20th century. The wells located on the right bank of the Ofanto river, the hypothermal springs and Piana delle Pietre Nere, located along the ...

Nel portale dell'INGV sono riportate le osservazioni macrosismiche dei terremoti di aree italiane, al di sopra della soglia del "danno", dall'anno 1560 al 1996 (GNDT DOM4.1). Sulla base di questi elenchi è possibile ricostruire le storie sismiche dei territori di Orta Nova e Cerignola.

La colonna "effetti" riporta l'intensità (I_s) (scala Mercalli – MCS) con cui è stato avvertito il terremoto a Orta Nova/CerignolaGinosa, nella colonna "in occasione del terremoto di:" il toponimo dell'area epicentrale, l'intensità (I_x) e la magnitudo (M_s) (scala Richter).



Storia sismica di Orta Nova [41.327, 15.707]

Numero di eventi: 33

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
8-9	1731 03 20 03:00	Foggiano	50	9 6.53 ±0.25
6	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10 6.38 ±0.17
6-7	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08
NF	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7 5.27 ±0.25
F	1892 04 20	GARGANO	15	6-7 4.98 ±0.32
F	1892 06 06	TREMITI	72	6 5.06 ±0.19
NF	1893 08 10 20:52	Gargano	69	8 5.36 ±0.22
NF	1899 08 16 00:05	IRPINIA	32	6 4.65 ±0.41
NF	1905 11 26 06:48	Irpinia	136	7-8 5.21 ±0.13
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8 5.73 ±0.09
5	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11
3-4	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
4	1925 07 28 03:33	CERIGNOLA	6	5 4.48 ±0.63
7	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09
5	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6 4.62 ±0.30
5	1933 03 07 14:40	BISACCIA	42	6 4.97 ±0.19
3	1937 07 17 17:11	SAN SEVERO	40	6 5.05 ±0.19
7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8 5.64 ±0.21
4	1951 01 16 01:11	Gargano	73	7 5.35 ±0.20
F	1956 01 09 00:44	GRASSANO	45	6 4.88 ±0.20
6	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
3-4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
3	1984 05 11 10:41	Appennino abruzzese	342	5.50 ±0.09
NF	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78	5.39 ±0.09
2-3	1989 03 11 21:05	Gargano	50	5 4.52 ±0.16
4-5	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
3-4	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
3	1992 11 05 13:34	Gargano	32	5 4.64 ±0.18
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.18 ±0.09
3-4	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6 4.93 ±0.09
2-3	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5 4.57 ±0.19
4-5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09

- F avvertito (felt); in genere si esclude che vi siano danni ($I < 6$)
- NF non avvertito (not felt); in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a $I=1$
- NC non classificato (not classified);

Storia sismica di Cerignola [41.264, 15.898]

Numero di eventi: 36

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
7-8	1627 07 30 10:50	Gargano	65	10 6.66 ±0.20
9	1731 03 20 03:00	Foggiano	50	9 6.53 ±0.25
7	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10 6.38 ±0.17
6-7	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08
5	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8 5.98 ±0.16
2-3	1882 06 06 05:40	Monti del Matese	52	7 5.27 ±0.25
4	1889 12 08	APRICENA	122	7 5.69 ±0.13
NF	1892 06 06	TREMITI	72	6 5.06 ±0.19
3	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895	7.04 ±0.16
2	1905 11 26 06:48	Irpinia	136	7-8 5.21 ±0.13
4	1908 12 28 04:20	Calabria meridionale-Messina	800	11 7.10 ±0.15
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8 5.73 ±0.09
4	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8 5.37 ±0.11
6	1925 07 28 03:33	CERIGNOLA	6	5 4.48 ±0.63
3	1925 08 25 05:10	Gargano	14	5 4.92 ±0.26
7	1930 07 23 00:08	Irpinia	547	10 6.62 ±0.09
7	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6 4.62 ±0.30
7	1948 08 18 21:12	Puglia settentrionale	59	7-8 5.64 ±0.21
4	1951 01 16 01:11	Gargano	73	7 5.35 ±0.20
NF	1955 02 09 10:06	MONTE S.ANGELO	31	6-7 5.09 ±0.33
2	1956 01 09 00:44	GRASSANO	45	6 4.88 ±0.20
6	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10
NF	1978 09 25 10:08	Matera	120	6 4.88 ±0.13
6	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
NF	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7 5.65 ±0.09
4	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78	5.39 ±0.09
5	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
4	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
2-3	1992 11 05 13:34	Gargano	32	5 4.64 ±0.18
5	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.18 ±0.09
3-4	1996 04 03 13:04	Irpinia	557	6 4.93 ±0.09
4	1998 09 22 23:23	GARGANO-FOGGIANO	30	5 4.57 ±0.19
4	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09
NF	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09

- **F** avvertito (felt); in genere si esclude che vi siano danni ($I < 6$)
- **NF** non avvertito (not felt); in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a $I=1$
- **NC** non classificato (not classified);

In seguito all'Ordinanza PCM 20 marzo 2003 n° 3274, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. La mappa finale è stata ottenuta dall'uso ponderale di tre gruppi di relazioni di attenuazione e due insiemi di intervalli di completezza. La mappa presenta anche una fascia "marginale", dove sono raggruppati quei territori che possono essere inseriti in una zona sismica o in quella contigua, nell'ambito del potere discrezionale che l'Ordinanza affida alle Regioni.

La zonazione è stata recepita dalla Regione Puglia con delibera della Giunta Regionale n° 153 del 02.03.2004. Le zone sismiche, distinte in 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, sono state individuate in base al sistema dei codici europei (EC8). I territori di Orta Nova e Cerignola rientrano nelle aree di II classe.

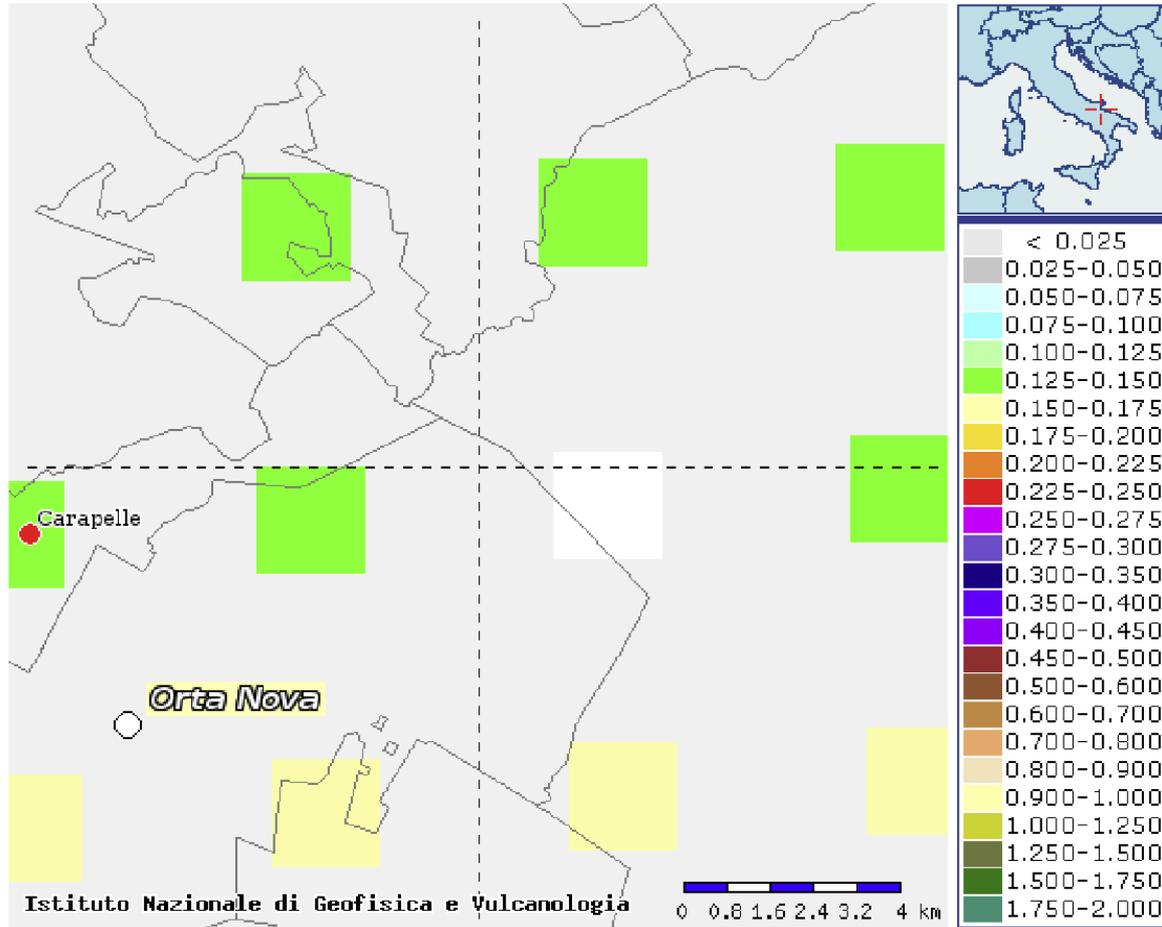
Il sistema della mappa interattiva di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) consente di visualizzare ed interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale che è espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05° .

Le mappe riportano due parametri dello scuotimento: $a(g)$ (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) e $Se(T)$ (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T , in accelerazione); l'unità di misura è g (l'accelerazione di gravità) corrispondente a 9.8 m/s^2 . Per i soli valori di $a(g)$ è disponibile la relativa disaggregazione.

In particolare, mediante il sistema della mappa interattiva di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), sono state elaborate quelle dell'area in oggetto, per poi giungere alla definizione della magnitudo.

La valutazione dell'azione sismica del sito di costruzione è regolamentata dal paragrafo 3.2 delle NTC (DM 17.01.18). Come riportato dalla suddetta normativa, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di cat. A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 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.



In assenza di un'analisi specifica sulla valutazione della risposta sismica locale, per definire l'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II).

La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

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

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

Per il calcolo del V_{seq} , è stata eseguita una indagine MASW lungo la base sismica S1. Tramite questa prova si misurano le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze.

La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

Le indagini sismiche eseguite in modalità MASW hanno fornito un valore del V_{seq} variabile da 349 m/sec, in località “Campo Nord”, a 343 m/sec in località “Campo Sud”, per cui il terreno di fondazione rientra in entrambi i casi nella categoria di suolo “C”, trattandosi di depositi di terreni a grana da grossa a fine, con grado di addensamento da basso a medio-alto.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

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

Nel nostro caso la configurazione topografica superficiale è semplice e rientra nella categoria T1.

PARAMETRI GEOTECNICI

I dati provenienti dal rilievo geomeccanico e geofisico sono stati elaborati secondo le teorie ed i modelli matematici che, a parere dello scrivente, meglio caratterizzano il substrato di fondazione, in relazione alle dirette esperienze compiute su terreni simili in aree appartenenti al medesimo bacino di formazione.

Valori caratteristici				
Parametri elasto-meccanici		I	II	III
litologia		terreno	sabbie argillose	sabbie ghiaie
compattezza		bassa	media	media
spessore	m	1.50	8.50	>20
densità in sito g	g/cm ³	1.63	1.85	1.95
modulo di Poisson μ		0.37	0.41	0.43
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	169	503	654
mod. edometrico Edo	Kg/cm ²	306	1157	1945
angolo di attrito ϕ	gradi	20	30	32
angolo di attrito terr.-fond.	gradi	16	20	20
adesione terr.-fond.	Kg/cm ²	0.00	0.12	0.00
Nspt	n°	10	45	63
coesione c	Kg/cm ²	0.000	0.200	0.000
coeff. spinta passiva K		2.39	3.25	3.26

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	X-ELIO		
Località	Orta Nova-Cerignola	Quota	36 - 53 m slm
Profondità indagine	21 m	Prof. falda da p.c.	12.00 m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	valori caratteristici			
			densità g/cm ³	angolo attrito	Es Kg/cm ²	c Kg/cm ²
0		terreno	1.63	24	169	0.000
1						
2						
3		sabbie argillose	1.85	32	503	0.200
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11		sabbie ghiaie	1.95	32	654	0.000
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

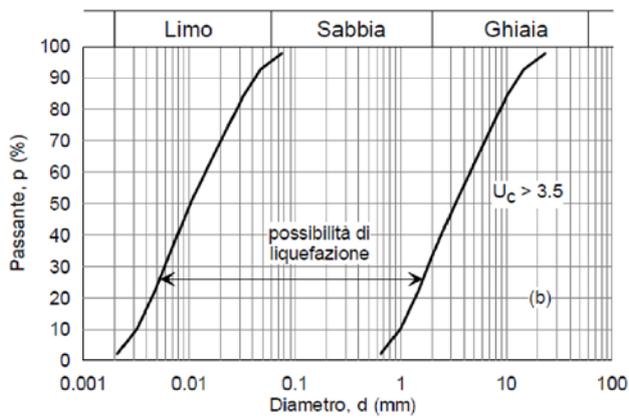
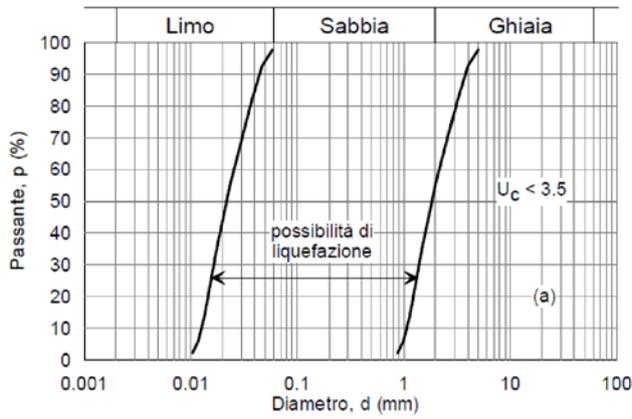
Verifica di stabilità dei pendii

Il paragrafo 6.3 del D.M. 17.01.2018 prevede lo studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali e dello stato di progetto. I dati riguardo alla morfologia, geologia ed idrogeologia dell'area in esame escludono possibili pericoli di instabilità.

Verifica di liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

Dal momento che i terreni di fondazione risultano caratterizzati da sabbie, è stata eseguita una verifica riguardo la potenziale liquefacibilità dello stesso. Il paragrafo "7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione" del DM 2018 stabilisce i criteri per cui la verifica a liquefazione può essere omessa. 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 $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 34(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 34(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.
- 5.



Distribuzione granulometrica

Nel caso in esame risulta che:

- dato che la profondità della falda idrica è ubicata a profondità compresa tra 12 e 20 m dal p.c., ai fini della sicurezza è stata eseguita la verifica a liquefazione considerando una profondità di falda 12 m.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE Metodo semplificato

Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato

Città: Orta Nova-Cerignola

Località:

La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione (CRR) da prove sismiche (V_s) viene stimata dagli autori con la seguente espressione:

$$CRR = 0.03 \cdot \left(\frac{V_{S1}}{100}\right)^2 + \frac{0.9}{V_{S1C} - V_{S1}} - \frac{0.9}{V_{S1C}}$$

dove

$$V_{S1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_v}\right)^{0.25}$$

$$V_{S1C} = \begin{cases} 220 & FC < 5\% \\ 210 & FC = 20\% \\ 200 & FC > 35\% \end{cases}$$

Con

V_s , velocità misurata dell'onda di taglio S espressa in [m/s];

FC, frazione di fine contenuto nella sabbia, espressa in [%];

σ'_v , pressione verticale efficace espressa in [Kg/cm²].

Il deposito sabbioso saturo è potenzialmente liquefacibile se risulta $F_s \leq 1.0$.

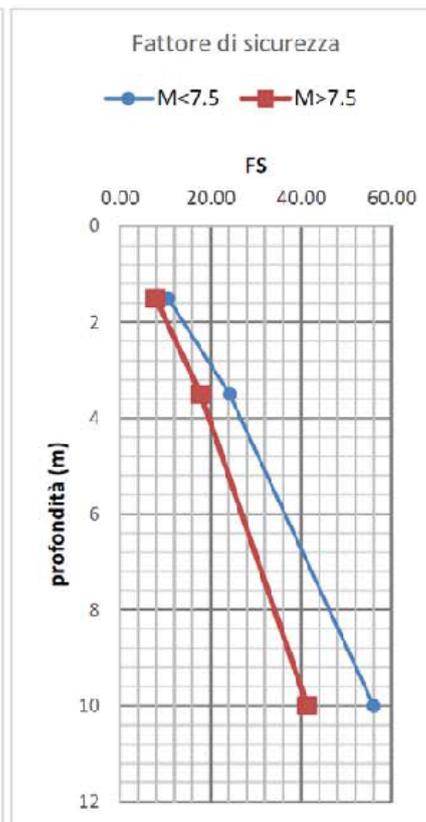
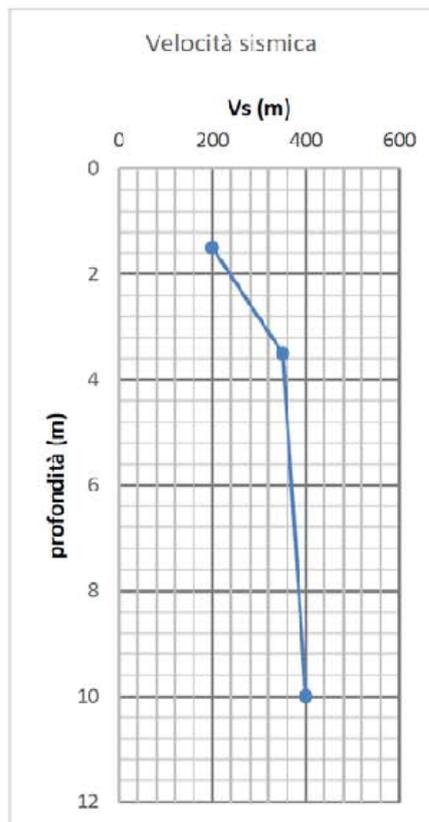
STRATIGRAFIA						
strati		1	2	3	4	5
peso specifico γ	g/cm ³	1.5	1.85	1.95		
σ_{v0}	kg/cm ²	0.225	0.6475	1.95		
press. vert. σ_{v0}	kg/cm ²	0.225	0.6475	1.95		
prof. prova Z	cm	150	350	1000		
prof. falda Z_F	cm	1200	1500	1500		
p.s. acqua γ_{H2O}	g/cm ³	1	1	1		
press. neutra p	kg/cm ²	0	0	0		
fraz. fine FC	%	15	40	20		
vel. Sismica V_s	m/s	200	350	400		
V_{S1C}	m/s	210	200	210		
V_{S1}	m/s	290.39	390.17	338.49		
CRR		0.2375	0.4475	0.3324		

Il potenziale di liquefazione viene stimato secondo l'approccio deterministico, calcolando, per ciascuno degli strati investigati, il fattore di sicurezza FS, ottenuto come rapporto tra la resistenza alla liquefazione CCR e la domanda sismica attesa CSR.

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0'}}\right) \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

strati	1	2	3	4	5	
M	5.0	5.0	5.0			
MSF	3.86	3.86	3.86			se M≤7.5
	2.85	2.85	2.85			se M>7.5
a _{max} /g	0.15	0.15	0.15			
r _d	0.885	0.732	0.235			
CSR	0.0223	0.0185	0.0059			se M≤7.5
	0.0303	0.0250	0.0080			se M>7.5

FS	10.63	24.21	56.04			se M≤7.5
	Verificato	Verificato	Verificato			
	7.85	17.87	41.38			se M>7.5
	Verificato	Verificato	Verificato			



6.9 Ambiente

Alla luce di quanto esposto nello Studio di Impatto Ambientale, il progetto proposto all'interno del territorio dei Comuni di Orta Nova (FG), Cerignola (FG) e Manfredonia (FG), è una iniziativa economica che ha di per sé una forte valenza ambientale, in quanto permette di generare una importante quantità di energia elettrica (oltre 110.000 MWh/anno, il fabbisogno energetico annuo di circa 3.000 famiglie medie) senza immettere nell'ambiente nessun tipo di inquinante e soprattutto senza produrre gas a effetto serra responsabili dell'anomalo aumento della temperatura terrestre, che sta portando già oggi numerose e nefaste conseguenze la cui gravità aumenterà più che proporzionalmente all'aumentare della temperatura media. Una di tali conseguenze è sicuramente la desertificazione dei suoli, infatti in Italia entro 25 anni si stima una desertificazione del 20% dei terreni oggi fertili.

A fronte di tali e tanti vantaggi ambientali per tutta la collettività (come dimostrato dalle numerose Leggi di incentivo regionali, nazionali e comunitarie degli ultimi 15 anni in materia di energie rinnovabili), di fatto gli unici impatti che l'impianto in oggetto produce sono: a livello ambientale l'impatto visivo e a livello sociale l'utilizzo di suolo agricolo.

Riguardo l'impatto visivo, come meglio descritto nei paragrafi precedenti e nella relazione paesaggistica, nonché in quella degli effetti cumulativi, l'impianto non ricade in zone di pregio ambientale e/o paesaggistico culturale e, in quanto mitigato da bordura in tratti di perimetro la sua percezione sarà pressoché trascurabile/nullo, anche rispetto a punti sensibili.

Si avrà così il corretto inserimento nel mosaico agricolo e di paesaggio lungo la recinzione per ridurre l'impatto visivo a breve distanza, mentre per quanto riguarda l'impatto visivo da media e grande distanze, come si evince dai rilievi eseguiti, questo non riguarda zone di interesse paesaggistico/culturale.

Da tenere in considerazione anche l'azzeramento della immissione di diserbanti e concimanti (con effetti devastanti per la biodiversità, inquinamento dei suoli e della falda acquifera), che invece attualmente vengono utilizzati per la coltivazione agricola di colture cereali. Pertanto sommando i benefici ambientali derivanti dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico agli impatti ambientali da questo indotti, si ritiene che la bilancia non può che propendere per i benefici.

A livello sociale, la grande critica mossa al fotovoltaico in zone agricole è proprio quella di sottrarre suolo agricolo utile alla comunità, snaturando di fatto un settore delicato quanto importante per l'economia. Questa filosofia si ritrova nel disposto legislativo denominato "Decreto Romani" (D. Lgs. 28/2011) che impedisce l'accesso a qualsiasi forma incentivante per gli impianti fotovoltaici a terra realizzati in zone agricole. Tale Decreto a tutt'oggi valido però NON impedisce di costruire impianti in zone agricole, bensì impedisce solo a questi impianti di ricevere incentivi pubblici.

Nel caso in oggetto, l'impianto si sosterrà economicamente vendendo l'energia prodotta al prezzo di mercato senza ricorrere a nessun tipo di incentivo. Tale circostanza di portata storica (il solare è la prima fonte di energia pulita in grado di sostenersi senza incentivi come attualmente accade solo per le fonti non rinnovabili come gas, petrolio e carbone) non deve essere minimizzata e/o ostacolata, bensì auspicata e sostenuta. Per sostenersi nel libero mercato senza incentivi, il fotovoltaico però ha necessità di reinventarsi rispetto al passato in grandi centrali fotovoltaiche come la presente, infatti taglie minori renderebbero l'iniziativa non fattibile dal punto di vista economico e quindi irrealizzabile.

D'altra parte, seppure le indicazioni normative vigenti siano quelle di preferire la realizzazione degli impianti fotovoltaici su coperture di edifici, cave abbandonate, ex discariche, terreni industriali, ecc., tali installazioni non garantirebbero il raggiungimento degli obiettivi di cui alle Direttive della Comunità Europea e soprattutto del PNIEC 2030, che prevede da qui al 2030 la realizzazione di almeno altri 40.000 MW di impianti fotovoltaici, vale a dire una media di 4.000 MW all'anno (a fine 2019 gli impianti fotovoltaici installati in Italia superavano di poco i 20.000 MW, questo dà la misura della portata e l'ambizione di questi obiettivi nazionali). Analizzando i dati del GSE negli anni tra il 2013 e il 2019 in cui non sono stati erogati incentivi per la realizzazione di impianti fotovoltaici, le nuove installazioni hanno segnato una media annua di 500 MW di nuovi impianti, quasi esclusivamente piccoli impianti su edifici esistenti e di nuova realizzazione.

Neanche dopo l'emissione del recente D.M. 04/07/2019 (Decreto FER 1), che in due anni distribuisce incentivi per circa 1.570 MW tra impianti eolici e fotovoltaici, si può prevedere di raggiungere gli obiettivi PNIEC 2030, dal momento che il citato Decreto Romani ne impedisce l'accesso agli impianti fotovoltaici in zone agricole e pertanto tale contingente (già di per sé esiguo) sarà utilizzato quasi esclusivamente per incentivare impianti eolici (come dimostrato dalla graduatoria di chiusura del primo dei sette bandi previsti dal FER 1 e pubblicata dal GSE a gennaio 2020).

Per raggiungere o per lo meno avvicinarsi agli obiettivi del PNIEC 2030 si dovranno per forza realizzare almeno 25.000 MW di nuovi impianti su suoli agricoli. Da fonte ISTAT del 2010, in Italia ci sono 1,6 milioni di aziende agricole e 12,9 milioni di ettari di superficie agricola utilizzata (SAU). La realizzazione di 25.000 MW di impianti fotovoltaici a terra interesserebbe circa 37 mila ettari di superficie (in media 1,5 ettari/MW), vale a dire che, anche qualora gli impianti fossero realizzati solamente su terreni utilizzati da aziende agricole, questi occuperebbero lo 0,28% della superficie complessiva coltivata (attualmente nella Regione Puglia si stima che gli impianti fotovoltaici occupino lo 0,22% del territorio – Fonte LLGG sulla progettazione e localizzazione fonti FER di cui la PPTR approvato). Ovviamente tale percentuale del tutto cautelativa non apporterebbe un impatto significativo sul comparto agricolo in termini di produzione agricola.

Inoltre, come illustrato nel paragrafo “Alternativa zero” del SIA, non ci sarà nessuna contrazione della manodopera agricola su terreni utilizzati dopo la realizzazione dell’impianto, poiché l’impronta di verde (ovvero il cotico di erbe native, nonché la possibilità di coltivarlo con colture da reddito) necessiterà di cure costanti, macchinari e manodopera del settore afferente a quello agricolo.

Quello che invece a livello sociale dovrebbe preoccupare di più è l’abbandono della terra da parte delle nuove generazioni che si registra ormai da 25 anni a questa parte, non già a causa delle fonti rinnovabili, anzi dove queste potrebbero oggi fungere da parziale soluzione del problema. A tale scenario si aggiungono i benefici socio-economici che una centrale elettrica “green” apporta sul territorio in termini di manodopera specializzata e di indotto economico.

A conclusione, avendo verificato il rispetto di tutte le normative in materia paesaggistica ed ambientale del presente impianto (la normativa vigente addirittura indica come di pubblica utilità tutti gli impianti FER), i seppure esigui impatti ambientali e socio-economici residui sono ampiamente surclassati dai benefici ambientali e socio-economici che la presente iniziativa comporterà.

6.10 Immobili di interesse storico, artistico ed archeologico

Non sono presenti nelle vicinanze del progetto immobili ed aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 D.Lgs 42/2004, Vincolo L.1497/1939).

7. Analisi dei Vincoli

8. Strumento normativo	Coerente	Compatibile
Livello di programmazione Comunitario e Nazionale		
Strategia Europa 2020	X	X
Clean Energy Package	X	X
Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile	X	X
Strategia Energetica Nazionale (SEN) 2017	X	X
Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)	X	X
Programma Operativo Nazionale (PON) 2014/2020	X	X
Piano d'Azione Nazionale per le fonti rinnovabili (PAN)	X	X
Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica (PAEE)	X	X
Piano Nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra	X	X
Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio	X	X
Livello di programmazione Regionale		
Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Puglia (PAI)	X	X
Rischio Geomorfologico	ASSENTE	
Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)	X	X
Struttura idro-geomorfologica	X	X
Aree non idonee all'installazione di impianti FER	X	X
Rete Natura 2000 e IBA	X	X
Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (PTA)	X	X
Struttura ecosistemico-ambientale	X	X
Parchi e Aree Protette – Ulivi monumentali	X	X
Piano Regionale Attività Estrattive (PRAE)	X	X
Sismicità dell'area	ASSENTE	
Livello di programmazione Locale		
Piano Regolatore Generale del Comune di Orta Nova (PRG Orta Nova)	X	X
Piano Regolatore Generale del Comune di Cerignola (PRG Cerignola)	X	X

Conclusioni

A conclusione dello studio geotecnico e sismico eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

- I terreni di progetto sono tutti caratterizzati da una morfologia subpianeggiante;
- non sono presenti rischi idrogeologici e morfologici;
- la falda idrica si trova oltre i 12 m di profondità dal p.c.;
- l'area rientra in una zona a media sismicità Z2;
- la natura litologica del sottosuolo è sabbioso-limoso, la classe di
- sottosuolo è la "C"

Pertanto le aree in esame risultano geologicamente idonee per il progetto di impianto fotovoltaico.

Ambiente

L'analisi riguarda la valutazione delle interazioni previste nelle tre fasi di realizzazione, messa in esercizio e dismissione dell'impianto.

In fase di realizzazione dell'impianto l'uso delle risorse sarà costituito dalle seguenti attività:

- consumi di energia elettrica per lo svolgimento delle attività di cantiere;
- consumo di acqua a supporto delle attività di cantiere e per usi sanitari del personale;
- consumi di materiali per la realizzazione delle opere previste;
- uso del suolo.

Le emissioni in atmosfera saranno dovute alla circolazione dei mezzi di cantiere per il trasporto dei materiali e del personale, e le dispersioni di polveri; gli interventi che coinvolgeranno l'allestimento del cantiere causeranno inoltre emissioni di tipo polverulento, dovute all'escavazione e alla movimentazione dei mezzi di cantiere. Per quanto riguarda l'impatto sulla fauna in fase di realizzazione del progetto, l'unico e moderato rischio presente è quello dell'uccisione di animali selvatici da parte dei mezzi di trasporto, che comunque si può considerare trascurabile.

Durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico l'utilizzo delle risorse di limiterà sostanzialmente all'occupazione del suolo sul quale sarà realizzato il progetto; ci saranno inoltre consumi idrici dovuti all'attività di gestione dell'impianto fotovoltaico: lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici; uso igienico sanitario del personale impiegato nella manutenzione programmata dell'impianto. Mentre per quanto riguarda l'utilizzo di sostanze, questo sarà limitato ai prodotti per la manutenzione degli impianti elettrici; non è assolutamente previsto il consumo di diserbanti chimici.

Il funzionamento dell'impianto fotovoltaico proposto nel presente documento non comporterà alcun tipo di emissione che comporti l'inquinamento dell'acqua, dell'aria o del suolo, rumore, vibrazioni, luce, calore, radiazioni, ecc., poiché la produzione di energia si basa sulla trasformazione dell'energia solare in energia elettrica attraverso le celle dei moduli fotovoltaici.

Come dimostrato nella "Valutazione previsionale di impatto acustico", le sorgenti rumorose che si prevede vengano installate sono i conduttori elettrici, il trasformatore MT/AT e il gruppo elettrogeno, per queste sorgenti attualmente non si dispone di dati provenienti costruttore, quindi per la caratterizzazione acustica delle sorgenti previste si è fatto riferimento ad apparecchi simili e a dati di letteratura. Il limite di immissione diurno e notturno risulta pertanto rispettato, così come previsto dal DPCM 01/03/1991, dal DPCM 14/11/97 e dalla L.R. Puglia n. 3 del 12/02/2002.

Per quanto riguarda l'impatto sulla fauna in fase di esercizio dell'impianto, l'unico rischio presente è quello dell'intrusione di animali selvatici nell'area, che comunque si può considerare trascurabile.

Gli impatti sulle componenti ambientali previsti per la fase di dismissione del progetto a termine della sua operatività sono del tutto simili a quelli già previsti durante la fase di realizzazione mentre per i costi complessivi specificari nell'elaborato AS_ORN_R11 Relazione sulle opere di dismissione dell'impianto si riporta la tabella riassuntiva.

Lavori a misura e corpo (11.348,77 €/MW x 68,475 MW)	€ 777.107,5
Oneri per la sicurezza (2%)	€ 15.542,15
IVA 22%	€ 174.382,923
SOMMANO	€ 967.032,57

Importo complessivo dei lavori di decommissioning

Normativa di riferimento

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, alla normativa vigente, ed in particolare delle norme CEI di riferimento nella sezione 2.2 del documento, nonché della normativa nazionale e regionale in materia, quale il provvedimento autorizzatorio unico regionale (P.A.U.R.) previsto dall'art.27-bis del D.lgs 152/2006.

Studio di Impatto Ambientale

Dal punto di vista normativo, lo Studio di Impatto Ambientale, S.I.A., viene redatto ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 152/2006, Norme in materia ambientale, aggiornato dal D. Lgs. 104/2017.

Rumore

I. NORMATIVA NAZIONALE

- L. 447/95 "Legge Quadro" e successivi decreti attuativi
- DPCM 14/11/1997 sulla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 1/03/1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- Legge 26 ottobre 1995, n.447 e s.m.i. "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. AMB 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- D.P.R. 30/03/2004 n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n.447".

II. NORMATIVA REGIONALE

- Legge Regionale 12 febbraio 2002, n.3 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico";
- DGR 23/10/2012, n.2122 "indirizzi per l'integrazione procedimentale per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili nella

Valutazione di Impatto Ambientale".

- D.G.R. 131/2004 Art. 7 L.r. n. 11/2001 Direttive in ordine a linee guida per la valutazione ambientale in relazione alla realizzazione di impianti eolici nella Regione Puglia
P.E.A.R. Puglia, adottato con Delibera di G.R. n.827 del 08-06-07 recante “Legge regionale n.17/2000 – art. 4. Deliberazione Giunta regionale n. 1087/2005
R.R. 12/2008 “Regolamento per la realizzazione degli impianti di produzione di energia alimentata a biomasse” Disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all’esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, approvata con D.G.R. 3029 del 30/12/2010;
R.R. 24/2010 Regolamento attuativo del Decreto del Ministero del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010, “Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della regione Puglia.

III. NORMATIVA COMUNALE

- Comune di Manfredonia - Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale adottato con delibera del C.C. 97 del 17/10/2005 ed approvato con delibera della Giunta Provinciale 843 del 30/12/2009;
- Regolamento e norme tecniche per la disciplina delle attività rumorose - in attuazione del Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale di Manfredonia (FG).

Energie rinnovabili

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;

- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6/2001 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 11-17/2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo";
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria;
- CEI 13-4 Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica;
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi in bassa tensione;
- CEI 20-67 Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV;
- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e trazione
- CEI 23-46 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 82-1 Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI 82-2 Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento;
- CEI 82-3 Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI 82-4 Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia – Guida;
- CEI 82-8 Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI 82-9 Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- CEI 82-15 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 82-16 Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V;
- CEI 82-17 Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida;
- CEI 82-22 Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25 Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
- Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente

- alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
 - Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
 - Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
 - Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
 - Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
 - Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
 - Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
 - Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
 - Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
 - Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
 - Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV ;
 - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
 - Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
 - Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
 - Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
 - Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;

Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. 17.01.2018: Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.

Sicurezza

- D.LGS 9 aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza"