Firmato digitalmente da

Riccardo Valz Gris

CN = Valz Gris Riccardo
C = IT

COMUNE DI PALMANOVA, PRADAMANO E TRIVIGNANO UDINESE

PROVINCIA DI UDINE

IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 33,67+14,18+34,68 MWp
TRIVIGNANO SOLAR 1

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 23 D.lgs. n.152/2006

IMMOBILE	Comune di Trivignano Udinese	Foglio 05 Mappali 58 - 404 – 409 Foglio 06 Mappali 20 - 22 - 48 - 49 - 60 - 226 - 227 - 234 - 236 - 237 - 239 - 257 - 259 - 265 - 268 - 391 - 394 - 440 - 445 Foglio 16 Mappali 18 - 19 - 55
	Comune di Palmanova	Foglio 07 Mappale 12
	Comune di Pradamano	Foglio 03 Mappale 303 Foglio 05 Mappale 564

PROGETTO: **VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**	OGGETTO **DOC16 - Cronoprogramma**	SCALA --
REVISIONE - DATA	VERIFICATO	APPROVATO
REV.00 - 27/11/2021		
IL RICHIEDENTE	ELLOMAY SOLAR ITALY EIGHT S.R.L. 39100 Bolzano - Via Sebastian Altmann 9 Firmato digitalmente da: Carlo Maria Magni Data: 01/12/2021 18:27:45 FIRMA _____	ellomay CAPITAL LIMITED
IL PROGETTISTA	Ing. Riccardo Valz Gris FIRMA _____	
TEAM DI PROGETTO	Arch. Rosalba Teodoro - Ing. Francesca Imbrogno Studio Ing. Valz Gris 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878	valzgris
	Dott. Agr. Giovanni Cattaruzzi Dott. Agr. Luigi dott. Pravisani Studio Cattaruzzi 33100 UDINE – Via Gemona	

I N D I C E

I N D I C E 2

1. INTRODUZIONE 3

1. DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA 4

1.1 Allestimento cantiere 4
1.2 Analisi e valutazione degli impatti dei cantieri per la realizzazione dei cavidotti di progetti 4
1.3 Mitigazioni 8
1.4 Mitigazione delle polveri 8
1.5 Picchettamento del terreno 9
1.6 Realizzazione viabilità e piazzole 9
1.7 Realizzazione recinzione 10
1.8 Sbancamenti e realizzazione piano di posa cabine 10
1.9 Installazione cabine 11
1.10 Infissioni pali/viti montaggio strutture di supporto 11
1.11 Cavidotti interrati 13
1.12 Montaggio dei quadri di parallelo 13
1.13 Stringatura e cablaggi CC 14
1.14 Cablaggio cabine 14
1.15 Cablaggi MT 14
1.16 Montaggio moduli fotovoltaici 14
1.17 Smantellamento opere di cantiere e pulizia 14

2. CRONOPROGRAMMA 16

2.1 Cronoprogramma a tabella 16
2.2 Diagramma di Gantt 11

1. INTRODUZIONE

La realizzazione dell'impianto in oggetto si prevede a decorrere dal 01/02/2023.

Per l'intervento si presume l'impiego di massimo 50 operai contemporaneamente in cantiere per un totale di 14.155 uomini giorno.

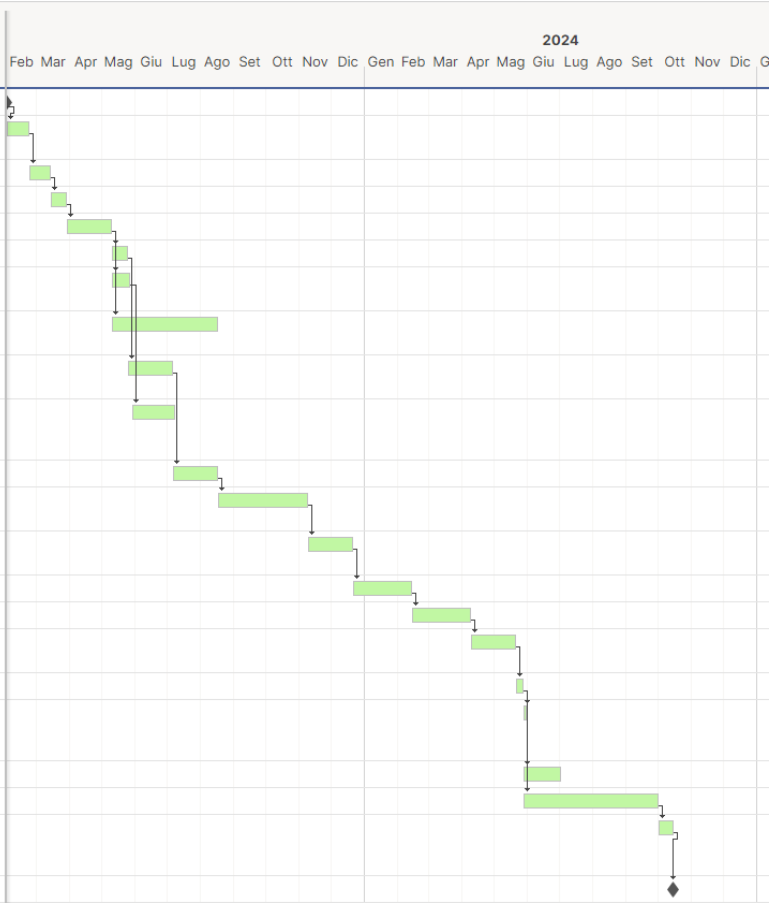
Il presente cronoprogramma non considera le tempistiche necessarie per l'approvvigionamento dei materiali, sarà quindi nella responsabilità della committenza, dei fornitori e delle imprese installatrici la pianificazione delle forniture in maniera tale da assicurare la presenza in cantiere dei materiali prima dell'avvio di ciascuna fase.

È possibile prevedere una durata del cantiere pari a circa 600 giorni lavorativi. Per durata di cantiere si intende l'esecuzione di tutte le attività di cantiere fino allo smantellamento delle attrezzature di cantiere e pulizia delle aree temporanee.

In funzione della pianificazione proposta la data di entrata in esercizio dell'impianto potrà avvenire nel caso più favorevole a decorrere dal 14/10/2024.

Il Cronoprogramma è qui di seguito illustrato. Prima delle tabelle nel documento sono riportate delle brevi descrizioni delle fasi lavorative che poi si troveranno individuate nel cronoprogramma.

Nome dell'attività	Durata	Inizio	Termina
Consegna lavori	0	01/02/23	01/02/23
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	15g	01/02/23	21/02/23
Scotico terreno	14g	22/02/23	13/03/23
Picchettamento terreno	11g	14/03/23	28/03/23
Realizzazione viabilità e piazzole	30g	29/03/23	09/05/23
Realizzazione recinzione	11g	10/05/23	24/05/23
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	10/05/23	26/05/23
Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto	71g	10/05/23	16/08/23
Realizzazione impianto di illuminazione	30g	25/05/23	05/07/23
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabina	30g	29/05/23	07/07/23
Realizzazione impianto antifurto	30g	06/07/23	16/08/23
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	60g	17/08/23	08/11/23
Installazione quadri di campo e parallelo cc	30g	09/11/23	20/12/23
Stringatura e cablaggi cc	39g	21/12/23	13/02/24
Montaggio dei moduli fotovoltaici	39g	14/02/24	08/04/24
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	30g	09/04/24	20/05/24
Allestimento cabina di consegna	5g	21/05/24	27/05/24
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	28/05/24	30/05/24
Cablaggi MT	25g	28/05/24	01/07/24
Realizzazione opere di rete	90g	28/05/24	30/09/24
Smantellamento opere provvisionali di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	01/10/24	14/10/24
Ultimazione lavori	0	14/10/24	14/10/24



1. DESCRIZIONE DELLE FASI INDIVIDUATE NEL CRONOPROGRAMMA

1.1 ALLESTIMENTO CANTIERE

Il lavoro consiste nel montaggio delle segnalazioni, delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la realizzazione di infrastrutture civili-impiantistiche di cantiere quali la predisposizione delle aree di stoccaggio dei materiali, la realizzazione di impianto elettrico di cantiere anche mediante l'allestimento di gruppi elettrogeni se non sono disponibili forniture BT ed alimentazione, impianto di terra, eventuali dispositivi contro le scariche atmosferiche, la predisposizione di bagni e spogliatoi, box mensa, box uffici (se non messi a disposizione dalla committenza), il montaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se necessarie e di tutte le recinzioni, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché l'adozione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali.
Ove bagni e spogliatoi non siano messi a disposizione dalla committenza, una volta predisposta l'area del cantiere verrà installato un container adibito ad ufficio di cantiere. Il container sarà trasportato nel sito mediante camion e posizionato sul cantiere mediante gru idraulica. Una volta sul cantiere il container viene ancorato e predisposto al collegamento degli impianti energetici.

FIGURA 1 - ALLESTIMENTO CANTIERE

1.2 ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEI CANTIERI PER LA REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI DI PROGETTI

I cavidotti di progetto sono indicati sulle seguenti tavole:

TAV18 - Collegamento ST - Pradamano
TAV19 - Collegamento ST - Trivignano Sud
TAV20 - Collegamento ST - Trivignano Nord

Il tracciato degli elettrodotti in cavo interrato, riportati negli allegati grafici a corredo del progetto, è stato studiato secondo quanto previsto dall'art. 121 del T.U. 11/12/1933 n°1775, comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. Tale tracciato sarà ricadente in tutti i comuni in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico.
Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;

- limitare l'interessamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- limitare l'interessamento di case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- transitare su aree di minore pregio interessando prevalentemente aree agricole e sfruttando la viabilità già esistente nel territorio.

Le soluzioni adottate per i cavidotti (percorsi interrati) non comportano problematiche di inquinamento elettromagnetico dell'ambiente.
La presenza dei cavi nel sottosuolo di strade asfaltate è opportuno che venga segnalata in superficie mediante l'apposizione, indicativamente a distanza di 50 m l'uno dall'altro e comunque in ogni deviazione di tracciato, di segnalatori di posizione cavi e giunti. Nei casi di posa in terreni agricoli la presenza del cavo deve essere segnalata tramite paletti portanti cartelli indicatori "presenza cavo".

Tutte le specifiche tecniche relative al numero di cavi utilizzati ed alla loro sezione sono indicate nella relazione tecnica specialistica delle opere elettriche allegata al progetto.

Preventivamente, per tale impianto, viene installato un servizio di cantiere, costituito essenzialmente da un deposito di cantiere per il ricevimento e lo smistamento delle bobine di cavo e dei materiali ed attrezzature e dagli uffici di direzione e sorveglianza annessi.

In particolare, per l'esecuzione dei lavori nelle diverse fasi il cantiere avrà le seguenti caratteristiche:

- Numero di addetti: 6 x 3 squadre = 18 operatori
- Periodo di occupazione stimata: 30 giorni.
- Lunghezze collegamenti: Pradamano 11.773 m, Trivignano Sud 7.078 m, Trivignano Nord 4.976 m, totale 23.827 m.
- Produzione stimata: 265 m/giorno squadra
- Strade di accesso: viabilità ordinaria e secondaria;
- Mezzi necessari: Escavatore, Argano a motore, camion per trasporto materiale, automezzi per trasporto personale.

Alla realizzazione dei suddetti lavori, compreso il trasporto dei materiali, è associabile una immissione di rumore nell'ambiente molto limitata nel tempo e paragonabile a quella delle tecniche agricole usuali nella zona.
In particolare, nell'esecuzione degli scavi di trincea, la rumorosità non risulta eccessivamente elevata essendo provocata da un comune escavatore e quindi equiparabile a quella delle macchine agricole.
Analogamente alla realizzazione dei suddetti lavori è associabile una modestissima immissione di polveri nell'ambiente in quanto la maggior parte del terreno verrà posto a lato dello scavo stesso per essere riutilizzato successivamente alla posa del cavo come materiale di riempimento. Come già detto solo 2750 mc di sterro solo da conferirsi a discarica pertanto saranno sufficienti circa 20 viaggi.
Si dovranno realizzare le seguenti connessioni interrate:

- Collegamento in media tensione tra aerogeneratori e la sottostazione di trasformazione;
- Collegamento in alta tensione tra sottostazione di trasformazione e futuro ampliamento stazione RTN.

<u>Note di dettaglio sui percorsi adottati</u>

1. *Da Pradamano a Persereano*

Il percorso coinvolgerà prevalentemente la viabilità principale, valutando che, di fatto, il tema delle interferenze è meglio gestibile su questo tipo di viabilità che, per sua natura, mantiene già il tessuto edificato a idonee distanze. In questo caso è da rilevare l'attraversamento di una zona edificata a strutture industriali/artigianali/servizi. Segnaliamo in particolare l'area di via Cussignacco con l'attraversamento dell'area industriale di Pradamano e di via Grado del Comune di Pavia di Udine. Nel mantenersi esterno al centro abitato di Lauzacco (Pavia di Udine), il percorso stradale è contornato da una diffusa edificazione industriale lungo un viale alberato (viale dei platani). Un punto di particolare attenzione riguarda la svolta verso la centrale Terna all'incrocio tra Via Lino Gregorutti e Via Garibaldi nel Comune di Santa Maria La Longa. In tale posizione sono possibili interferenze particolari anche con la rete di canali superficiali.

2. *Da Trivignano Nord a Persereano*

Il percorso del cavidotto coinvolge due centri abitati: l'attraversamento ortogonale all'asse principale della località Merlana del Comune di Trivignano e la località Santo Stefano Udinese del Comune di Santa Maria la Longa. Nel primo caso l'attraversamento del centro abitato ha uno sviluppo di circa 350 m, mentre nel secondo caso è di circa 400 m.

3. *Da Trivignano Sud a Persereano*

Il percorso del cavidotto coinvolge due centri abitati: l'attraversamento della località Mereto di Capitolo del Comune di Santa Maria la Longa e il centro principale del Comune di Santa Maria la Longa. Nel primo caso l'attraversamento del centro abitato ha uno sviluppo di circa 650 m, mentre nel secondo caso è di circa 950 m.

Se dunque consideriamo l'attraversamento di centri abitati a destinazione anche residenziale, riassumiamo le seguenti situazioni principali, considerando di raddoppiare il tempo di sviluppo in centro abitato per limitare gli orari e per tenere conto delle probabili maggiori interferenze:

Località	Comune	Lunghezza tratto (m)	Durata cantiere (giorni)
Merlana	Trivignano	350	1,30 x 2 = 2,6
Santo Stefano Udinese	Santa Maria la Longa	400	1,51 x 2 = 3,0
Mereto di Capitolo	Santa Maria la Longa	650	2,45 x 2 = 4,9
Santa Maria la Longa	Santa Maria la Longa	950	3,58 x 2 = 7,2

I tratti a velocità ridotta sono dunque circa il 10% della lunghezza complessiva dei cavidotti e si prevede di recuperare il maggior tempo impiegato nel restante 90%del tragitto.

Gestione della viabilità

Preliminarmente all'esecuzione delle attività verrà sottoposto al Comando di Polizia Urbana competente in ogni comune un piano dettagliato di occupazione temporanea della viabilità pubblica indicando larghezza e lunghezza del cantiere mobile e la specifica della segnaletica stradale, la eventuale presenza di impianti semaforici o di movieri qualificati alla gestione del traffico, in applicazione del Codice della Strada e del Piano di Sicurezza che verrà adottato.

Impatto acustico

I valori di immissione acustica del cantiere mobile, superiori certamente ai 100 dbA in alcuni momenti, saranno nei centri abitati limitati negli orari. Si tenga comunque conto della traslazione giornaliera del cantiere che limita il disagio a periodi di tempo molto contenuti.

Le polveri

Nei centri abitati, in presenza di clima secco e ventilato, si provvederà a bagnare gli scavi e le terre estratte anche sugli automezzi in modo da limitare le emissioni.

Impatto del traffico nei comuni limitrofi

L'ARPA richiede un'analisi sull'incremento di traffico sui percorsi coinvolti, in particolare per il collegamento dell'Area 1 con tracciato di lunghezza di 12 Km e Area 2 di lunghezza di 7 Km.
Come riportato nell'analisi precedente, le attività di realizzazione delle linee di collegamento alla stazione Terna di Persereano saranno eseguiti da 3 squadre di lavoro, opportunamente dotate di mezzi d'opera, aventi la capacità di produrre circa 265 m al giorno su un totale di 23.827 m. Ciò significa che ogni squadra realizzerà 7.942 m circa. Ciò significa che, dal punto di vista organizzativo, la squadra di Pradamano comincerà dal campo fotovoltaico, come quella di Trivignano Nord e che quest'ultima realizzerà anche il tratto terminale del collegamento di Pradamano.

L'incremento di traffico dovuto a queste squadre di lavoro appare veramente minimo. Tuttavia, ai fini del traffico, è possibile considerare l'intera operazione, che comprende il trasporto dei materiali (cavi, cabine, moduli fotovoltaici e tracker) nei tre siti di progetto.

E' possibile stimare il numero di autocarri necessari al trasporto di detti materiali.

	Pradamano		Trivignano Nord		Trivignano Sud	
	n.	autocarri	n.	autocarri	n.	autocarri
Moduli fotovoltaici	61.224	266	63.056	274	25.776	112
Tracker 20x1	-	-	70	7		
Tracker 12x2	123	12	183	18	88	9
Tracker 24x2	1.214	243	1.193	239	493	99
Cabina Inverter bt/mt	12	12	12	12	6	6
Container Magazzino	1	1	1	1	1	1
Container Control Room	1	1	1	1	1	1
Totale trasporti principali		535		552		227
Altri materiali 10%		54		55		23
Giorni lavoro complessivi		364		364		364
Trasporti medi giornalieri		2		2		1

Come si può osservare, l'incremento di traffico è veramente modesto.

1.3 MITIGAZIONI

Il lavoro consiste nella pulizia e nel livellamento del terreno con mezzo meccanico cingolato.

FIGURA 2 - LIVELLAMENTO TERRENO

1.4 MITIGAZIONE DELLE POLVERI

Per la fase di esercizio dei lavori in cantiere si stimano emissioni di polveri. Le principali cause sono individuate tra le seguenti attività:

- operazioni di movimento terra indotti dai lavori (scavi, deposito terre da scavo riutilizzabili)
- trasporti interni al cantiere da e verso l'estero (materie prime, spostamenti mezzi di lavoro)
- presenza di vento

Le emissioni possono essere calcolate secondo la relazione ricavata dal *"Compilation of air pollutant emission factors" –EPA-, Volume I Stationary Point and Area Sources (Fifth Edition*):

$$E = A \times F$$

Dove:

- E indica le emissioni;
- A è l'indicatore dell'attività correlato con le quantità emesse (grandezza caratteristica della sorgente che può essere strettamente correlata alla quantità di inquinanti emessi in aria)
- F il fattore di emissione (massa di inquinante emessa per una quantità unitaria dell'indicatore).

La stima del fattore di emissione dipende da due situazioni corrispondenti a terreno secco ed a terreno imbibito d'acqua mediante annaffiatura con autobotti.

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di movimento terra è ricavato da *"AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles"* ed è il seguente:

$$F = k(0{,}0016)\left(\frac{U}{2{,}2}\right)^{1{,}3} \Big/ \left(\frac{M}{2}\right)^{1.4} [kg/t]$$

Dove: k è la costante moltiplicativa adimensionale variabile che nel caso delle polveri totali è uguale a 0,74; U è la velocità media del vento [m/s]; M è l'umidità del materiale accumulato [%].
I valori della velocità del vento di impiego previsto del modello rientrano nel range 0,6÷6 m/s, nella scala Baeufort questi due valori corrispondo rispettivamente alla bava di vento (Grado 1) e ad una brezza vivace (Grado 4), mentre quelli dell'umidità del materiale 0,25÷4,8 %, il valore più basso indica le condizioni normali del terreno, il valore più alto indica le condizioni post-innaffiamento.
Nella simulazione considerando la velocità del vento a 6 m/s e il terreno prima in condizioni normali e dopo imbevuto d'acqua si ottengo i seguenti valori del fattore di emissione F:

- Condizioni normali F= 0,08 kg/t
- Condizioni post-innaffiamento F=0,0013 kg/t

La relativa analisi permette pertanto di valutare l'efficacia della bagnatura come sistema per l'abbattimento della polverosità che può arrivare anche oltre il 98 %.

1.5 PICCHETTAMENTO DEL TERRENO

Il lavoro consiste nel rilevo del terreno, la delimitazione esatta ed il picchettamento di tutte le aree interessate all'esecuzione delle opere ed in particolar modo la definizione di tutte le aree di viabilità, l'esatto posizionamento di eventuali recinzioni permanenti e cabine, la definizione di tutte le aree interessate all'installazione delle strutture di supporto per il successivo montaggio dei moduli fotovoltaici.

FIGURA 3 - PICCHETTAMENTO

1.6 REALIZZAZIONE VIABILITÀ E PIAZZOLE

Il lavoro consiste nella realizzazione delle vie di accesso al sito precedentemente individuate e tracciate, rendendole adeguate al passaggio dei mezzi di cantiere.

FIGURA 4 - VIABILITÀ INTERNA

1.7 REALIZZAZIONE RECINZIONE

Il lavoro consiste nella predisposizione della recinzione e dunque dalla messa in pristino dei supporti (piantane) fissati al terreno con tecnologia a battipalo o con piccola fondazione in cemento e il montaggio della rete metallica. La fase finale dell'installazione della recinzione consiste nella messa in opera della rete metallica e dei cancelli o aperture presenti.

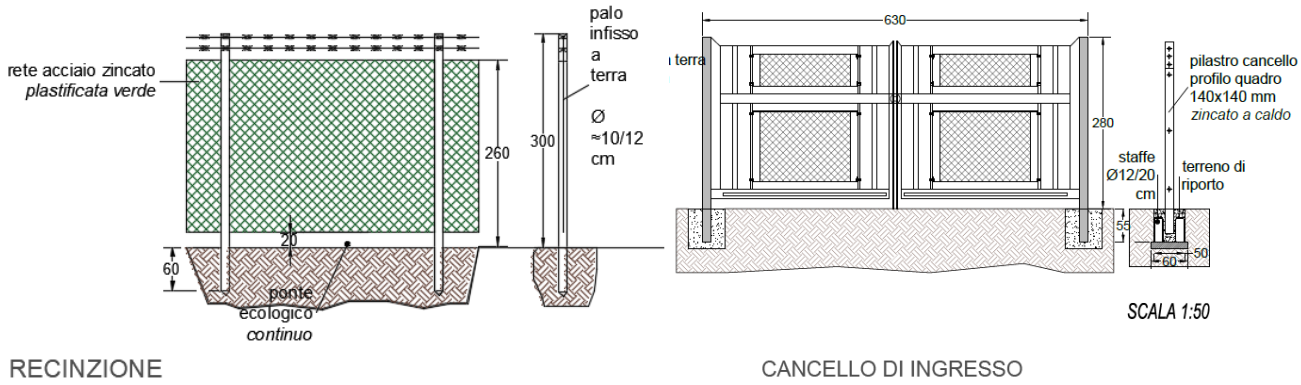


FIGURA 5 - STRALCIO DELL'ELABORATO GRAFICO CON DETTAGLI DI RECINZIONE E CANCELLO DI INGRESSO

1.8 SBANCAMENTI E REALIZZAZIONE PIANO DI POSA CABINE

Il lavoro consiste nella costruzione del piano di posa (sabbione livellato) su cui verranno alloggiate le cabine prefabbricate. La prima fase è quella di compiere le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. La fase successiva è quella di versare e livellare la sabbia che sarà trasportata appositamente in loco dai mezzi d'opera.

FIGURA 6 - SBANCAMENTO PIANO POSA CABINE

1.9 INSTALLAZIONE CABINE

Le operazioni da eseguire sono l'assemblaggio delle diverse parti che costituiscono la cabina avendo cura di predisporre tutti i passaggi per i cavi. Vengono anche completate tutte le operazioni di impermeabilizzazione della copertura del tetto della cabina e delle parti a contatto con il terreno.
Vengono inoltre eseguite le operazioni di stesura e formazione della rete di terra e dei relativi dispersori e la posa in opera dei pozzetti nelle immediate vicinanze delle cabine elettriche.

FIGURA 7 - INSTALLAZIONE CABINE

1.10 INFISSIONI PALI/VITI MONTAGGIO STRUTTURE DI SUPPORTO

Il lavoro consiste nell'infissione pali con macchina battipalo per l'ancoraggio a terra della struttura portante il generatore fotovoltaico (la struttura portante verrà successivamente montata su palo).

FIGURA 8 - MACCHINA BATTIPALO PER INFISSIONE PALI.

I **pali FDP (Full Displacement Pile)** sono una tipologia di pali di medio diametro che viene normalmente impiegata come fondazione profonda. Durante la realizzazione dei pali FDP, grazie all'utilizzo dell'utensile dislocatore, il terreno scavato viene per la maggior parte compresso lateralmente sulla parete del foro e questo comporta sia un incremento della resistenza del terreno, sia una notevole diminuzione del terreno asportato (e quindi una riduzione dei costi di trasporto e conferimento a discarica).

Rispetto alle classiche tecniche di esecuzione di pali trivellati o ad elica continua (CFA) la capacità portante risulta essere superiore, a parità di diametro, valutabile tra il 50 ed il 100%. Ciò è dovuto alla "ridistribuzione" delle tensioni nel terreno nell'intorno dello scavo tale da creare un addensamento dello stesso.
Non sono inoltre presenti vibrazioni o urti all'atto dell'esecuzione del palo, evitando quindi disturbo alle zone attigue al cantiere.

L'esecuzione del palo FDP non prevede l'utilizzo di fanghi di lavorazione per il sostegno del foro e non produce residui di lavorazione, a differenza dei pali ad elica continua (CFA) e dei classici pali trivellati. Non sono quindi presenti problematiche legate allo smaltimento di terreni inquinati, siano essi terreni contaminati da fanghi di lavorazione che terreni già contaminati in sito.

In generale la soluzione FDP prevede i seguenti benefici:

1. **Maggior rapidità esecutiva** dei singoli pali con buone produzioni giornaliere contro i pali trivellati di diametro medio (1000÷1200mm);
2. **Assenza di asportazione di terreno** a differenza di pali trivellati e CFA;
3. **Totale eliminazione delle problematiche di smaltimento** dei residui di lavorazione (ovvero terreno di scavo "contaminato" da fanghi di lavorazione), in quanto non è prevista asportazione di terreno per l'esecuzione dei pali;
4. Una corretta ed intima **connessione della punta del palo** con il terreno sottostante, in virtù della tecnologia che prevede una puntazza a perdere che viene "estratta" contestualmente all'inizio del getto del palo prima della risalita del tubo forma dello stesso;
5. **Maggiore "rigidezza" complessiva** alle azioni assiali da parte del palo, in quanto si unisce il buon comportamento per attrito laterale dei pali trivellati al buon comportamento di punta tipico dei pali battuti (valori di Nq superiori a 30÷35 contro il valori di Nq compresi tra 10÷15 tipici di pali trivellati per la limitazione dei cedimenti), anche in virtù di una buona connessione del getto al terreno in punta (cfr. fondello a perdere);
6. **Ridotti interassi** dei pali stessi, inferiori a 3 diametri, non pregiudicano la capacità portante del sistema di fondazione, la cui efficienza risulta inferiore all'unità solo per pali trivellati in terreni coesivi (*cfr. Vesic 1968*).
   Ciò necessita comunque una sequenza planimetrica di esecuzione dei pali che faciliti la loro realizzazione a seguito dell'addensamento del terreno, senza interazione con i pali appena realizzati (compressioni laterali su calcestruzzo fresco appena realizzato da evitare). Il comportamento del palo in gruppo deve in ogni caso essere analizzato in tali condizioni;

7. Rispetto ai pali trivellati si evince un **reale miglioramento delle caratteristiche del terreno** in seguito all'esecuzione dei pali, che si trovano ad interagire in fase di esercizio all'interno di un volume di terreno con caratteristiche migliori (sia in termini di parametri meccanici di resistenza che di deformabilità). **Il palo trivellato decomprime il terreno, il palo FDP lo costipa e lo addensa**.

1.11 CAVIDOTTI INTERRATI

Il lavoro consiste nel compiere gli scavi per poter posizionare tutti i cavidotti attraverso i quali saranno stesi i diversi cavi necessari al funzionamento dell'impianto.
La prima fase è quella di compiere mediante pala meccanica le operazioni di scavo dopo gli opportuni tracciamenti. Successivamente vengono posizionati i cavidotti attraverso i quali saranno poi stesi i diversi cavi necessari. I cavidotti saranno poi ricoperti con terreno e nastro di indicazione come previsto in fase di progetto. Il reinterro è previsto con il materiale proveniente dagli scavi.

FIGURA 9 - SCAVI PR

1.12 MONTAGGIO DEI QUADRI DI PARALLELO

I quadri di campo in continua sono i quadri elettrici di campo necessari per poter compiere il parallelo delle stringhe. Ad essi sono convogliati i cavi provenienti dalle diverse porzioni di generatore fotovoltaico e da essi partono i cavi verso gli inverter.
Le operazioni da eseguire sono in questo caso la posa in opera delle staffe ed il fissaggio ad esse del quadro di campo in continua; vengono poi completate alcune iniziali operazioni di cablaggio.

FIGURA 10 - QUADRI IN PARALLELO

1.13 STRINGATURA E CABLAGGI CC

Il lavoro consiste nello stendere i cavi DC all'interno dei cavidotti interrati e delle passerelle. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato DC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico.
Tutti i cavi vengono intestati con apposite targhette identificative resistenti ai raggi UV al fine di una rapida individuazione ad esempio in caso di manutenzione.

1.14 CABLAGGIO CABINE

Il lavoro consiste nella connessione di tutti i quadri/trasformatori/inverters all'interno delle cabine. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi lato AC. In questa fase vengono completati anche i collegamenti della rete dati e di gestione, controllo e supervisione dell'impianto fotovoltaico e degli ausiliari. Viene eseguita la messa a terra delle diverse masse e l'interconnessione tra di esse al fine di garantire l'equipotenzialità.

1.15 CABLAGGI MT

Il lavoro consiste nello stendere i cavi MT all'interno dei cavidotti. Viene completato il collegamento di tutti i dispositivi in corrispondenza degli arrivi lato MT. Vengono posati gli eventuali nastri di segnalazione e pericolo.

1.16 MONTAGGIO MODULI FOTOVOLTAICI

Il lavoro consiste nella posa in opera dei moduli fotovoltaici sulle strutture di supporto già predisposte. Viene completato il collegamento in serie dei moduli fotovoltaici.

1.17 SMANTELLAMENTO OPERE DI CANTIERE E PULIZIA

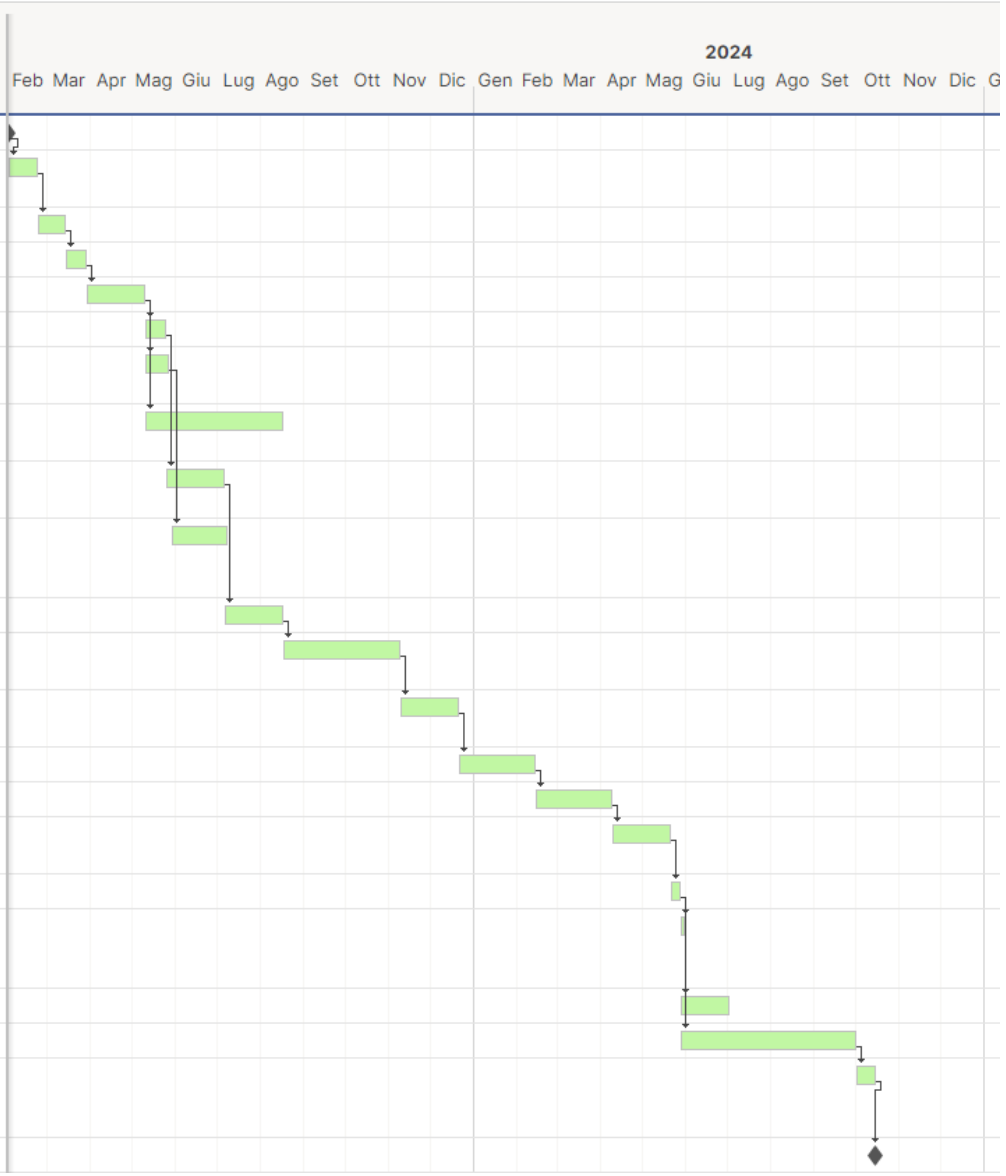
Il lavoro consiste nello smontaggio delle segnalazioni temporanee, delle delimitazioni, degli accessi e della cartellonistica, la pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, lo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai

fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dell'eventuale container adibito ad ufficio di cantiere.

2. CRONOPROGRAMMA

2.1 CRONOPROGRAMMA A TABELLA

Evento	Durata [gg]	Inizio	Fine	operai richiesti	Uomini giorno
Consegna lavori	0	01/02/23	01/02/23	0	0
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	15g	01/02/23	21/02/23	30	450
Scotico terreno	14g	22/02/23	13/03/23	20	280
Picchettamento terreno	11g	14/03/23	28/03/23	20	220
Realizzazione viabilità e piazzole	30g	29/03/23	09/05/23	15	450
Realizzazione recinzione	11g	10/05/23	24/05/23	45	495
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	10/05/23	26/05/23	10	130
Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto	71g	10/05/23	16/08/23	50	3550
Realizzazione impianto di illuminazione	30g	25/05/23	05/07/23	50	1500
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabina	30g	29/05/23	07/07/23	15	450
Realizzazione impianto antifurto	30g	06/07/23	16/08/23	20	600
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	60g	17/08/23	08/11/23	15	900
Installazione quadri di campo e parallelo cc	30g	09/11/23	20/12/23	20	600
Stringatura e cablaggi cc	39g	21/12/23	13/02/24	40	1560
Montaggio dei moduli fotovoltaici	39g	14/02/24	08/04/24	40	1560
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	30g	09/04/24	20/05/24	18	540
Allestimento cabina di consegna	5g	21/05/24	27/05/24	10	50
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	28/05/24	30/05/24	0	0
Cablaggi MT	25g	28/05/24	01/07/24	30	750
Realizzazione opere di rete	90g	28/05/24	30/09/24	0	0
Smantellamento opere provvisionali di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	01/10/24	14/10/24	7	70
Ultimazione lavori	0	14/10/24	14/10/24	0	0
			totale uomini giorno		**14.155**

2.2 DIAGRAMMA DI GANTT

Nome dell'attività	Durata	Inizio	Termina
Consegna lavori	0	01/02/23	01/02/23
Allestimento, messa in sicurezza ed eventuale pulizia del cantiere	15g	01/02/23	21/02/23
Scotico terreno	14g	22/02/23	13/03/23
Picchettamento terreno	11g	14/03/23	28/03/23
Realizzazione viabilità e piazzole	30g	29/03/23	09/05/23
Realizzazione recinzione	11g	10/05/23	24/05/23
Sbancamenti e sistemazione piano di posa per cabine	13g	10/05/23	26/05/23
Infissione pali/viti e montaggio delle strutture di supporto	71g	10/05/23	16/08/23
Realizzazione impianto di illuminazione	30g	25/05/23	05/07/23
Posizionamento cabine e realizzazione impianto di terra cabina	30g	29/05/23	07/07/23
Realizzazione impianto antifurto	30g	06/07/23	16/08/23
Realizzazione cavidotti, posa corrugati e pozzetti, reinterro	60g	17/08/23	08/11/23
Installazione quadri di campo e parallelo cc	30g	09/11/23	20/12/23
Stringatura e cablaggi cc	39g	21/12/23	13/02/24
Montaggio dei moduli fotovoltaici	39g	14/02/24	08/04/24
Connessione cabine inverter e trasformazione preallestite	30g	09/04/24	20/05/24
Allestimento cabina di consegna	5g	21/05/24	27/05/24
Comunicazione fine lavori al gestore di rete ed all'Agenzia delle Dogane	3g	28/05/24	30/05/24
Cablaggi MT	25g	28/05/24	01/07/24
Realizzazione opere di rete	90g	28/05/24	30/09/24
Smantellamento opere provvisionali di cantiere, rimozione rifiuti e pulizia aree	10g	01/10/24	14/10/24
Ultimazione lavori	0	14/10/24	14/10/24