

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Enna

COMUNE DI AGIRA



01	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	11/04/23	URZI R.	FURNO C.	NASTASI A.
00	EMISSIONE PER COMMENTI	03/04/23	URZI R.	FURNO C.	NASTASI A.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente:

DS ITALIA 7 SRL



Sede legale in Via del Plebiscito, 112, CAP 00186 Roma (RM)
Partita I.V.A. 16295141002 - PEC: dsitalia7@legalmail.it

Società di Progettazione:

Ingegneria & Innovazione



Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it

Progetto:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO AGIRA

Progettista/Resp. Tecnico:

Dott. Ing. Antonino Signorello
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Catania
n° 6105 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Scala:

N.A.

Nome DIS/FILE:

C21032S05-PD-RT-01-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

DEFINITIVO

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.

È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.

La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



INDICE

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	5
3. SCOPO	7
4. DATI DEL PROPONENTE	8
5. DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO	8
6. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	15
6.1. Descrizione generale del progetto	15
6.2.2. <i>Caratteristiche dell'inverter</i>	19
6.3 Infrastrutture ed opere civili.....	20
6.3.2 <i>Strutture di fondazione cabina sottocampo</i>	23
6.3.3 <i>Strutture di fondazione cabina di centrale</i>	25
6.3.5 <i>Strutture di fondazione Cabina Utente per la Consegna</i>	32
6.3.6 <i>Strade di accesso e viabilità di servizio</i>	35
7. CAVIDOTTI.....	35
7.1 Rete interna cavi MT/AT	35
7.1.1 <i>Dimensionamento dei cavi rispetto alle sollecitazioni termiche di corto circuito</i>	36
7.1.2 <i>Dimensionamento dei cavi in funzione delle condizioni di posa</i>	38
7.1.3 <i>Dimensionamento dei cavi in funzione della caduta di tensione</i>	40
7.1.4 <i>Dimensionamento dei cavi MT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione</i>	41
7.1.4 <i>Dimensionamento dei cavi AT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione</i>	45
7.2 <i>Impianto di messa a terra</i>	47
7.3 <i>Sistema di monitoraggio</i>	47
7.4 Rete esterna AT	47
7.4.1 Opere per la realizzazione della linea AT	48
7.4.2 Buche giunti	48
7.4.3 Messa a terra degli schermi della linea AT	49
7.4.4 Profondita' e sistema di posa cavi	49
7.4.5 Profondità e sistema di posa cavi AT	50
7.5 Rete MT	51
7.5.1 Profondità e sistema di posa cavi	52
8. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE (CODICE PRATICA: 202102323)	53
9. CALCOLO DI PRODUCIBILITA'	54
10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA	54
10.1 Impianto di illuminazione	54
10.2 Impianto di videosorveglianza	55

11. GESTIONE DELL'IMPIANTO	56
12. CRONOPROGRAMMA.....	56
13. ANALISI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE	58
14. COSTO DELL'OPERA E STIMA SULLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	58
14.1 Quadro economico sui costi di realizzazione.....	58
14.2 Stima dei Costi di Dismissione Impianto a fine vita.....	60
14.2.1 Opere di ripristino ambientale.....	61
15. TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	62
16. SICUREZZA NEI CANTIERI.....	63

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, DS Italia 7 S.r.l., la società Antex Group S.r.l. ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato **Impianto Agrivoltaico "Agira"** da realizzarsi nel territorio del Comune di Agira, appartenente al Libero Consorzio Comunale di Enna. Il progetto prevede l'installazione di n. 91.230 moduli fotovoltaici da 6700 Wp ciascuno, su strutture fisse, per una potenza complessiva pari a 61124,1 kWp. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete elettrica nazionale tramite la posa di un cavidotto interrato su strade esistenti e la realizzazione di una nuova cabina utente per la consegna collegata in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla futura linea RTN 380 kV "Chiaramonte Gulfi – Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Antex Group in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, è in possesso di un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001:2015 per attività di "Servizi tecnico-professionali di ingegneria multidisciplinare".

2. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Tutti i componenti dell'impianto avranno caratteristiche conformi a quanto previsto dalla normativa emessa dagli organismi normatori internazionali, al fine di garantire la sicurezza, affidabilità ed efficienza.

Si precisa che i seguenti riferimenti possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-27 Lavori su 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 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica;
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 0-14 “Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- Norma CEI 11-4 “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI 11-32 “Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria”;
- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”;
- Norma CEI 11-61 “Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche”;
- Norma CEI 11-62 “Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria”;
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”;
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;

- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche”;
- D.M. 12 Settembre 1959 “Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l'esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne” (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)” (D.P.C.M del 8/07/2003).

Normativa di riferimento per Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "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. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”.
- Linee guida edite dall’A.R.T.A. nell’ambito del Piano per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G.U. 21 dicembre 1971 n. 321) “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G.U. 21 marzo 1974 n. 76) “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”. Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) “Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni”. Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad

integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:

- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5). Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7, Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02/2009 contenente istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche "Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980 sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane.
- Eurocodice 2 "Design of concrete structures".
- Eurocodice 3 "Design of steel structures" - EN 1993-1-1..
- Eurocodice 4 "Design of composite steel and concrete structures".
- Eurocodice 7 "Geotechnical design".
- Eurocodice 8 "Design of structures for earthquake resistance".

Sicurezza

- D.LGS n.81 del 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza" e ss.mm.ii.

3. SCOPO

Scopo della presente relazione tecnica è la descrizione delle opere necessarie per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, denominato "Impianto Agrivoltaico Agira" che DS ITALIA 7 S.r.l. intende realizzare nei territori del Comune di Agira (EN), appartenente al Libero Consorzio Comunale di Enna. L'impianto sarà collegato alla RTN in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN "Chiamonte Gulfi - Ciminna", previsto nel Piano di Sviluppo Terna. Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'ARERA, l'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento dell'impianto alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione. La tensione di uscita dall'impianto fotovoltaico quindi sarà pari a 36 kV. La cabina di centrale è collegata alla cabina di utente per la consegna, collegata, a sua volta, in antenna con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN.

Conformemente a quanto previsto nella TICA avente codice di rintracciabilità n° 202102323, si precisano le seguenti condizioni:

La potenza totale richiesta per l'impianto in esame è pari a 59,8 MW in immissione.

- La potenza nominale DC dell'impianto è pari a 61,1241 MW.

- La potenza nominale AC degli inverters dell'impianto è pari a 59,8 MW.

N.B.: Tutti i materiali, le apparecchiature, i manufatti ed i componenti utilizzati per la progettazione, sono indicativi e potranno essere soggetti a variazioni dovute all'evoluzione tecnologica degli stessi ed alle disponibilità di mercato, pur mantenendo le loro caratteristiche funzionali indicate nel progetto.

4. DATI DEL PROPONENTE

Il proponente del progetto è **DS ITALIA 7 S.r.l.**, con sede in Via del Plebiscito 112, CAP 00186 Roma (RM).

5. DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO

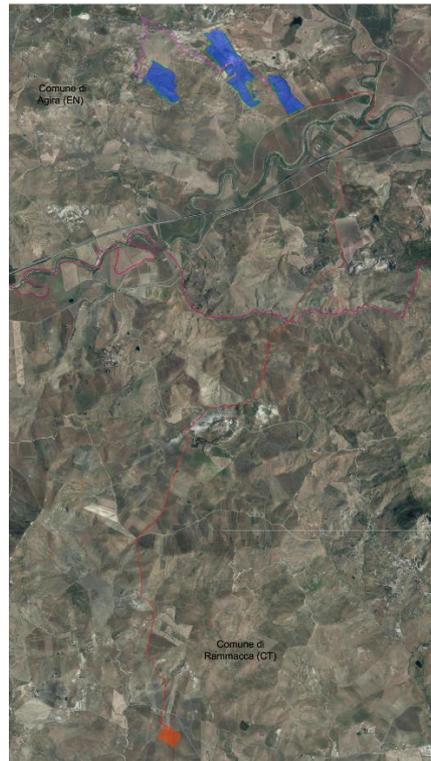


Figura 1 Inquadramento generale del progetto

Il sito interessato dall'installazione dell'impianto fotovoltaico, esteso per circa 84,92 ettari, è localizzato nella parte sud del territorio comunale di Agira (EN) in una zona a vocazione prettamente agricola, fuori da centri abitati e a poca distanza dal confine territoriale del Comune di Regalbuto (EN). L'area sulla quale è in progetto l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio 269-IV-SE Catenanuova. Le quote relative all'impianto variano dai 169 ai 361 m.s.l. ed il centro abitato più vicino è Borgo Libertinia, appartenente al Comune di Ramacca, a circa 4,05 km. A circa 6,3 km si trova il centro abitato di Catenanuova, il centro abitato di Regalbuto e Castel di Iudica si trovano rispettivamente a 8,0 e 8,4 km. L'area si presenta collinare con forme a volte pronunciate dove affiorano i calcari e forme più arrotondate dove sono presenti le marne argillose e argille soprattutto nelle zone più a valle a Sud e le pendenze medie vanno da 1% a 8%.

Urbanisticamente l'impianto in progetto ricade nel territorio comunale di Agira che secondo la zonizzazione del PRG comunale ricade all'interno della *Zona E – Agricola*, di cui si riporta di seguito uno stralcio dell'elaborato grafico:

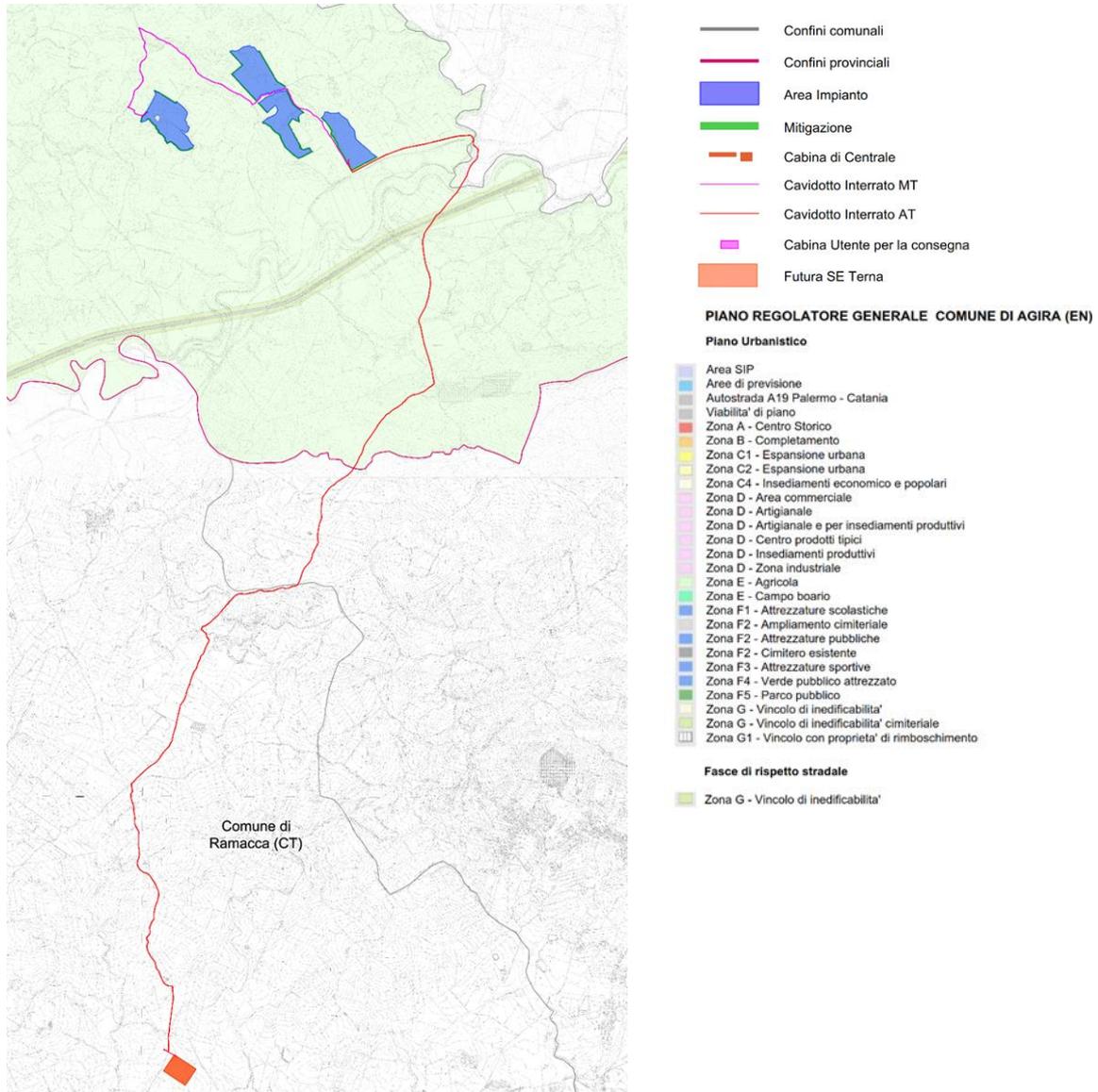


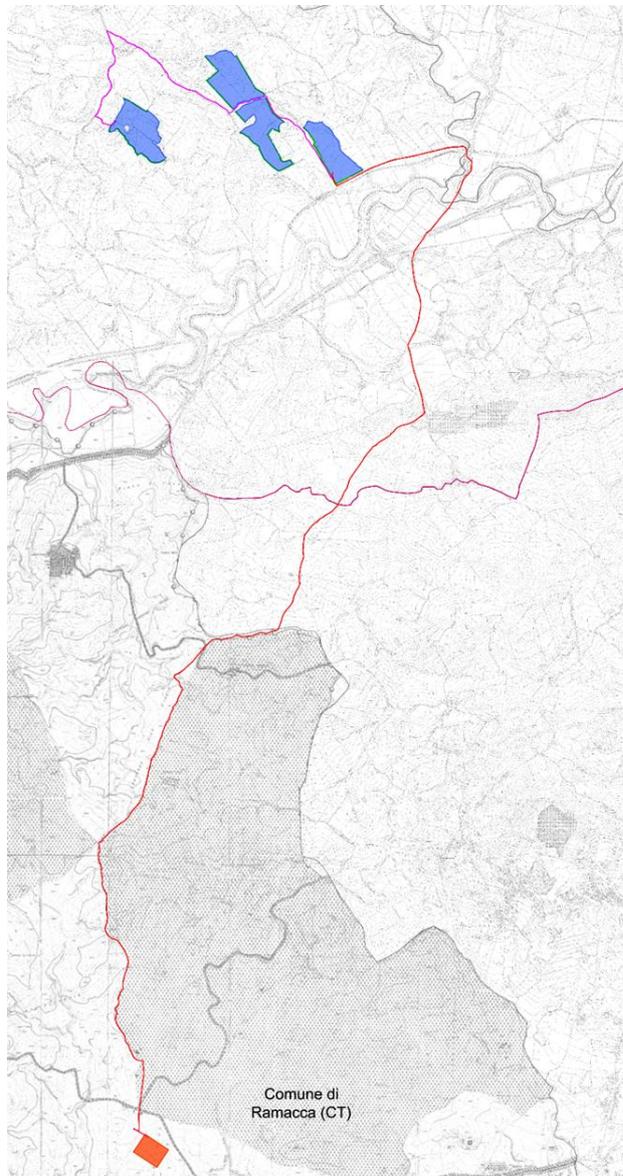
Figura 2 - Stralcio dell'elaborato grafico "Inquadramento impianto su strumento urbanistico comunale di Agira"

Relativamente alle opere di connessione, il tracciato cavidotto ricade urbanisticamente nei territori comunali di Regalbuto (EN), Castel di Iudica (CT) e Ramacca (CT).

I comuni di Regalbuto e Castel di Iudica risultano dotati di PRG ma non è stato possibile reperire la zonizzazione delle aree interessate dal passaggio del cavidotto in quanto gli elaborati grafici di pubblica consultazione fanno riferimento alla sola zonizzazione dei centri urbani.

Il territorio comunale di Ramacca interessato dal passaggio del cavidotto e dal posizionamento della cabina utente per la consegna e futura SE Terna, urbanisticamente è dotato di PRG adottato con Delibera Commissariale n. 23/01 e depositato e pubblicizzato ai sensi dell'art. 3 della legge regionale n. 71/78. Il tratto di cavidotto pur seguendo tracciati stradali esistenti interessa un'area indicata come "Aree di recupero sottoposto a vincolo-idrogeologico (RD30.12.23 n.3267)". Si riporta di

seguito uno stralcio dell'elaborato grafico:



- Confini comunali
- Confini provinciali
- Area Impianto
- Mitigazione
- Cabina di Centrale
- Cavidotto Interrato MT
- Cavidotto Interrato AT
- Cabina Utente per la consegna
- Futura SE Terna

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNE DI RAMACCA (CT)
 Progetto di Piano

LEGENDA

- Insediamenti residenziali del centro storico, dell'attuale espansione, di completamento (Zona "A", Zona "B", compresi i servizi a livello residenziale)
 - Insediamenti residenziali di nuova espansione (Zona "C", Zona "C1", compresi i servizi a livello residenziale)
 - Insediamenti artigianali e commerciali
 - Area per servizi ed attrezzature di interesse generale e territoriale (zone industriali sono i servizi non compresi nello scalo 1:2000)
- Esistenti / Previsibile
- Z/N P/N Pagine territoriali naturali (Aree di tutela paesistica e ambientale)
 - Z/7 P/7 Servizi per lo sport e lo spettacolo sportivo
 - Z/11 P/11 Servizi ad impianti tecnologici
 - ▲ Sedieta fissa
 - ▲ Sedieta temporanea - sedi
 - Z/18 P/18 Confini municipalità
- Linee area contenziosa
 - Zona archeologica
 - Area di recupero idrogeologico e vincolo idro-geologico (R.D. 30/12/23 n.3267)
 - Confine territorio comunale
 - Viabilità urbana principale
 - Viabilità territoriale principale
 - Viabilità territoriale secondaria (strade intercomunali)
 - Area di rispetto dell'ambiente, sport e ricreazione

Figura 3 - Stralcio dell'elaborato grafico "Inquadramento impianto su strumento urbanistico comunale di Ramacca"

Per quanto concerne la **pericolosità geologica ed idraulica** dell'area in studio, per pericolosità geologica s'intende il complesso di fenomeni geologici, (morfologici, tettonici, idrogeologici, sismici, ecc..) la cui evoluzione induce un rischio o un danno per l'ambiente antropico.

L'area dove sorgerà l'impianto risulta sgombra da qualsiasi vincolo idraulico e geomorfologico, tranne che per l'area più ad Ovest dove è indicata un'area a pericolosità geomorfologica P2, che però, per altri motivi, verrà comunque esclusa dall'installazione di pannelli.

Per quanto riguarda la cartografia PAI, l'area ricade all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Simeto.

Geomorfologicamente l'area si presenta collinare con forme a volte pronunciate dove affiorano i calcari e forme più arrotondate dove sono presenti le marne argillose e argille soprattutto nelle zone più a valle a Sud e le pendenze medie vanno da 1% a 8%.

Dal punto di vista **idraulico e idrogeologico**, sono stati individuati, oltre agli impluvi presenti sul geoportale e sulla CTR, altri impluvi osservati sia in campo che da DTM a 2m della Regione Sicilia dai quali è stato eseguito uno studio idraulico descritto nella relazione idrologica e idraulica. L'impianto sorgerà su terreni che mostrano varie caratteristiche, da argille a calcari, per cui la permeabilità varia da medio-elevata a bassa o nulla. Per quanto riguarda l'impatto operato dall'impianto sul regime idraulico ed idrologico dell'area, anche in relazione al deflusso delle acque meteoriche, si può considerare quanto segue:

- L'area di progetto risulta ben stabilizzata, non sono presenti colamenti o dissesti ma solo delle aree del lotto più a est caratterizzate da forme calanchive formate dall'erosione delle argille presenti.
- La superficie del campo fotovoltaico resterà permeabile e allo stato naturale; pertanto, il regime di infiltrazione non verrà alterato.
- Si eviterà la compattazione diffusa e il formarsi di sentieri battuti, che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale per l'acqua.
- Per quanto concerne la quantità delle acque, dal punto di vista dell'idrografia di superficie il progetto può quindi essere inserito nell'attuale contesto idrologico senza provocare alcuna mutazione nei deflussi dei canali esistenti.
- La presenza del campo fotovoltaico non interferirà con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche, anche perché viene rispettato un buffer di almeno 10m secondo normative vigenti.

Geologicamente l'area interessata risulta compresa sulla dorsale di un rilievo in corrispondenza del quale affiora il Calcare di base, i trubi e le marne argillose della formazione Terravecchia.

Sismicamente per quanto riguarda la categoria di sottosuolo, ci baseremo, anche in questo caso, su dati bibliografici e su progetti eseguiti nei dintorni dell'area in esame, in condizioni litostratigrafiche simili.

Considerando che i vari litotipi presenti ci si aspetterebbe un Vs30 compreso tra 360 m/s e 800 m/s, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di categoria B. Per ottemperare alle NTC 2018 i dati riportati e descritti in questa relazione sono da verificare ed implementare con indagini sismiche come le masw. Il numero di suddette indagini sarà definito in fase di esecuzione, in modo da avere un quadro sicuro e completo.

In base alla localizzazione dell'impianto in fase preliminare per una verifica semplificata si hanno i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

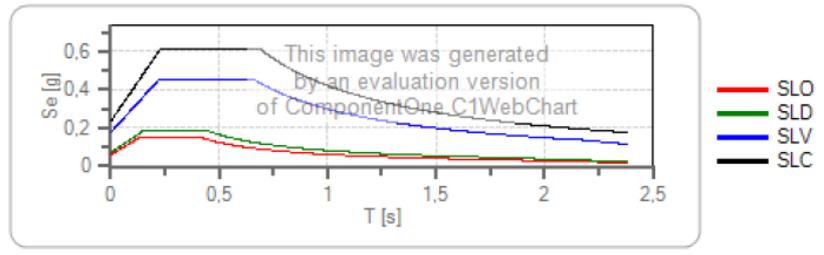
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %

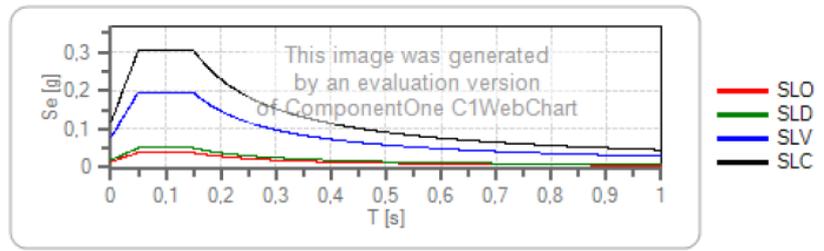
Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,050	2,540	0,289	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,136	0,407	1,801
SLD	2	0,060	2,569	0,325	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,149	0,448	1,840
SLV	2	0,149	2,525	0,531	1,200	1,250	1,000	1,200	1,000	0,221	0,664	2,195
SLC	2	0,196	2,609	0,554	1,200	1,240	1,000	1,200	1,000	0,229	0,687	2,384

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,050	2,540	0,289	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,060	2,569	0,325	1,000	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,149	2,525	0,531	1,000	1,250	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,196	2,609	0,554	1,000	1,240	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

Geotecnicamente nella zona oggetto di studio, dai rilevamenti eseguiti, si è potuto constatare la natura dei vari litotipi è perlopiù di natura calcarea, più o meno consistenti, mentre nell'area più a Nord troviamo terreni argillosi. Non avendo riscontrato nelle vicinanze dell'area pareti con l'affioramento dei litotipi, soprattutto rocciosi, non si è potuta stimare, neanche con il metodo GSI la qualità dell'ammasso roccioso e si è data una stima dei parametri geotecnici ottenuti da dati di letteratura geologica. Ovviamente questi dati andranno ottenuti e confermati da indagini geognostiche in situ in una fase successiva.

I litotipi direttamente interessati dalle fondazioni dell'impianto in oggetto sono i seguenti:

Marne argillose

$\gamma =$	17 - 20	kN/m ³	Peso di volume naturale
$\varphi =$	20 - 25	°	Angolo di attrito
$C =$	0.3 - 0.5	Kg/cm ²	Coesione
$E =$	300 - 320	Kg/cm ²	Modulo di elasticità

Calcari

$\gamma =$	20 - 24	kN/m ³	Peso di volume naturale
$\varphi =$	30 - 35	°	Angolo di attrito
$C =$	0.0 - 0.1	Kg/cm ²	Coesione
$E =$	60 - 80	Kg/cm ²	Resistenza a compressione

Marne argillose

$\gamma =$	18 - 22	kN/m ³	Peso di volume naturale
$\varphi =$	28 - 32	°	Angolo di attrito
$C =$	0.0 - 0.1	Kg/cm ²	Coesione
$E =$	300 - 400	Kg/cm ²	Modulo di elasticità

Il valore da assegnare al coefficiente di sottofondazione di reazione verticale (coeff. di Winkler) in tutta sicurezza e responsabilmente si può porre in tutta sicurezza pari a **Ks = 8-12 Kg/cmq.**

A questi parametri devono essere applicati i coefficienti parziali di cui alla tab.6.2.II del D.M. 14-01-2018.

Il calcolo della capacità portante del terreno deve tenere conto che, nella verifica allo SLU, le azioni di progetto Ed dovranno sempre essere inferiori alla Resistenza del Terreno Rd ($Ed \leq Rd$).

Catastalmente l'area sulla quale è in progetto l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio 269-IV-SE Catenanuova. Qui di seguito un estratto dell'elaborato "Inquadramento impianto su catastale" ove si evidenziano le particelle interessate:

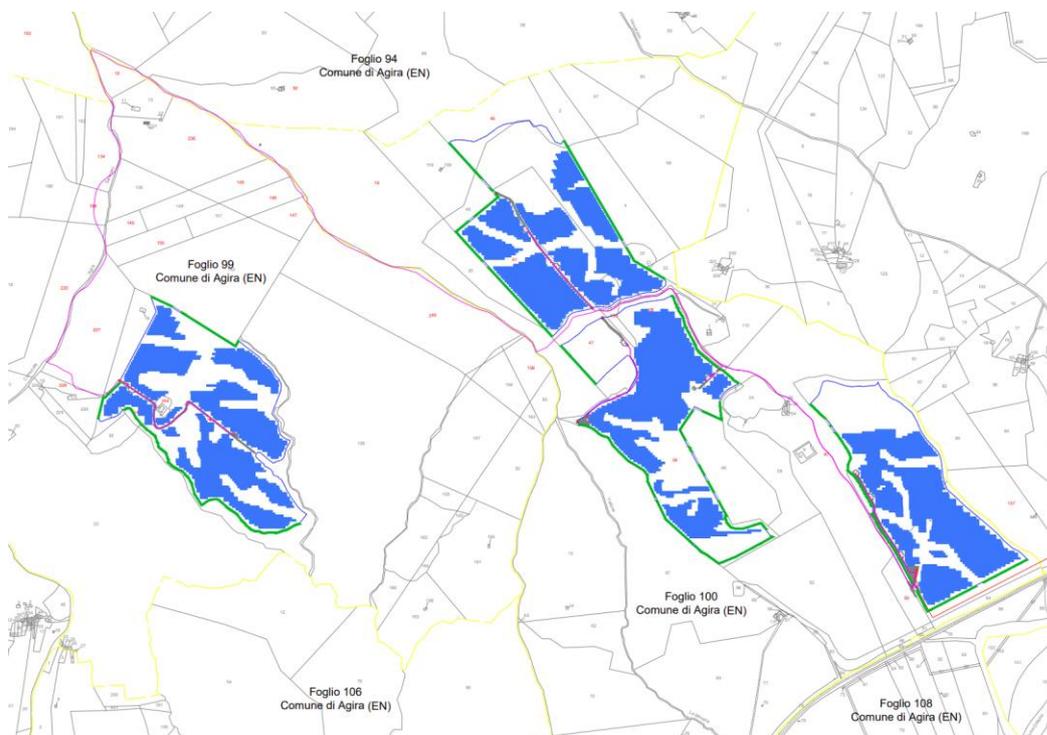


Figura 4 - Inquadramento su catastale

	<p style="text-align: center;">IMPIANTO AGRIVOLTAICO AGIRA</p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE DEL PROGETTO DEFINITIVO</p>	 <i>Ingegneria & Innovazione</i>	
		11/04/2023	REV: 01

6. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

6.1. Descrizione generale del progetto

Il progetto per il quale si richiede la connessione in rete è un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare che prevede di installare 91.230 moduli fotovoltaici da 670 Wp ciascuno, su strutture fisse in acciaio zincato a caldo mediante infissione nel terreno, per una potenza nominale di 61.124,10 Kw. I moduli fotovoltaici presi in considerazione, hanno dimensioni 2384 x 1303 x 35 mm. Le strutture, inclinate a 23° hanno dimensioni di 19825 x 4419 mm, il pitch è di 7 m e la distanza tra le stringhe è 2.60 m.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 299 inverter e 3041 stringhe, suddivisi come di seguito indicato:

- N. 3.041 strutture 2x15 con proiezione al suolo di 19,825 x 4,40 m, per un totale di e 91.230 moduli fotovoltaici da 670 Wp ciascuno. Pannelli posizionati per mezzo di telai ancorati al suolo;
- n. 12 Cabine di Sottocampo (CS), di cui 10 con trasformatore da 6300 kVA e 2 da 3250 kVA
- n. 299 inverter con potenza nominale di 200 kVA;
- Viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in MT;
- Aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, ecc.) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- Cavidotto interrato in MT di collegamento tra le cabine di campo e il punto di connessione;
- Rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica.

L'impianto sarà realizzato in agro di Agira (EN), su un'area estesa 87.92 ha, su una superficie catastale opzionata pari a 104.58.56 ha, individuata alle seguenti particelle:

- Foglio 99 p.lle 14, 15, 28;
- Foglio 100 p.lle 36, 37, 38, 39, 40, 46, 47, 61, 93, 103, 105, 106, 107, 108;

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno uliveto, con piante disposte su una fila a m 5,00 tra loro, esternamente alla recinzione. Per quanto invece riguarda la gestione del suolo sulle interfile, sulla base dei dati disponibili sulle attitudini delle colture e delle caratteristiche pedoclimatiche del sito, sono state selezionate le specie da utilizzare per l'impianto. In tutti casi è stata posta una certa attenzione sull'opportunità di coltivare sempre essenze mellifere. L'area di impianto coltivabile a seminativo risulta avere una superficie pari a circa 76,29 ha.

Si riportano di seguito il layout e lo schema delle fasce di mitigazione.

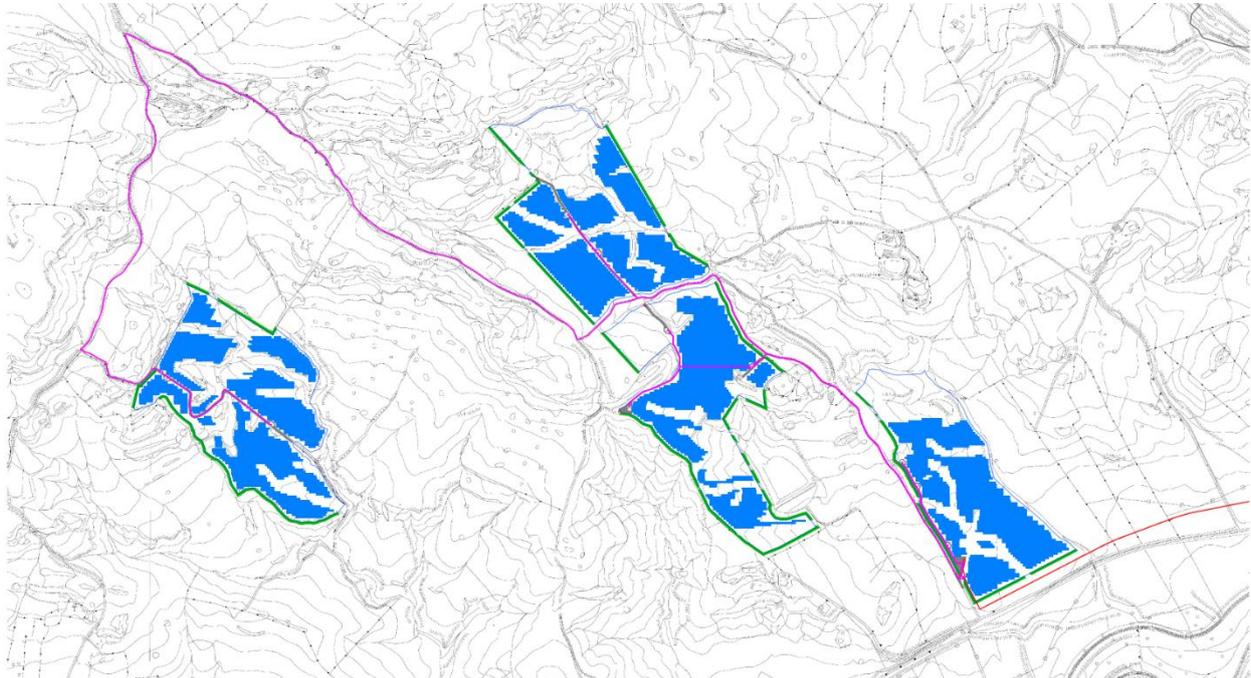


Figura 5 - Layout impianto fotovoltaico su Carta Tecnica Regionale

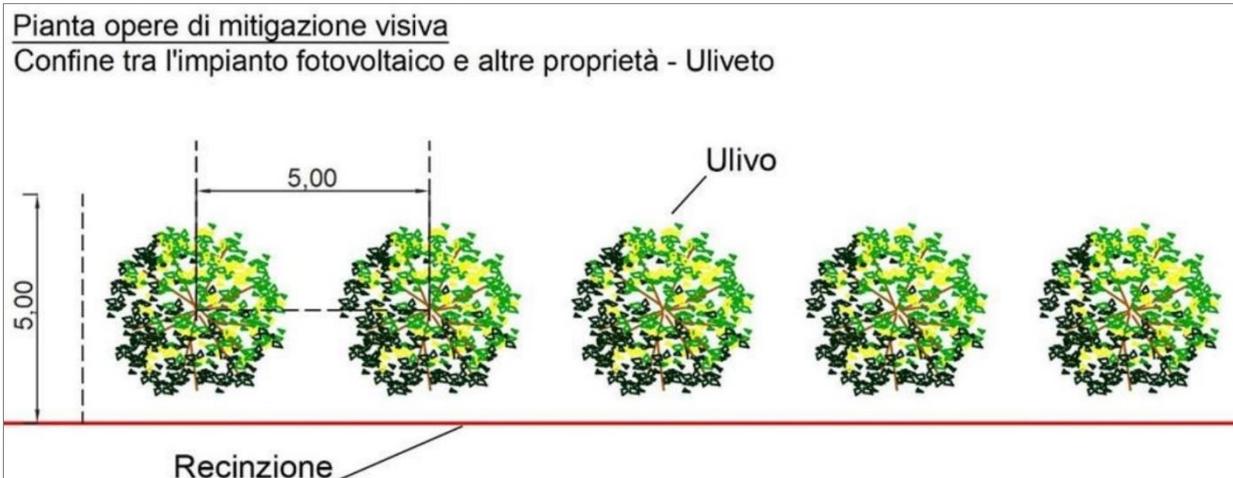


Figura 6 - Fascia di mitigazione e schema del sesto di impianto

6.2.1 Caratteristiche del generatore fotovoltaico

Il modulo scelto è il “Vertex 670 W TSM-DEG21C20” della Trina Solar, il quale presenta una potenza di picco pari a 670Wp ed un’efficienza 21,6 %, misurate in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), le quali prevedono un irraggiamento pari a 1000 W/m² con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3. Il modulo considerato può raggiungere una potenza di 717 Wp considerando che una percentuale pari al 10% dell’irraggiamento solare colpisce la superficie posteriore del modulo, rispetto al riferimento utilizzato per la faccia anteriore. Il progetto prevede l’installazione

di un totale di 91230 moduli, montati con un'inclinazione di 23° su strutture fisse, per una potenza complessiva 61124,1 kW. Vengono di seguito riportate le caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici individuati nel progetto.

Preliminary
Mono Multi Solutions

Vertex
 BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-06G21C-20
 POWER RANGE: 635-670W

670W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.6%

MAXIMUM EFFICIENCY

High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on investment

High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature
- Up to 25% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty

Year	Power Output (%)
0	100.0%
30	85.0%

Comprehensive Products and System Certificates

#E03L225/#E03L730/#E03L701/#E03L771B/#L81730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO 4054: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System

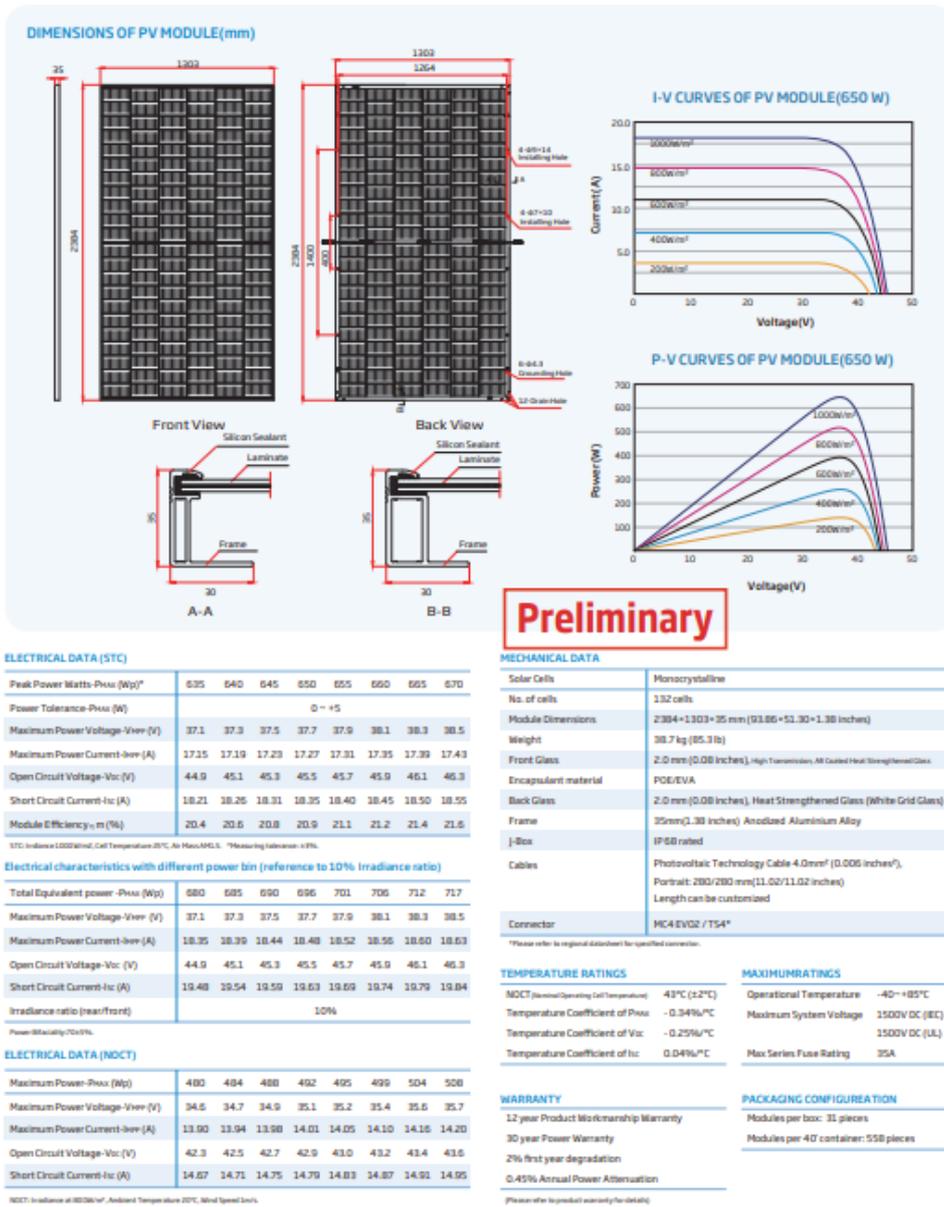


Figura 7 - Caratteristiche tecniche generatore fotovoltaico

6.2.2. Caratteristiche dell'inverter

L'inverter considerato per il progetto in esame è il "SUN2000-215KTL-H3" della Huawei Technologies, della potenza apparente di 215 kVA e una potenza nominale di 200 kW. Il progetto prevede l'installazione di un numero totale di 299 inverter, per una potenza nominale complessiva in AC di 59800 kW.

Di seguito vengono riportate le specifiche tecniche del componente in oggetto.

SUN2000-215KTL-H3
 Smart String Inverter



100A
 Per MPPT



Max. Efficiency
 >99.0%



Smart String-Level
 Disconnecter



Smart I-V Curve
 Diagnosis Supported



MBUS
 Supported



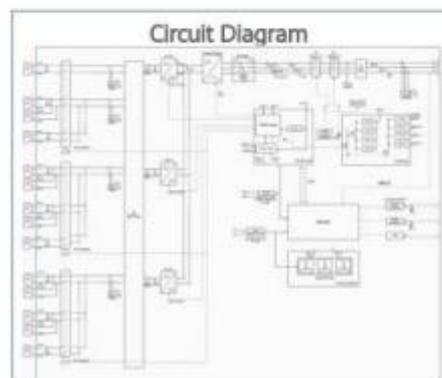
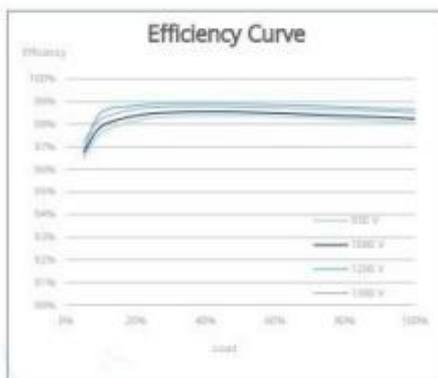
Fuse Free
 Design



Surge Arresters for
 DC & AC



IP66
 Protection



SUN2000-215KTL-H3
Technical Specifications

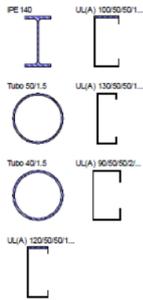
Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPPT Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ~ 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.5 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 Evo2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 8 - Caratteristiche tecniche degli inverter

6.3 Infrastrutture ed opere civili

6.3.1 Strutture di supporto dei Pannelli Solari

La struttura è realizzata con profili in acciaio realizzati a freddo, avendo spessori di 1,8 mm e 1,5 mm, nella tabella seguente si mostrano i dettagli dei profili utilizzati con le loro caratteristiche.

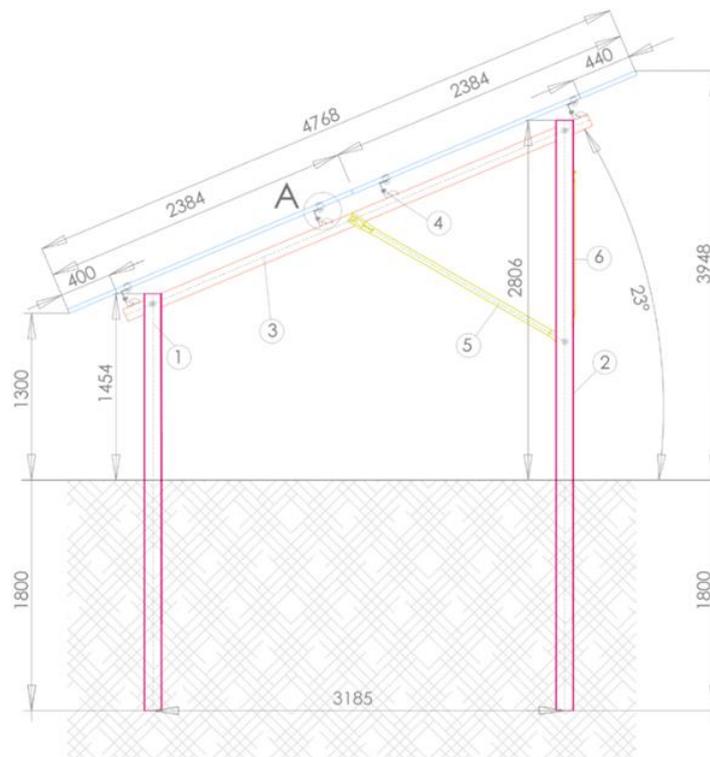


1.13 SEZIONI TRASVERSALI

Sezione nr.	Mater. nr.	I_T [cm ⁴]		I_y [cm ⁴]		I_z [cm ⁴]		Assi principali α [°]	Rotazione α' [°]	Dimensioni totali [mm]	
		A		A_y		A_z				Larghezza b	Altezza h
1	IPE 140 2	2.45 16.43		541.20 8.45		44.92 5.99		0.00	0.00	73.0	140.0
2	UL(A) 100/50/50/1.5/1.5/1.5/13.5/1.5/0/0	0.03 3.36		54.92 1.05		12.14 1.12		0.00	0.00	50.0	100.0
3	Tubo 50/1.5 3	13.45 2.29		6.73 1.14		6.73 1.14		0.00	0.00	50.0	50.0
4	UL(A) 130/50/50/1.8/1.8/1.8/13.2/1.8/0/0	0.05 4.55		119.55 1.13		15.60 1.88		0.00	0.00	50.0	130.0
5	Tubo 40/1.5 1	6.73 1.81		3.37 0.90		3.37 0.90		0.00	0.00	40.0	40.0
6	UL(A) 90/50/50/2/2/2/18/2/18/2/0/0	0.06 4.44		57.85 1.44		16.93 1.24		0.00	0.00	50.0	90.0
7	UL(A) 120/50/50/1.8/1.8/1.8/13.2/1.8/0/0	0.05 4.37		99.25 1.17		15.20 1.70		0.00	0.00	50.0	120.0

La struttura viene collegata tramite due bulloni a profili IPE140 A S235 infissati per circa 1,5m nel terreno, senza nessun uso di conglomerati cementizi.

Si riporta la sezione trasversale della struttura di progetto:



POS.	NOME	MATERIALE	PROTEZIONE
1	PALO DI FONDAZIONE IPE-140	S350GD	ZM310 (EN ISO 10346)
2	PALO DI FONDAZIONE IPE-140	S350GD	ZM310 (EN ISO 10346)
3	TRAVE PRIMARIA C100x50x15x1.5	S350GD	ZM310 (EN ISO 10346)
4	TRAVE SECONDARIA C130x50x15x1.8	S350GD	ZM310 (EN ISO 10346)
5	BRETELLA Ø50x1.5	S280GD	ZM310 (EN ISO 10346)
6	CONTROVENTO LATERALE Ø40x1.5	S280GD	ZM310 (EN ISO 10346)
A	GRAPPA	S280GD	ZM310 (EN ISO 10346)

Tabella 1 – Dettaglio elementi strutturali

Le strutture di supporto FV sono composte da elementi strutturali con diverse sezioni trasversali come indicati nella tabella 1, inoltre come appare evidente nella Figura 1, sia il telaio di testata che quello intermedio sono composti da un IPE 140 A S350GD, infissa nel terreno, la quale garantisce una migliore resistenza alle azioni di flessione.

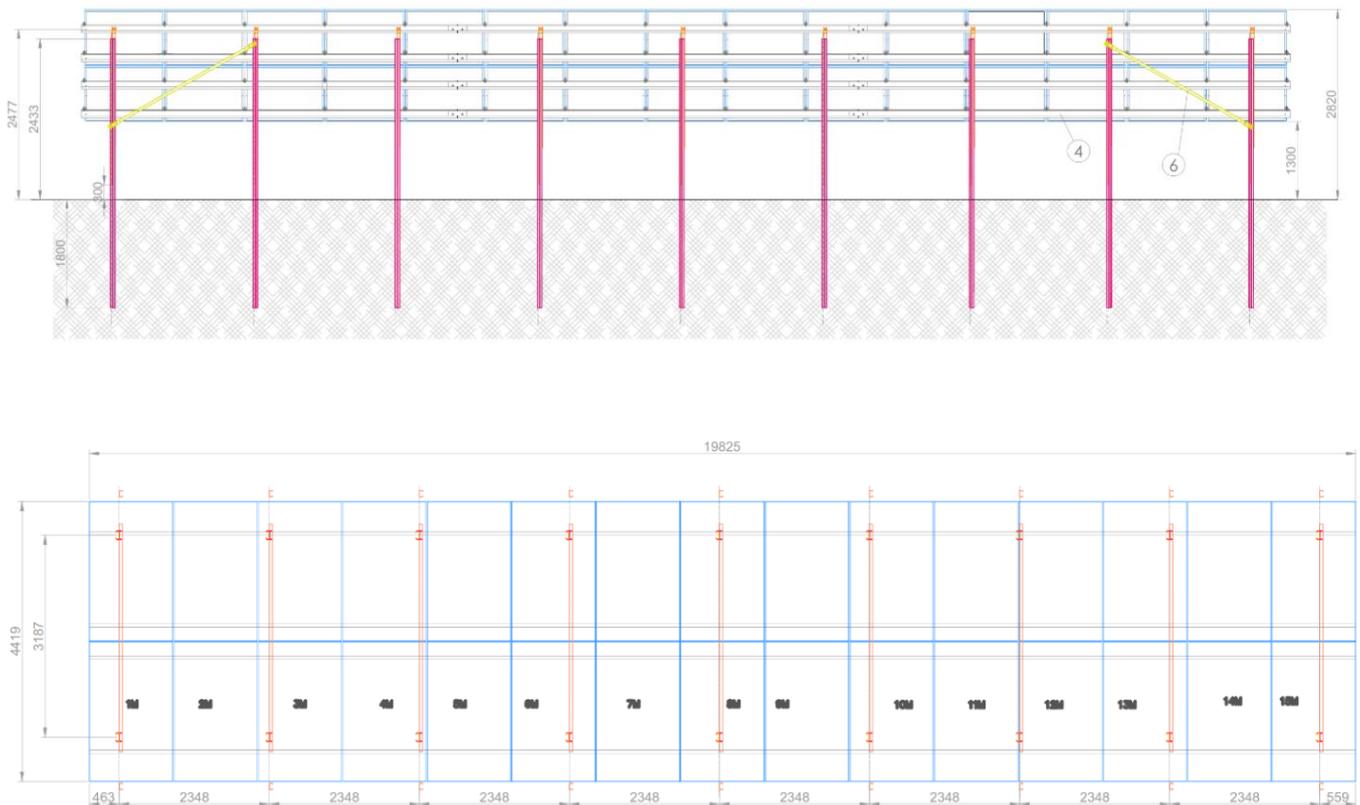
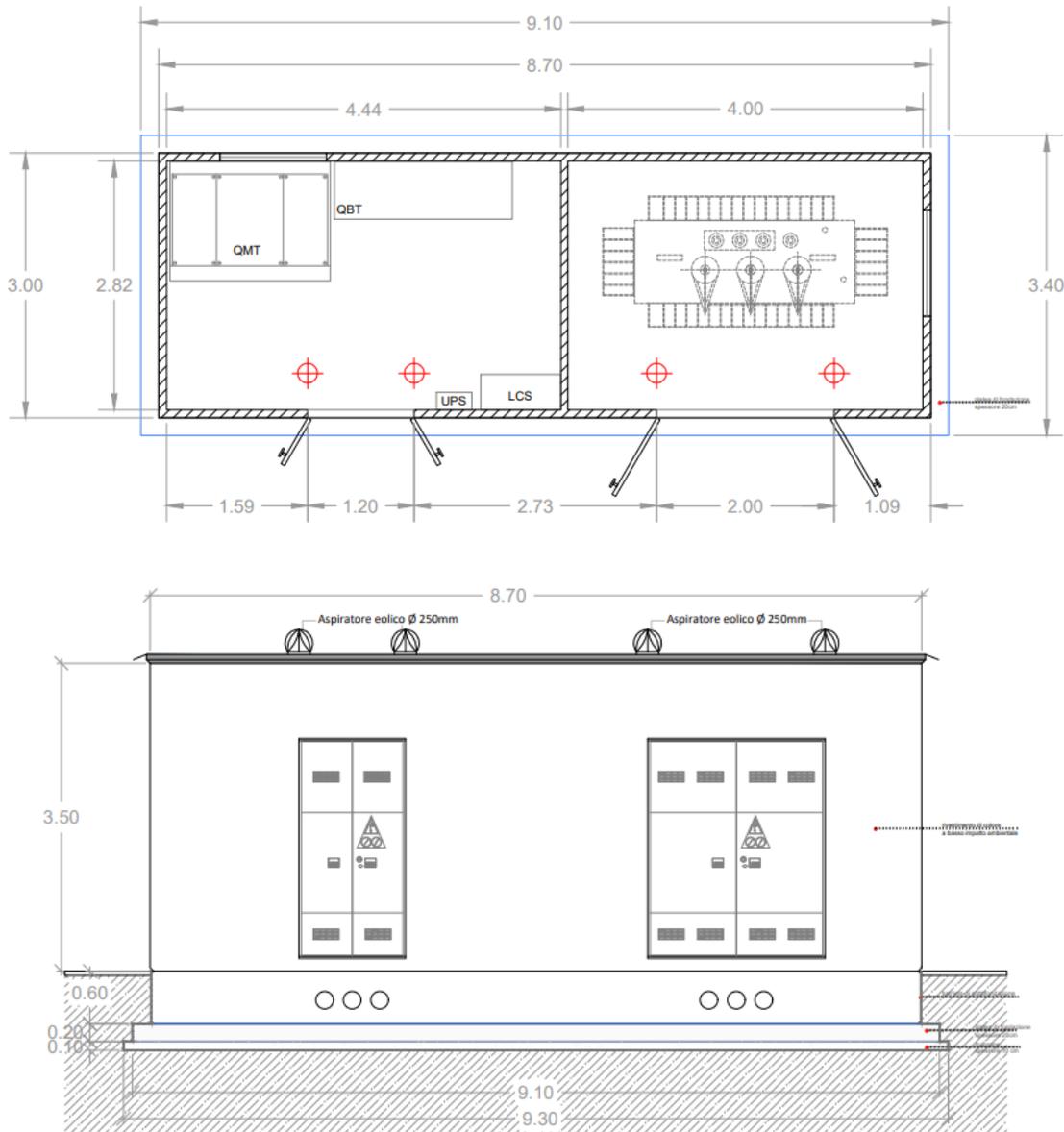


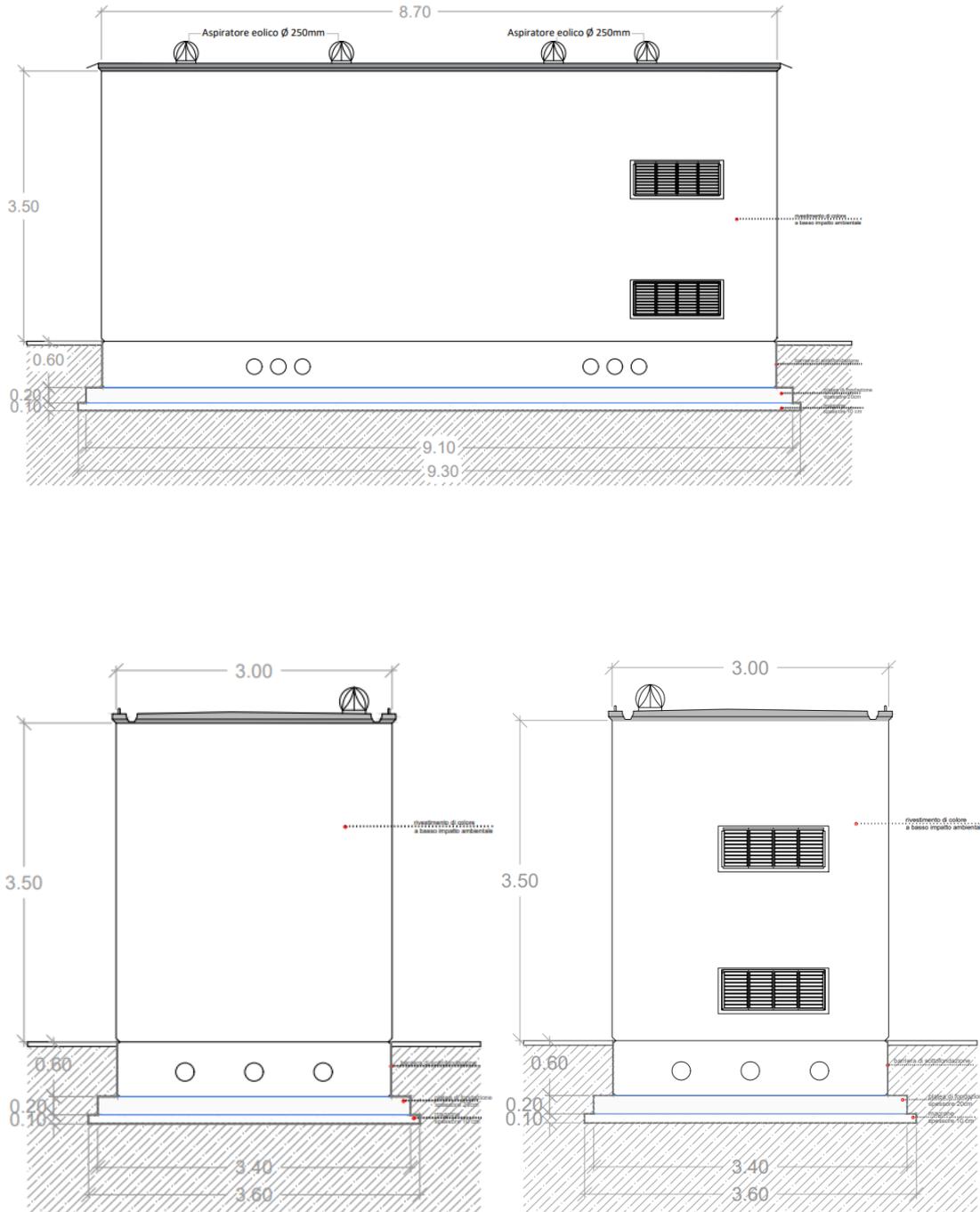
Figura 9 - Pianta e prospetto retro del telaio di supporto

Le strutture sostengono 30 pannelli FV, disposte doppia vela in parallelo con una inclinazione di 23°, coprendo una dimensione in pianta di 19825 x 4419 mm. I telai trasversali per ogni struttura di supporto sono in totale 9, in cui l'interasse è di 2348 mm nell'asse longitudinale, mentre le colonne del telaio sono disposte a una lunghezza di 3187 mm.

6.3.2 Strutture di fondazione cabina sottocampo

All'interno dell'area dell'impianto è previsto il posizionamento di 12 cabine sottocampo prefabbricate su una platea in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti della cabina di Sottocampo con relativa platea di fondazione:





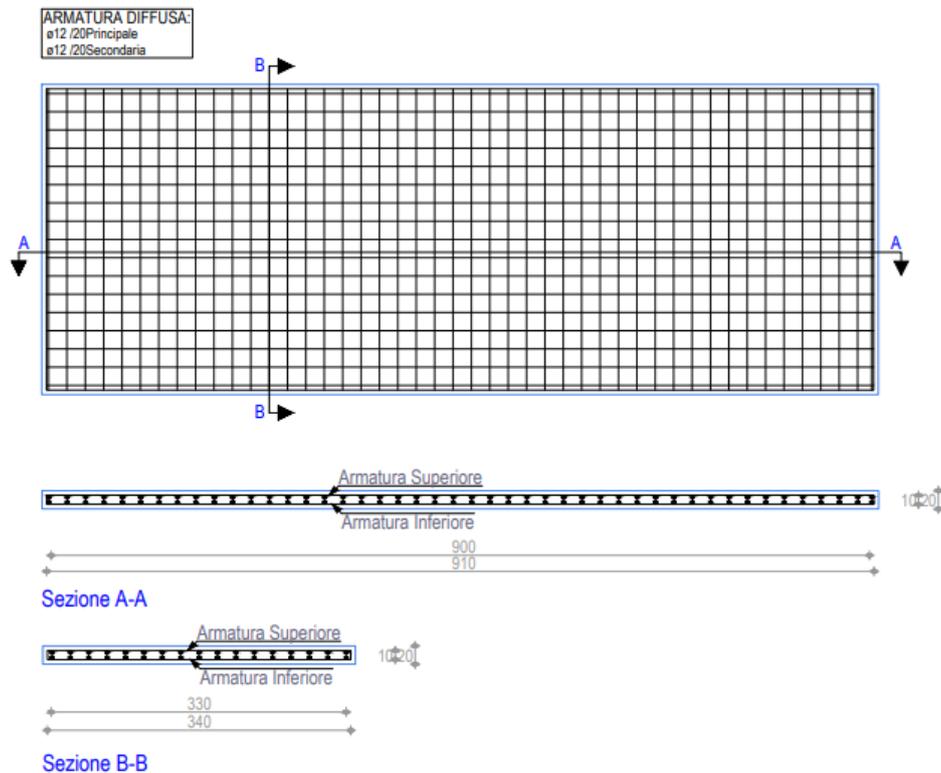


Figura 10 - Struttura di fondazione cabina di sottocampo

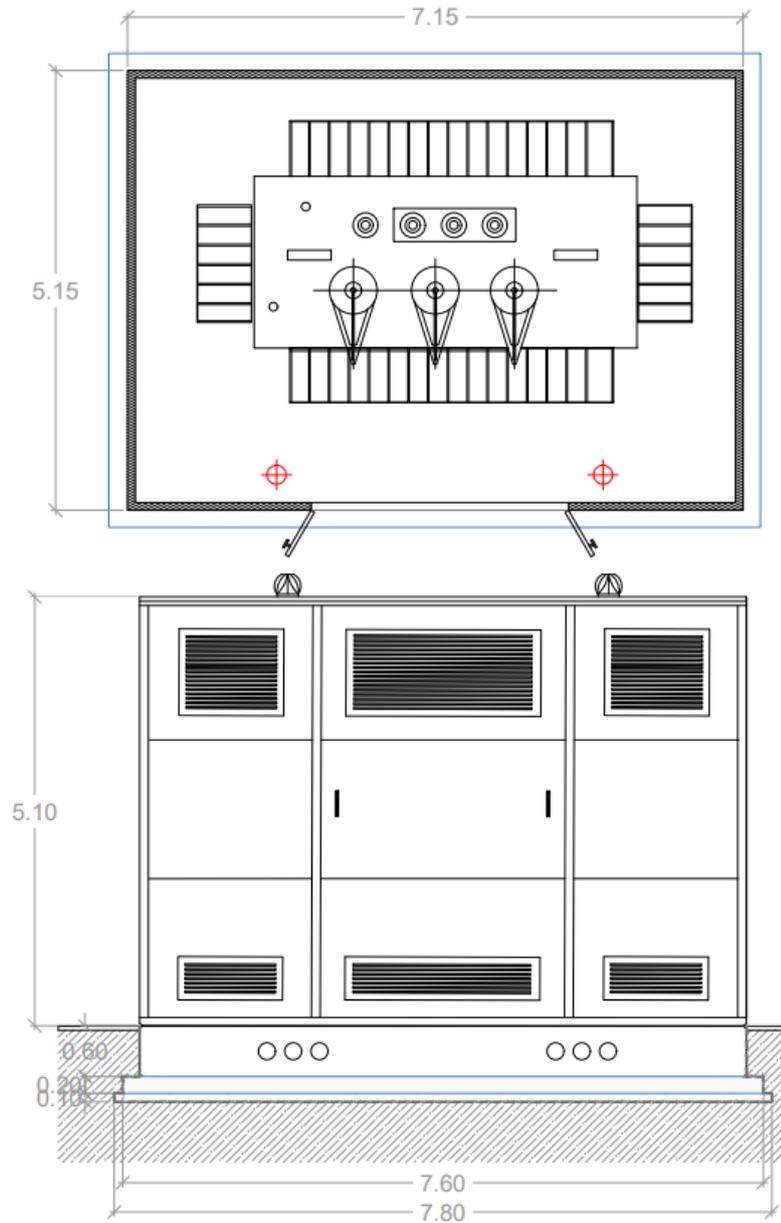
La platea della cabina sottocampo, presenta una pianta rettangolare 9,10 x 3,40 m e uno spessore di 20 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati di dimensioni fuori standard commerciali che verranno quindi costruiti ad hoc per l'impianto. Le armature di calcolo in "classe 4" sono Ø 12/20cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.

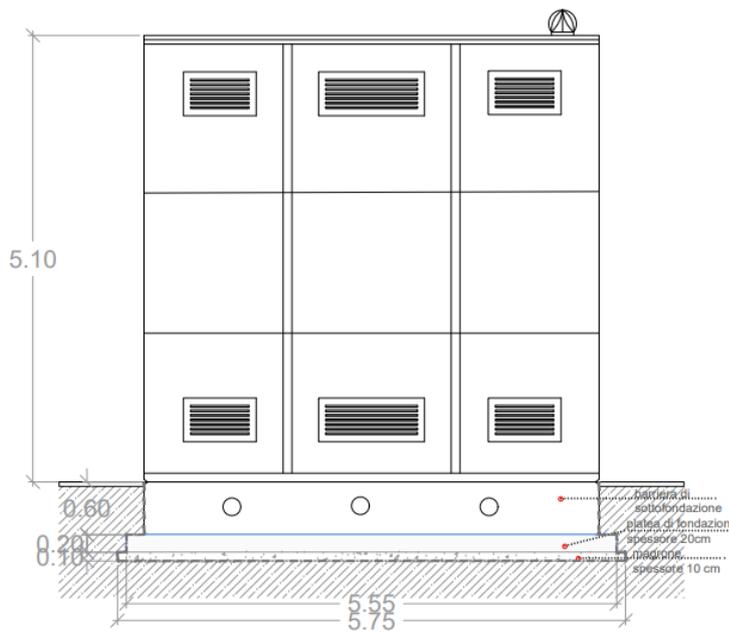
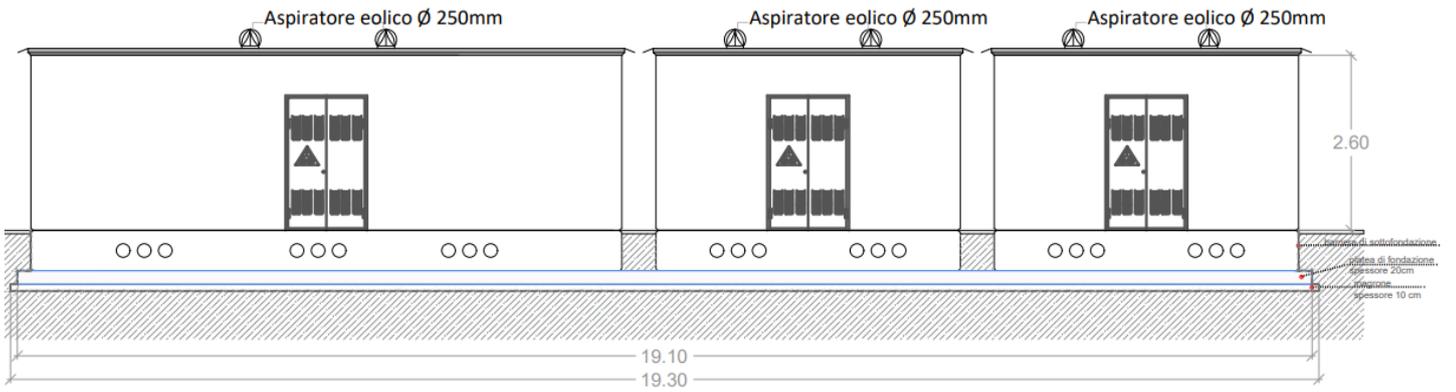
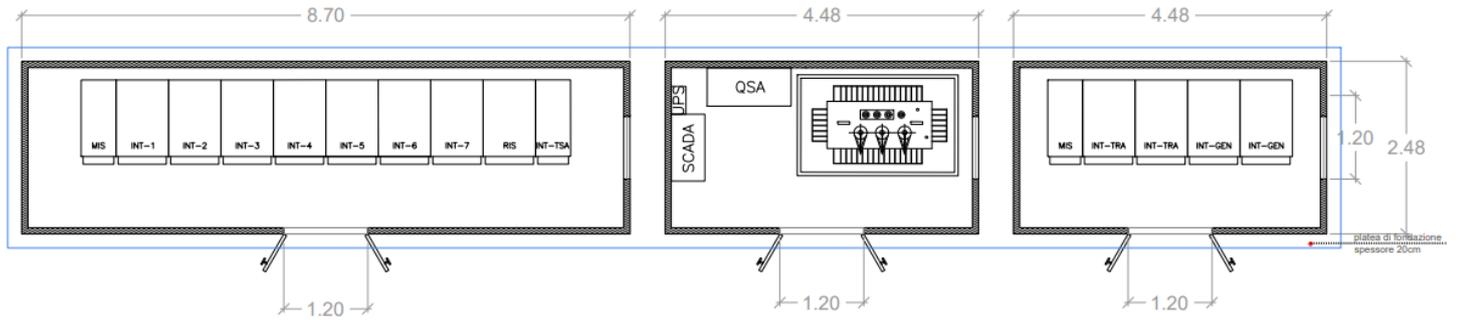
Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella.

Le cabine saranno consegnate dal fornitore complete dei relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

6.3.3 Strutture di fondazione cabina di centrale

All'interno dell'area di impianto è prevista l'installazione di una cabina centrale costituita da n°4 moduli prefabbricati da installare su una platea di fondazione in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti dei moduli che costituiscono la cabina di centrale con relativa platea di fondazione:





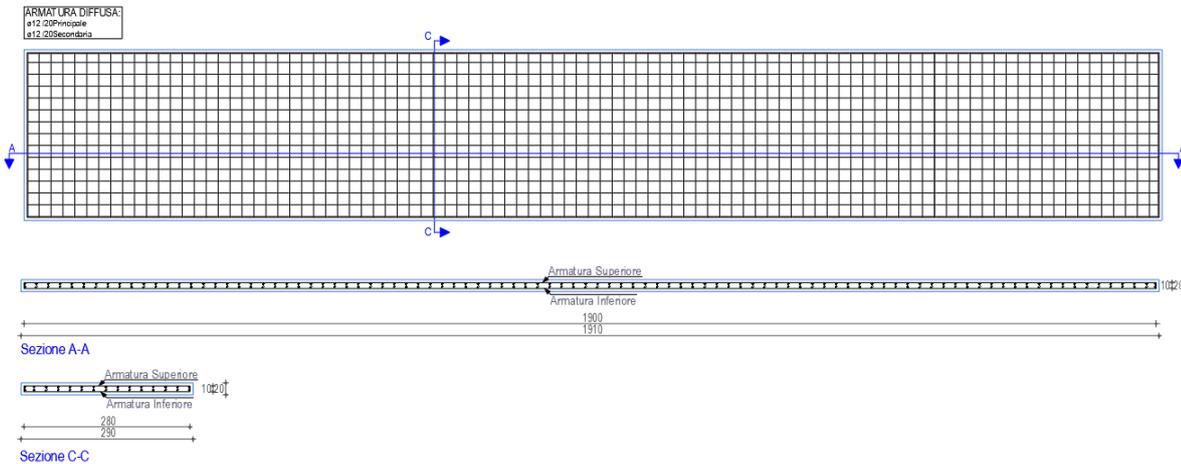
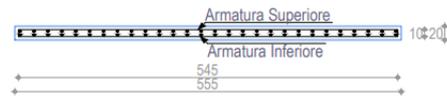
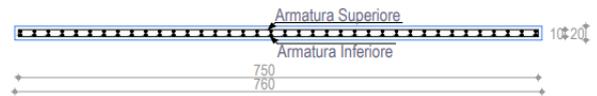
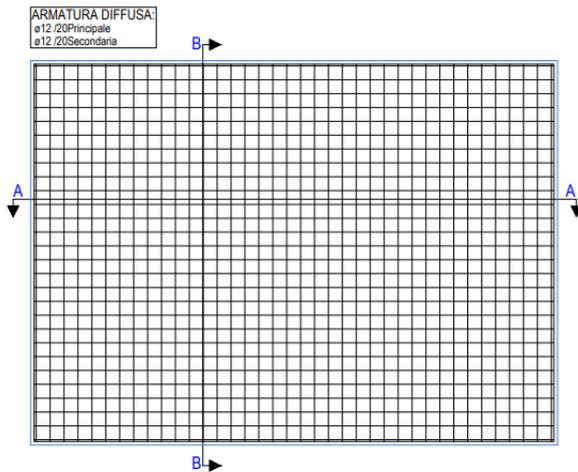
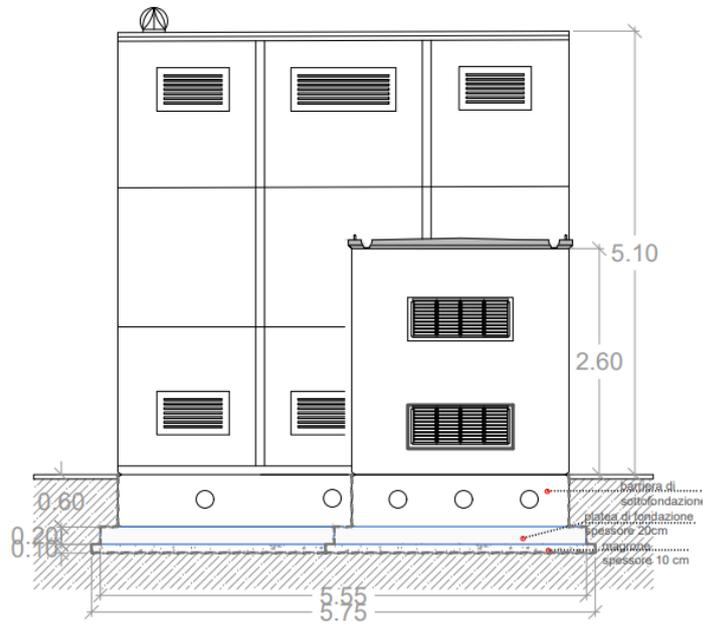


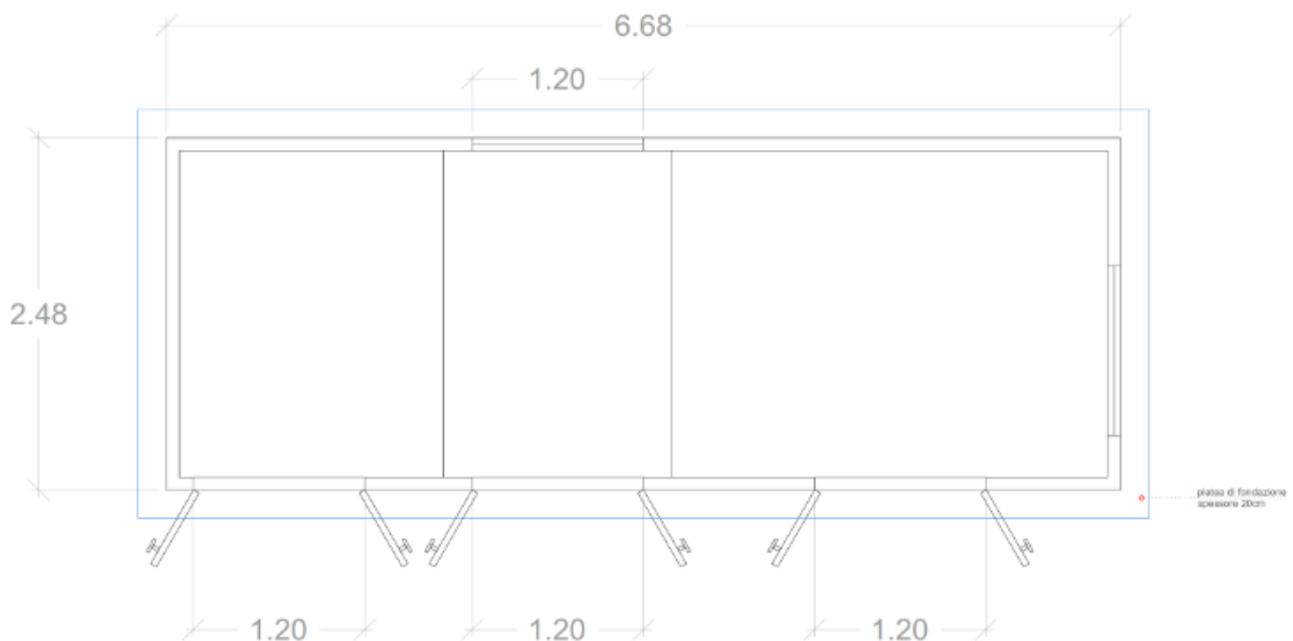
Figura 11 - Struttura di fondazione cabina di centrale

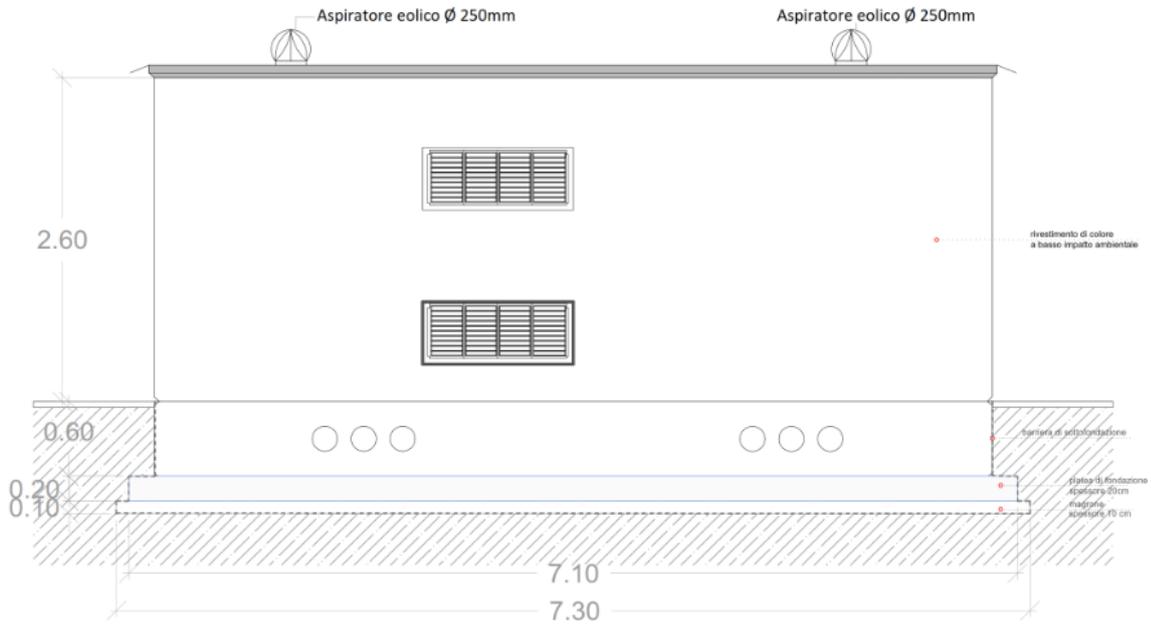
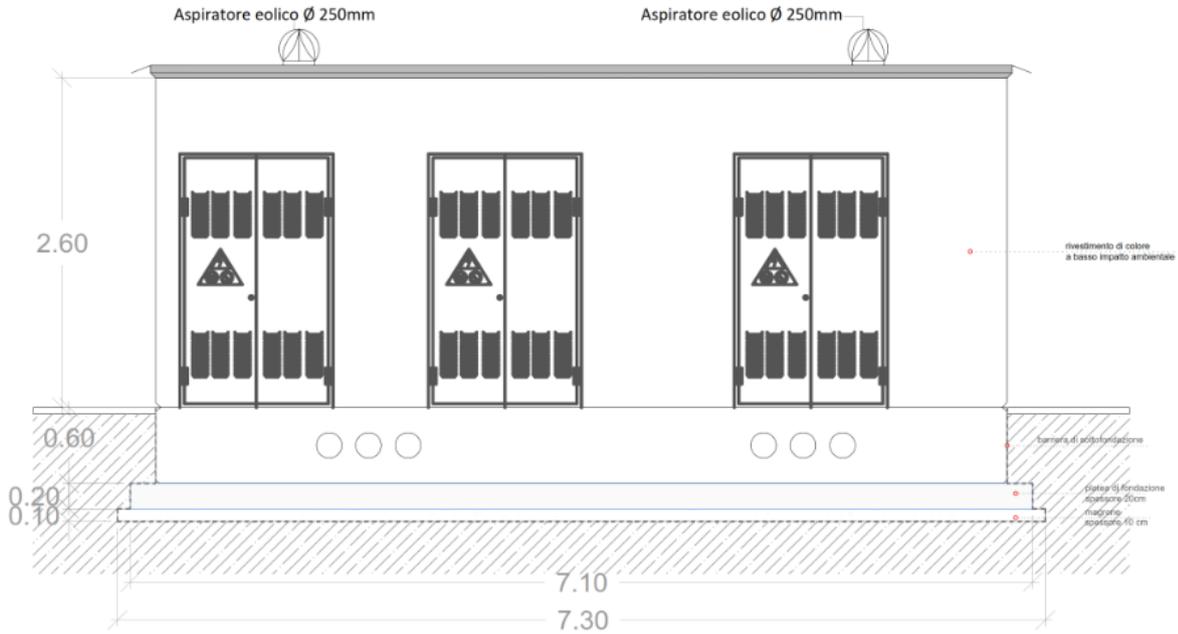
La platea delle cabine di bassa media e alta tensione presenta una pianta rettangolare 19,10 x 2,90 m e uno spessore di 20 cm, permettendo l'installazione dei moduli prefabbricati tipo "BOX P44 e BOX P87", mentre la platea della cabina del trasformatore, presenta una pianta rettangolare 7,60 x 5,55 m e uno spessore di 20 cm. Le armature di calcolo in "classe 4" sono \varnothing 12/20 cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.

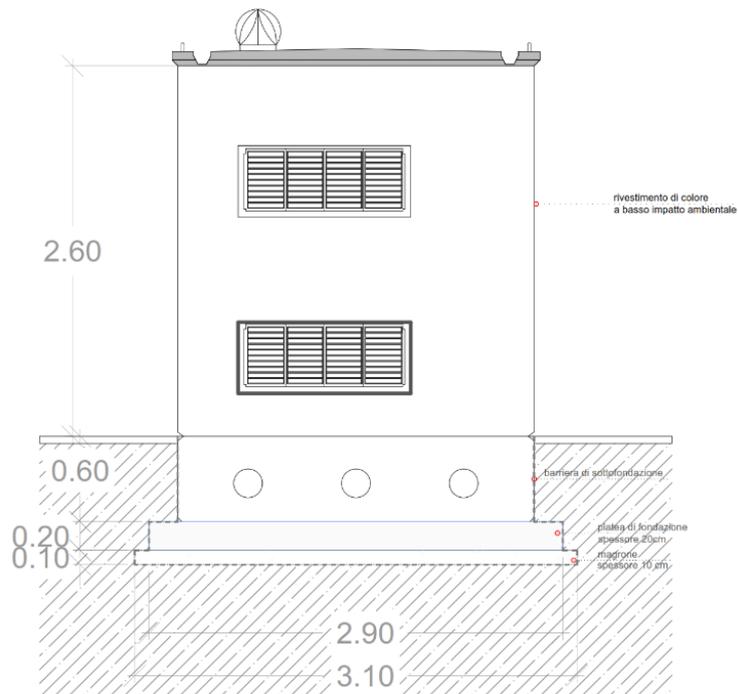
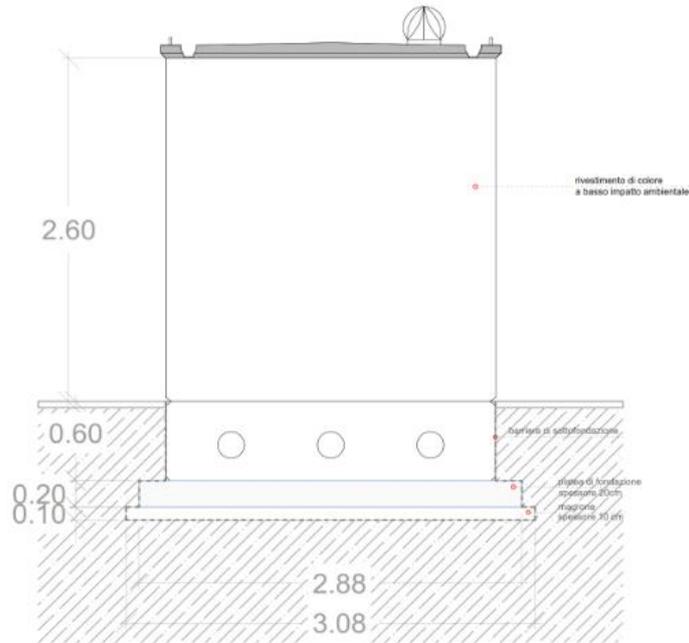
Le pareti esterne delle cabine prefabbricate e le porte d'accesso in lamiera zincata saranno tinteggiate con colore adeguato al rispetto dell'inserimento paesistico e come da osservanza delle future prescrizioni degli enti coinvolti nel rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio impiantistico. Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella.

6.3.4 Strutture di fondazione della Cabina elettrica di Raccolta

All'interno dell'area di impianto è prevista l'installazione di tre cabine elettriche di raccolta prefabbricate su una platea di fondazione in c.a. classe C 32/40 e acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B450C. Si riportano la pianta e i prospetti della cabina di Raccolta con relativa platea di fondazione:







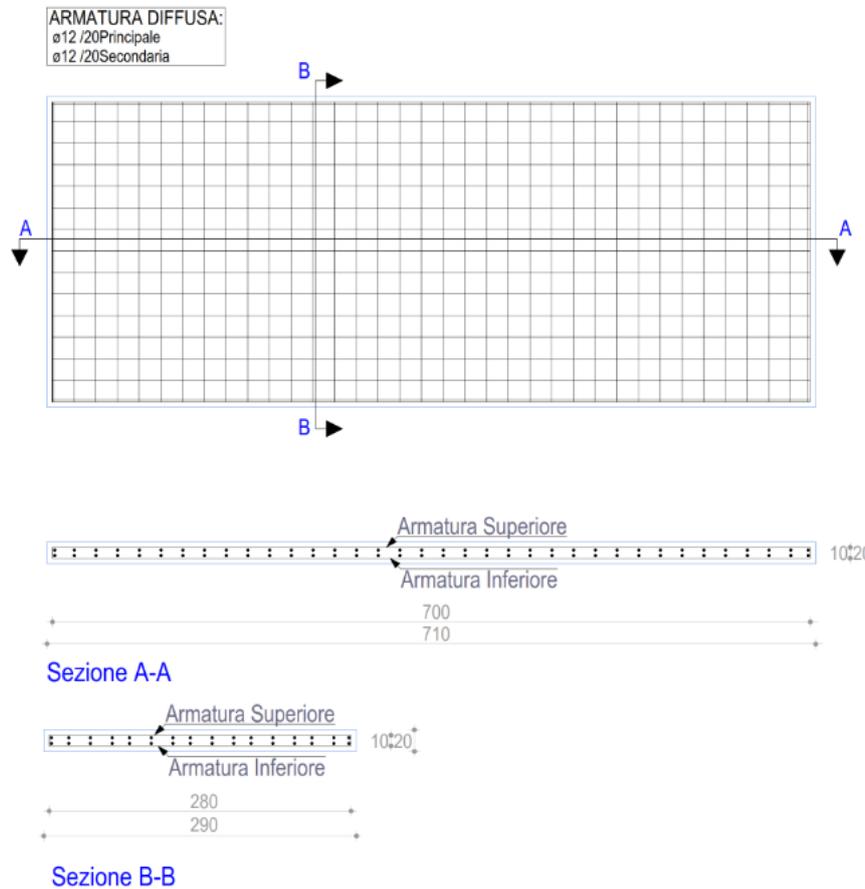


Figura 12 - Struttura di fondazione cabina di raccolta

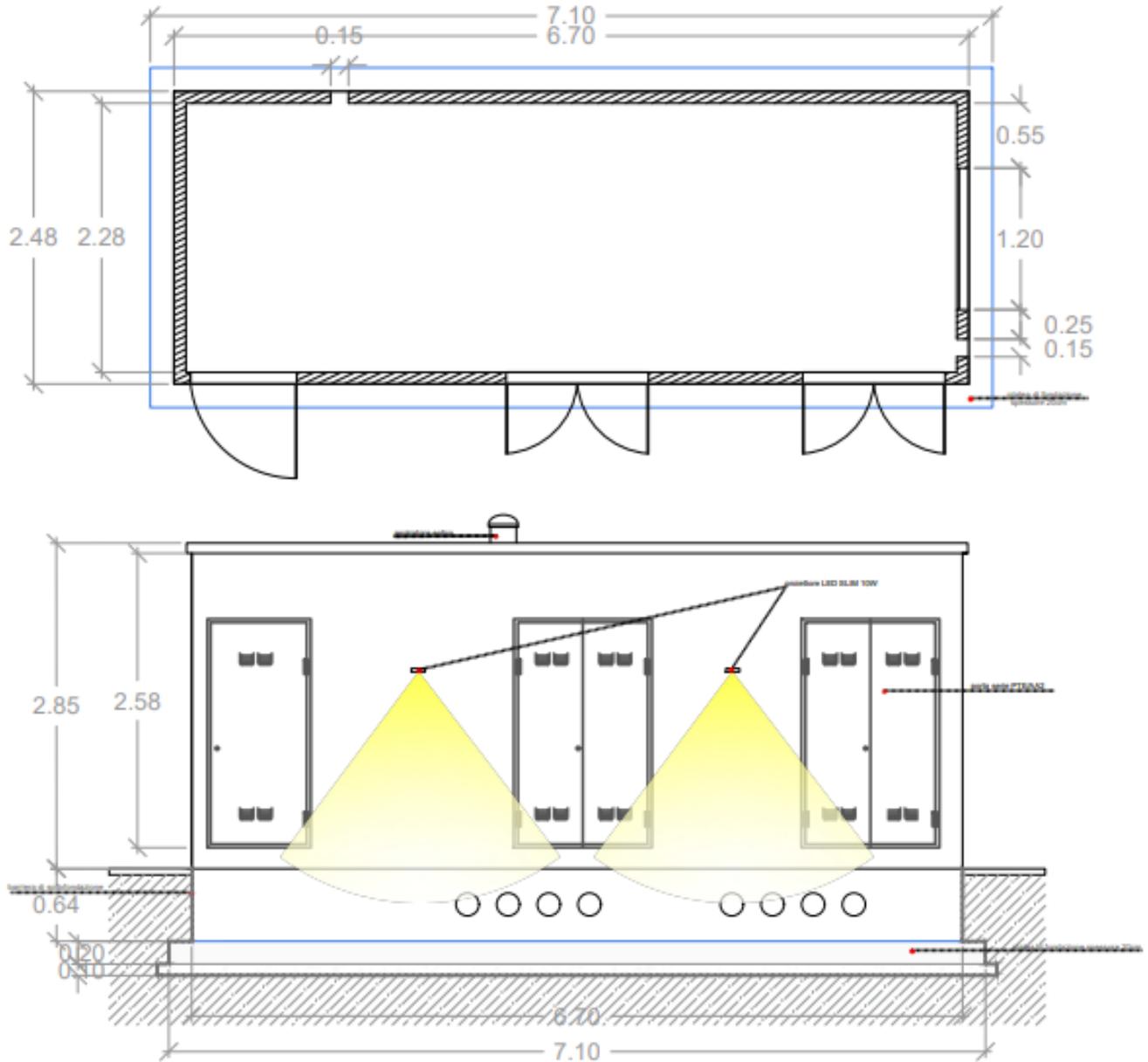
La platea della cabina centrale, presenta una pianta rettangolare 7,10x2,90 m e uno spessore di 20 cm, permettendo l’installazione dei moduli prefabbricati tipo “UT650 TS”. Le armature di calcolo in “classe 4” sono Ø 12/20 cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm.

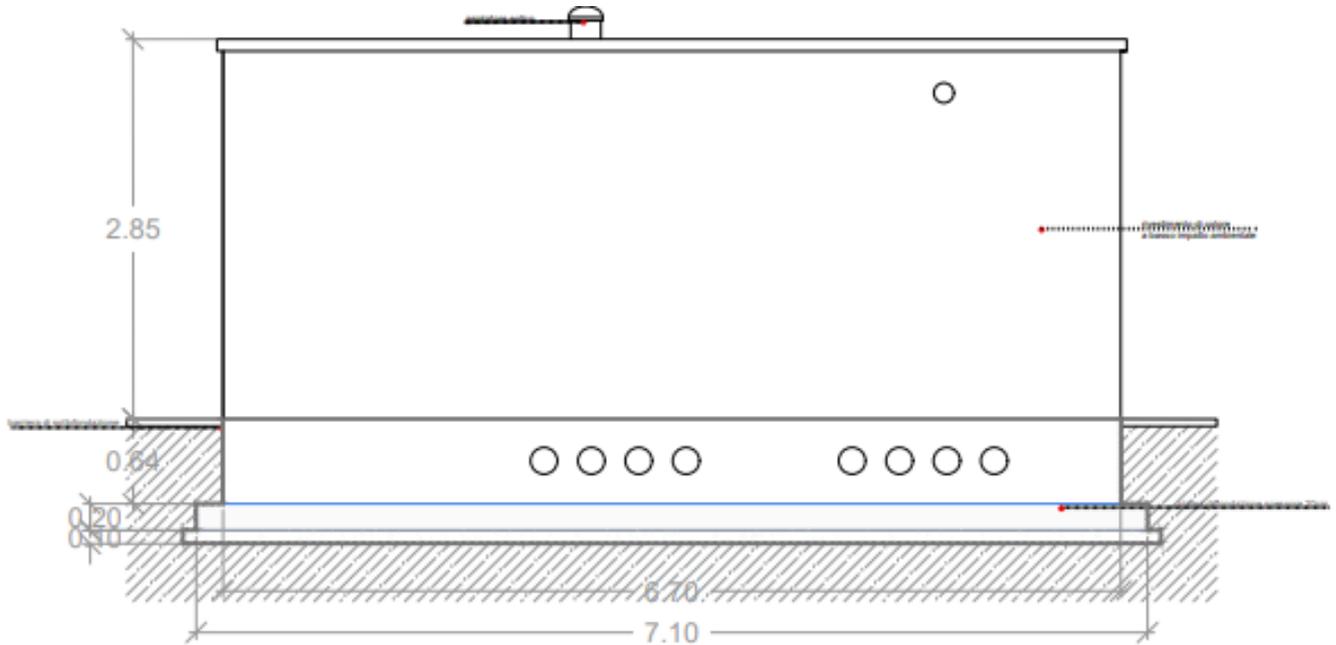
Le pareti esterne delle cabine prefabbricate e le porte d’accesso in lamiera zincata saranno tinteggiate con colore adeguato al rispetto dell’inserimento paesistico e come da osservanza delle future prescrizioni degli enti coinvolti nel rilascio delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio impiantistico. Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella. Le cabine saranno consegnate dal fornitore con relativi calcoli strutturali eseguiti nel rispetto normativa vigente.

6.3.5 Strutture di fondazione Cabina Utente per la Consegna

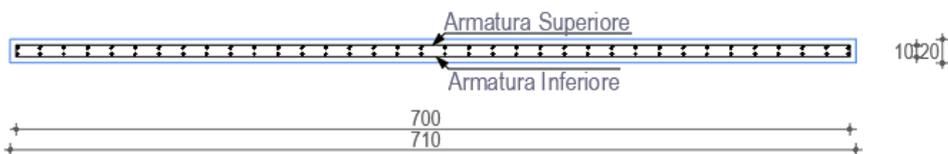
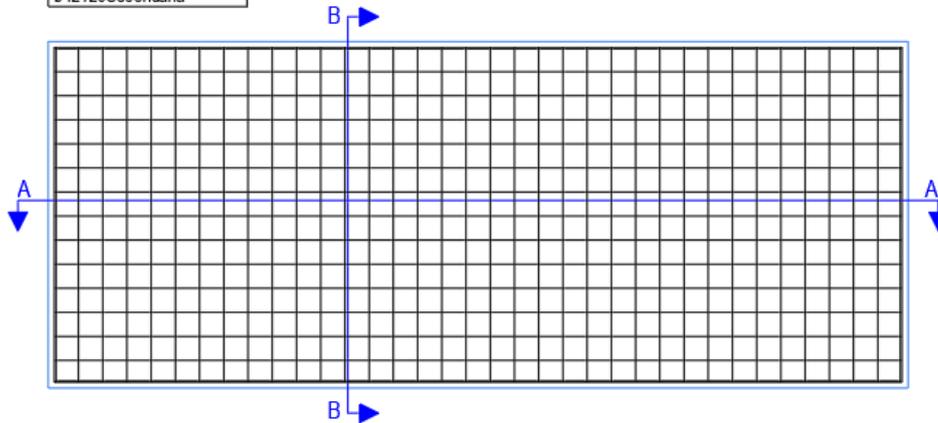
Nei pressi del punto di consegna è prevista l’installazione di una cabina utente per la consegna prefabbricata su una platea di fondazione in c.a. di cls C 32/40 B450C. La platea della cabina utente per la consegna, presenta una pianta rettangolare 7,10x2,90 m e uno spessore di 20 cm, permettendo l’installazione dei moduli prefabbricati tipo “DG2061 ED.9”. Al di sotto della platea di fondazione verrà predisposto un getto di cls magro di spessore 10 cm, inoltre a protezione della vasca

della fondazione e del magrone viene posizionata una membrana bugnata in HDPE estruso ad alta densità tipo Guttabeta Star con bugne a stella. Le armature di calcolo in “classe 4” sono $\varnothing 12/20$ cm, disposte in orizzontale e in verticale nella parte inferiore e superiore della struttura, mantenendo un copriferro di 50 mm

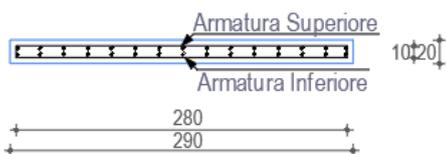




ARMATURA DIFFUSA:
 ø 12 /20 Principale
 ø 12 /20 Secondaria



Sezione A-A



Sezione B-B

Figura 13 - Struttura Cabina utente per la consegna

6.3.6 Strade di accesso e viabilità di servizio

La viabilità di accesso al sito d'impianto è costituita da strade vicinali collegate a Sud alla SS 192. La viabilità interna è costituita da strade tratturali che dovranno essere adeguate al passaggio dei mezzi pesanti.

7. CAVIDOTTI

7.1 Rete interna cavi MT/AT

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da 12 Cabine di Sottocampo (CS), di cui 10 con trasformatore da 6300 kVA e 2 da 3250 kVA, 299 inverter e 3041 stringhe, 3 Cabine di Raccolta (CR), 1 Cabina di Centrale (CC) e 1 Cabina di Utente per la Consegna (CUC). Nella tabella seguente viene riportata la rete interna di collegamento delle diverse cabine, la tipologia di rete e la tensione nominale di esercizio, conformemente all'elaborato "C21032S05-PD-EE-15-00 – Schema Elettrico Unifilare".

Da Cabina	A Cabina	Tipologia di Rete	Tensione di Esercizio
CS1	CR1	Ad Anello	Media Tensione
CS2			
CS3			
CS4	CR2	Ad Anello	Media Tensione
CS5			
CS6			
CS7	CR3	Ad Anello	Media Tensione
CS8			
CS9			
CS10	CC	Ad Anello	Media Tensione
CS11			
CS12			
CR1	CC	Radiale	Media Tensione

CR2	CC	Radiale	Media Tensione
CR3	CC	Radiale	Media Tensione
CC	CUC	Radiale	Media Tensione

7.1.1 Dimensionamento dei cavi rispetto alle sollecitazioni termiche di corto circuito

La Norma CEI 11-17 al paragrafo 2.2.02 definisce le modalità di calcolo per la scelta del conduttore in relazioni a condizioni di sovracorrente. La scelta è fatta in modo tale che la temperatura del conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Considerata la sovracorrente praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (cortocircuito) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), la sezione del conduttore può determinarsi mediante la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Dove:

- S è la sezione del conduttore in mm²;
- I è la corrente di cortocircuito, pari a 16 kA (valore precedentemente calcolato);
- t è la durata della corrente di cortocircuito, pari a 1 s (coincide con il tempo di eliminazione del guasto stabilito dal progettista);
- K costante termica del cavo scelto, (K_{MT} = 92; K_{AT}=92).

Il valore del coefficiente K dipende dalla temperatura iniziale e finale di cortocircuito, come riportato in tabella.

Tab. 2.2.02 **Valori del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame e di alluminio**

	Temperatura iniziale θ_0 (°C)	1	2	3	4	5	6
		Temperatura finale θ_{cc} (°C)					
		140	160	180	200	220	250
Conduttori di rame	130	37	64	81	95	106	120
	120	53	74	89	102	113	126
	110	65	83	97	109	119	132
	100	76	92	105	116	125	138
	90	86	100	112	122	131	143
	85	90	104	115	125	134	146
	80	94	108	119	129	137	149
	75	99	111	122	132	140	151
	70	103	115	125	135	143	154
	65	107	119	129	138	146	157
	60	111	122	132	141	149	160
	50	118	129	139	147	155	165
	40	126	136	145	153	161	170
	30	133	143	152	159	166	176
20	141	150	158	165	172	181	
Conduttori di alluminio	130	24	41	52	61	68	78
	120	34	48	58	66	73	81
	110	42	54	63	70	77	85
	100	49	59	67	75	81	89
	90	55	64	72	79	85	92
	85	58	67	74	81	86	94
	80	61	69	77	83	88	96
	75	64	72	79	85	90	98
	70	66	74	81	87	92	99
	65	69	76	83	89	94	101
	60	72	79	85	91	96	103
	50	77	83	90	95	100	105
	40	81	88	94	99	104	110
	30	86	92	98	103	107	114
20	91	97	102	107	111	117	

Così come indicato nella Norma CEI 11-17, la temperatura iniziale del conduttore si assume uguale a quella massima ammissibile in regime permanente (massima temperatura di servizio) e la temperatura finale di cortocircuito si assume uguale a quella massima di cortocircuito per i diversi isolanti.

Per le linee MT verranno impiegati cavi in alluminio ARE4H5E 18/30 kV con isolante in miscela di polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90°C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250°C. Pertanto, con tali valori di temperatura si ricava il valore della costante termica K che è pari a 92.

Mentre, per le linee AT verranno impiegati cavi in alluminio ARE4H5E 20,8/36 kV con isolante in polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90 °C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250 °C. Pertanto, anche in questo caso la costante termica K che è pari a 92.

Risolvendo la relazione precedente per S:

$$S_{MT} = (I_{cc} * \sqrt{t}) / K = [16 * \sqrt{(1)}] / 92 = 173,9 \text{ mm}^2$$

$$S_{AT} = (I_{cc} * \sqrt{t}) / K = [16 * \sqrt{(1)}] / 92 = 173,9 \text{ mm}^2$$

La sezione minima scelta, in entrambi i casi, è pari a 185 mm².

7.1.2 Dimensionamento dei cavi in funzione delle condizioni di posa

La Norma IEC 60502-2 - "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)", fornisce i fattori di correzione delle portate in corrente dei cavi unificati MT in funzione delle condizioni di posa in terra ed in aria. Nel caso in esame, i coefficienti di correzione utilizzati per i cavi in MT saranno utilizzati anche per i cavi in AT.

Per cavi interrati di queste categorie di tensioni viene fornita la portata in corrente di riferimento I_0 nelle seguenti condizioni:

- T_a temperatura ambiente 20 °C;
- Profondità di posa 0,8 m;
- R_t resistività termica media radiale del terreno 1 °C*m/W;
- Connessione schermi metallici in cortocircuito e a terra ad entrambe le estremità (solid bonding).

Per condizioni diverse viene fornita poi la seguente formula correttiva:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove:

- I_z portata in corrente nelle condizioni in esame;
- I_0 portata in corrente nelle condizioni di riferimento;
- K_1 fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C;
- K_2 fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano;
- K_3 fattore di correzione per profondità di interrimento diverse da 0,8 m;
- K_4 fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1 °C*m/W.

Si riportano di seguito le tabelle per la scelta dei valori dei fattori di correzione da utilizzare in funzione della condizione di posa.

Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C

Maximum conductor temperature °C	Ambient ground temperature °C							
	10	15	25	30	35	40	45	50
90	1,07	1,04	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76

Table B.21 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables in single-way ducts

Number of cables in group	Spacing between duct group centres mm				
	Touching	200	400	600	800
2	0,78	0,85	0,89	0,91	0,93
3	0,66	0,75	0,81	0,85	0,88
4	0,59	0,70	0,77	0,82	0,86
5	0,55	0,66	0,74	0,80	0,84
6	0,51	0,64	0,72	0,78	0,83
7	0,48	0,61	0,71	0,77	0,82
8	0,46	0,60	0,70	0,76	–
9	0,44	0,58	0,69	0,76	–
10	0,43	0,57	0,68	–	–
11	0,42	0,56	0,67	–	–
12	0,40	0,55	0,67	–	–

Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables

Depth of laying m	Single-core cables		Three-core cables
	Nominal conductor size mm ²		
	≤185 mm ²	>185 mm ²	
0,5	1,04	1,06	1,04
0,6	1,02	1,04	1,03
1	0,98	0,97	0,98
1,25	0,96	0,95	0,96
1,5	0,95	0,93	0,95
1,75	0,94	0,91	0,94
2	0,93	0,90	0,93
2,5	0,91	0,88	0,91
3	0,90	0,86	0,90

Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables

Nominal area of conductor mm ²	Values of soil thermal resistivity K·m/W						
	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	3
16	1,29	1,24	1,19	1,15	0,89	0,82	0,75
25	1,30	1,25	1,20	1,16	0,89	0,81	0,75
35	1,30	1,25	1,21	1,16	0,89	0,81	0,75
50	1,32	1,26	1,21	1,16	0,89	0,81	0,74
70	1,33	1,27	1,22	1,17	0,89	0,81	0,74
95	1,34	1,28	1,22	1,18	0,89	0,80	0,74
120	1,34	1,28	1,22	1,18	0,88	0,80	0,74
150	1,35	1,28	1,23	1,18	0,88	0,80	0,74
185	1,35	1,29	1,23	1,18	0,88	0,80	0,74
240	1,36	1,29	1,23	1,18	0,88	0,80	0,73
300	1,36	1,30	1,24	1,19	0,88	0,80	0,73
400	1,37	1,30	1,24	1,19	0,88	0,79	0,73

7.1.3 Dimensionamento dei cavi in funzione della caduta di tensione

Il fenomeno di abbassamento di tensione tra due punti, uno a monte e l'altro a valle, in una rete elettrica di distribuzione, viene denominato "Caduta di Tensione" (C.d.T). In tutti gli impianti elettrici occorre valutare che la differenza tra la tensione del punto d'origine dell'alimentazione e la tensione all'utilizzatore d'energia sia adeguatamente contenuta, nei limiti normativi e nei limiti di funzionamento delle apparecchiature utilizzatrici.

Un'eccessiva differenza tra i due valori nuoce al funzionamento ed al rendimento degli impianti, inoltre elevate differenze di tensione tra monte e valle è sinonimo di perdite sulla linea elettrica, con conseguente cattivo dimensionamento e non ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia. Il valore della C.d.T. percentuale limite sarà posto a circa il 2% della tensione nominale di funzionamento del cavo, per le linee MT, e circa pari a 3%, per le linee AT.

La caduta di tensione sarà contenuta mediante un corretto calcolo dimensionale delle linee. Il valore della C.d.T. può essere determinato mediante la formula:

$$\Delta V = I * L * \sqrt{3} (R(T_e) * \cos\varphi + X * \sin\varphi)$$

Dove:

- ΔV è la caduta di tensione in V;
- I è la corrente nominale della linea in A;
- R è la resistenza della linea, calcolata in funzione della temperatura di esercizio, (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- X è la reattanza della linea (rif. 90 °C – 50 Hz) in Ω/km ;
- L è la lunghezza della linea in km.

La C.d.T. percentuale sarà quindi:

$$\Delta V\% = 100 * \Delta V / V_n$$

Dove:

- V_n è la tensione ad inizio linea in V.

La perdita di potenza è calcolata tramite la relazione:

$$P_{\text{loss}} = 3 * R * L * I_n^2$$

La perdita di potenza percentuale è calcolata tramite la relazione:

$$P_{\text{loss}\%} = P_{\text{loss}} / (\sqrt{3} * I_n * V * \cos\varphi) * 100$$

7.1.4 Dimensionamento dei cavi MT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione

Si riportano di seguito le specifiche tecniche del cavo scelto per i collegamenti in MT.

CAVI MEDIA TENSIONE - ENERGIA
 MEDIUM VOLTAGE CABLES - POWER

ARE4H5E 18/30 kV

MEDIA TENSIONE - ENERGIA
 MEDIUM VOLTAGE - POWER

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Ø nominale cavo Nominal cable Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Corrente Nominale Current rating		
			in aria In air	in tubo In duct	interrato* burleo**
1 x 70	31,7	908,0	239	189	232
1 x 95	33,4	1034,0	288	222	278
1 x 120	35,0	1160,0	332	259	320
1 x 150	36,4	1284,0	379	290	354
1 x 185	38,3	1449,0	433	322	405
1 x 240	40,6	1677,0	513	386	468
1 x 300	43,1	1931,0	590	440	526
1 x 400	46,3	2283,0	685	510	605
1 x 500	50,0	2723,0	803	587	684
1 x 630	53,5	3254,0	933	680	794
1 x 800	58,9	3990,0	1075	772	899

Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica in CC a 20°C	Resistenza elettrica CA a 90°C	Induttanza	Reattanza a 50Hz	Capacità a 50Hz	Corrente di carica a 50Hz	Perdite nei dielettrici a 50Hz	Corrente di corto circuito del conduttore per 1 sec.	Corrente di corto circuito dello schermo metallico per 1 sec.
	Max. DC electrical resistance at 20°C	Max. AC electrical resistance at 90°C							
n° x mm²	Ω/Km	Ω/Km	mH/Km	Ω/Km	µ/Km	Amp/Km	W/Km/phase	kA	kA
1 x 70	0,443	0,5682	0,4288	0,1347	0,1595	0,9019	64,94	6,6	2,2
1 x 95	0,32	0,4106	0,4108	0,1291	0,1742	0,9851	70,93	9	2,3
1 x 120	0,253	0,3248	0,3968	0,1247	0,1878	1,0621	76,47	11,3	2,4
1 x 150	0,206	0,2646	0,3837	0,1205	0,2013	1,1385	81,97	14,2	2,5
1 x 185	0,164	0,211	0,3711	0,1166	0,2177	1,2309	88,62	17,5	2,7
1 x 240	0,125	0,1612	0,3556	0,1117	0,2396	1,355	97,56	22,7	2,8
1 x 300	0,1	0,1295	0,3456	0,1086	0,2615	1,4786	106,46	28,3	3,1
1 x 400	0,0778	0,1015	0,3282	0,1031	0,2898	1,639	118,01	37,8	3,3
1 x 500	0,0605	0,0799	0,3170	0,0996	0,3228	1,8255	131,43	47,2	3,7
1 x 630	0,0489	0,0632	0,3071	0,0965	0,3538	2,0007	144,05	59,5	3,9
1 x 800	0,0367	0,0512	0,2953	0,0928	0,4006	2,2655	163,11	75,6	4,7

*Temperatura in aria= 30°C - Temperatura suolo = 20° C - Resistività termica del suolo = 1° C m/W - Profondità interramento= 0,5 m - Formazione a trifoglio
 * Air Temperature = 30 °C - Ground Temperature = 20 °C - Soil Thermal Resistivity = 1 °C.m/W - Burial Depth = 0.5 m - Trefoil Formation
 * Tutti i test di routine richiesti da IEC 60502-2 verranno eseguiti sul cavo e un certificato di prova verrà fornito su richiesta.
 * All routine tests required by IEC 60502-2 will be performed on the cable and a test certificate will be supplied on request.



CAVI CABLES

Le condizioni di posa dei cavi MT impiegati nel progetto in oggetto differiscono dalle condizioni di riferimento poiché:

- La profondità di interramento è pari a 1,1 m: $K_3 = 0,96$;
- La resistività termica del terreno è pari a $1 \text{ C}^\circ\text{m/W}$: $K_4 = 1$;
- È stato considerato il caso peggiore di raggruppamento dei circuiti presenti nello stesso strato (in questo progetto).
 Tre circuiti nello stesso strato a distanza di 0,25 m fra le terne: $K_2 = 0,77$;
- Resta invariata la temperatura del terreno pari a $20 \text{ }^\circ\text{C}$: $K_1 = 1$

Pertanto, la formula diventa:

$$I_z = I_0 * 1 * 0,77 * 0,96 * 1 = I_0 * 0,7392$$

Si riporta di seguito la tabella delle portate in corrente dei cavi scelti alle condizioni di riferimento e alle condizioni operative impiegate nel progetto.

Valori di I_0 alle condizioni di riferimento:

ARE4H5E 18/30kV Sezione nominale [mm²]	Portata [A] (Posa interrata a trifoglio)	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
70	232	0,5682	0,1347	0,58
95	278	0,4106	0,1291	0,43
120	320	0,3248	0,1247	0,35
150	354	0,2646	0,1205	0,29
185	405	0,211	0,1166	0,24
240	468	0,1612	0,1117	0,20
300	526	0,1295	0,1086	0,17
400	605	0,1015	0,1031	0,14
500	684	0,0799	0,0996	0,13
630	794	0,0632	0,0965	0,12
800	899	0,0512	0,0928	0,11

Valori di I_z alle condizioni operative, (applicando i coefficienti correttivi):

ARE4H5E 18/30kV Sezione nominale [mm²]	Portata [A]	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
--	------------------------	---	---------------------------------------	--

70	171,5	0,5680	0,13	0,58
95	205,5	0,4110	0,12	0,43
120	236,5	0,3250	0,12	0,35
150	261,7	0,2650	0,11	0,29
185	299,4	0,2110	0,11	0,24
240	345,9	0,1610	0,11	0,19
300	388,8	0,1290	0,1	0,16
400	447,2	0,1000	0,1	0,14
500	505,6	0,0710	0,09	0,11
630	586,9	0,0500	0,08	0,09
800	664,5	0,0512	0,0928	0,11

Per il collegamento ad anello delle varie Cabine di Sottocampo alle rispettive Cabine di Raccolta/Centrale, la sezione minima da utilizzare per le linee MT in funzione della corrente di cortocircuito, pari a 185 mm², risulta essere idonea alla corrente circolante nelle linee stesse.

Di seguito, si riportano i calcoli per il dimensionamento delle linee MT, per il collegamento delle varie Cabine di Raccolta alla Cabina di Centrale, in funzione della corrente di impiego, della temperatura di esercizio e della C.d.T.

Rete radiale MT N°1 - CR1 - CC										
Pn [kVA]	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mm ²]	Te [°C]	Re (T) [Ohm/km]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]
16800	CR1>>CC	359,24	4900	400	65,17	0,11	452,0	1,507	192,6	0,001

Rete radiale MT N°2 - CR2 - CC										
Pn [kVA]	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mm ²]	Te [°C]	Re (T) [Ohm/km]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]
15200	CR2>>CC	325,03	1680	300	68,91	0,15	170,6	0,569	69,0	0,000

Rete radiale MT N°3 - CR3 - CC										
Pn [kVA]	TRATTA	In [A]	Lunghezza [m]	Sez. cavo [mm ²]	Te [°C]	Re (T) [Ohm/km]	C.d.t. [V]	C.d.t. [%]	Ploss [kW]	Ploss [%]
13600	CR3>>CC	290,81	1020	240	69,47	0,18	110,2	0,367	41,7	0,000

Dai risultati ottenuti è possibile vedere che la sezione minima non soddisferebbe il valore percentuale limite della C.d.T., per la rete radiale n°1, e il valore della temperatura limite, per le tre linee MT considerate. Dunque, la sezione del cavo è stata dimensionata in maniera tale che vengano rispettati tutti i parametri di progettazione delle linee MT.

7.1.4 Dimensionamento dei cavi AT in funzione della condizione di posa e della caduta di tensione

Si riportano di seguito le specifiche tecniche del cavo scelto per i collegamenti in AT.

ARE4H5E 20,8/36kV 1x...														
Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Cable		Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal		diameter approx	weight indicative	at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
1x185	16,0	7,4	32,6	2,2	40,7	1.450	0,1640	0,211	0,115	0,221	321	429	17,5	2,3
1x240	18,5	7,1	34,5	2,3	42,8	1.660	0,1250	0,161	0,109	0,252	372	508	22,7	2,3
1x300	20,7	6,8	36,1	2,3	44,5	1.850	0,1000	0,129	0,104	0,283	419	583	28,3	2,4
1x400	23,5	6,9	39,1	2,4	47,9	2.190	0,0778	0,101	0,101	0,308	479	680	37,8	2,6
1x500	26,5	7,0	42,6	2,5	51,7	2.630	0,0605	0,079	0,098	0,337	547	792	47,2	2,9
1x630	30,0	7,1	46,3	2,6	56,0	3.190	0,0469	0,063	0,095	0,367	622	920	59,5	3,0

Note
 Laying condition: trefoil formation
 depth (m): 0,8
 soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5
 metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance
 C = capacitance

Le condizioni di posa dei cavi AT impiegati nel progetto in oggetto differiscono dalle condizioni di riferimento poiché (si distinguono due casi: 1) dalla CC alla CUC, 2) dalla CUC alla SE):

- La profondità di interramento è pari a 1,5 m: $K_3 = 0,93$;
- La resistività termica del terreno è pari a 1,5 K*m/W $K_4 = 1$;
- Sono stati considerati due casi di raggruppamento dei circuiti:
 - 3 circuiti nello stesso strato a distanza di 0,4 m fra le terne: $K_{2, caso1} = 0,81$;
 - 2 circuiti nello stesso strato a distanza di 0,4 m fra le terne: $K_{2, caso2} = 0,9$;
- Resta invariata la temperatura del terreno pari a 20 °C: $K_1 = 1$

Pertanto, la formula diventa:

$$I_{z, caso 1} = I_0 * 1 * 0,81 * 0,93 * 1 = I_0 * 0,7533$$

$$I_{z, caso 2} = I_0 * 1 * 0,9 * 0,93 * 1 = I_0 * 0,837$$

Si riporta di seguito la tabella delle portate in corrente dei cavi scelti alle condizioni di riferimento e alle condizioni operative impiegate nel progetto.

Valori di I_0 alle condizioni di riferimento:

ARE4H5E 20,8/36 kV - Al unipolare Sezione nominale [mm ²]	Portata [A] (Trifoglio)	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
185	321	0,2110	0,1166	0,24
240	372	0,161	0,1117	0,20
300	419	0,129	0,1086	0,17
400	479	0,101	0,1031	0,14
500	547	0,079	0,0996	0,13
630	622	0,063	0,10	0,12

Valori di $I_{z, caso 1}$ alle condizioni operative del caso 1, (applicando i relativi coefficienti correttivi):

ARE4H5E 20,8/36 kV - Al unipolare Sezione nominale [mm ²]	Portata [A] (Trifoglio)	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
185	241,8	0,2110	0,1166	0,24
240	280,2	0,161	0,1117	0,20
300	315,6	0,129	0,1086	0,17
400	360,8	0,101	0,1031	0,14
500	412,1	0,079	0,0996	0,13
630	468,6	0,063	0,10	0,12

Valori di $I_{z, caso 2}$ alle condizioni operative del caso 2, (applicando i relativi coefficienti correttivi):

ARE4H5E 20,8/36 kV - Al unipolare Sezione nominale [mm ²]	Portata [A] (Trifoglio)	Resistenza apparente a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]	Reattanza di fase [Ohm/km]	Impedenza a 90°C e 50 Hz [Ohm/km]
185	268,7	0,2110	0,1166	0,24
240	311,4	0,1612	0,1117	0,20
300	350,7	0,1295	0,1086	0,17
400	400,9	0,1015	0,1031	0,14
500	457,8	0,0799	0,0996	0,13
630	532,4	0,0632	0,10	0,12

Data la potenza dell'impianto, la corrente che attraversa le linee AT dalla CC alla CUC è pari a circa 355,2 A. Quindi, un cavo di sezione di 240 mm² risulterebbe adeguato alla portata in corrente nominale. Tuttavia, data la lunghezza della

tratta, si è scelto di utilizzare un cavo di sezione pari a 630 mm², per ridurre le C.d.T. e conseguentemente le perdite di potenza. Per quanto riguarda le linee dalla CUC alla SE (2 terne), la sezione sarà pari a 630 mm², con una corrente nominale di impiego pari a 510 A, calcolata al netto delle perdite di potenza lungo l'impianto.

7.2 Impianto di messa a terra

L'impianto di terra dell'impianto fotovoltaico ha lo scopo di assicurare la messa a terra delle carpenterie metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici, degli involucri dei quadri elettrici al fine di prevenire pericoli di elettrocuzione per tensioni di contatto e di passo secondo le Norme CEI 11-1. Il layout della rete di terra dovrà essere progettato utilizzando picchetti di acciaio zincato e/o maglia di terra in rame nudo e deve dare le prestazioni attese secondo la normativa vigente. Particolare cura deve essere rivolta ad evitare che nelle zone di contatto rame/superficie di acciaio zincato si formino coppie elettrochimiche soggette a corrosione per effetto delle correnti di dispersione dei moduli fotovoltaici (corrente continua). Non è permessa la messa a terra delle cornici dei moduli fotovoltaici.

7.3 Sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio prevede la possibilità di evidenziare le grandezze di interesse del funzionamento dell'impianto attraverso opportuno software di interfaccia su di un PC collegato al sistema di acquisizione dati via RS485, Modbus TCP, gateway e attraverso modem anche da remoto.

L'hardware del sistema sarà composto da:

- Sistema SCADA (data logger dotato anche di ingressi per le grandezze meteo);
- interfaccia RS 485;
- sensore di temperatura ambiente;
- sensore di irraggiamento;
- sensore di vento (velocità e direzione);
- linee di collegamento via RS 485 e Modbus TCP.

Le caratteristiche generali d'impianto, il campo di funzionamento necessario per la connessione alla rete AT ed in particolare i sistemi di protezione, regolazione e controllo saranno conformi a quanto prescritto dall'Allegato A.68 di Terna "CENTRALI FOTOVOLTAICHE" – Condizioni generali di connessione alle reti AAT e AT. Qualora il tracciato delle linee MT dovesse presentare degli attraversamenti di canale, saranno eseguiti con una delle soluzioni tecniche conformi a quanto indicato nella Norma CEI 11-17. Le interferenze che si dovessero presentare lungo il tracciato delle linee MT saranno trattate con una delle soluzioni tecniche conformi a quanto indicato nella Norma CEI 11-17.

7.4 Rete esterna AT

La linea elettrica sarà realizzata con il cavo ARE4H5E 20,8/36 kV, con isolamento in polietilene reticolato (XLPE) con una portata nominale 622 A per la sezione da 630 mm².

La posa sarà effettuata con la disposizione “a trifoglio” principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità di 1,5 m e una larghezza di 1,45 m per posa interrata in terreno agricolo, a una profondità di 1,6 m e una larghezza di 1,45 m per posa interrata su sede stradale.

Il cavo sarà posato con disposizione a trifoglio, su di un letto di posa dello spessore di 0,1 m costituito da cemento; il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato dello spessore di 0,4 m di cemento magro. Saranno previste due sistemi di protezione meccanica al di sopra del bauletto in cemento, ovvero una piastra di protezione in cemento armato vibrato ed una rete in PVC.

Verrà inoltre posata, al di sopra del bauletto in cemento, una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta “CAVI a 36000Volt” (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto. Gli scavi verranno reinterrati con inerti di caratteristiche adeguate; per i tratti asfaltati dovrà essere ricostruito il sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 0,3 m ed un tappeto d’usura per uno spessore minimo di 0,03 m.

In corrispondenza degli attraversamenti stradali la posa sarà effettuata in tubo. Tale operazione potrà avvenire con il sistema spingi tubo tradizionale. In casi particolari potrà essere utilizzato il sistema di perforazione teleguidata, consistente nell’esecuzione di un foro di attraversamento nel quale verranno infilati tubi in PVC a protezione di ogni cavo componente la terna. Di seguito si riporta una rappresentazione della sezione di scavo.

7.4.1 Opere per la realizzazione della linea AT

Per quanto riguarda le opere per la realizzazione della linea AT, potrebbe essere necessario predisporre i giunti e la messa a terra degli schermi, ove necessari. *Sarà valutata in fase esecutiva la necessità di tale opera.* Nei paragrafi successivi viene data una descrizione più approfondita per quanto riguarda le suddette opere.

7.4.2 Buche giunti

La buca giunti necessaria per il collegamento del cavo potrebbe essere posizionata a circa metà del percorso dei cavi, a metri 2800 circa, ed ubicati all’interno di apposite buche che avranno le seguenti caratteristiche:

- I giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di 2,00 m e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s., allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti.
- Una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame. Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l’alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall’impianto di terra.

7.4.3 Messa a terra degli schermi della linea AT

Al fine di un corretto funzionamento della linea AT, di ricondurre al potenziale di terra la parte esterna del cavo e per motivi di sicurezza, si predispone la messa a terra dello schermo metallico delle linee AT. Questa dovrà essere realizzata alle estremità di ogni collegamento, ovvero in cabina centrale e in cabina utente per la consegna, attraverso i terminali dei cavi. La messa a terra sarà realizzata mediante la treccia di rame, realizzata attraverso gli schermi dei cavi (come rappresentato in figura), da collegare ad un conduttore di terra, che a sua volta sarà collegato ad un dispersore di terra (puntazza) e relativo pozzetto di ispezione.

7.4.4 Profondita' e sistema di posa cavi

In caso di particolari attraversamenti o 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.

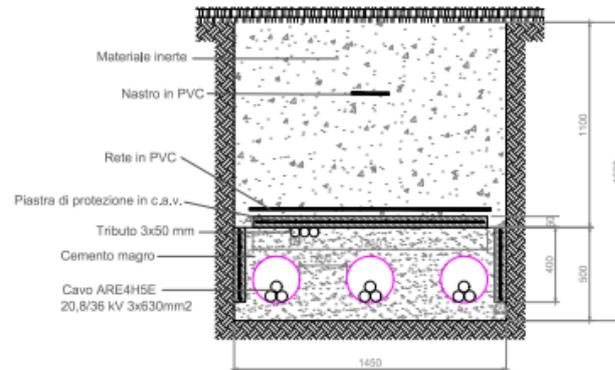
Le modalità di posa dei cavidotti saranno le seguenti:

- FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):
 - o Demolizione della fondazione stradale per uno spessore di 10 cm;
- FASE 2 (posa cavidotti);
 - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,50 m dalla quota di progetto stradale finale;
 - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
 - o stesura di uno strato di almeno 10 cm di cemento magro;
 - o collocazione delle terne di cavo AT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
 - o ricoprimento dello scavo con getto di 40 cm di cemento magro;
 - o collocazione di un sistema di protezione in cemento armato vibrato ed una rete in PVC;
 - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di alta tensione;
 - o rinterro con materiale inerte in parte proveniente da scavo;
- FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):
 - o stesura del sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 0,07 m
 - o stesura di un tappeto d'usura per uno spessore minimo di 0,03 m.

Nel caso i cavidotti seguano una viabilità esistente di tipo sterrato su terreno agricolo, le fasi lavorative si riducono alla sola FASE 2, precedentemente descritta.

Nell'immagine seguente è illustrata la sezione tipo dei cavidotti:

TIPICO CAVIDOTTO A.T. INTERRATI
 POSA INTERRATA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLO



TIPICO CAVIDOTTO A.T. INTERRATI
 POSA INTERRATA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE

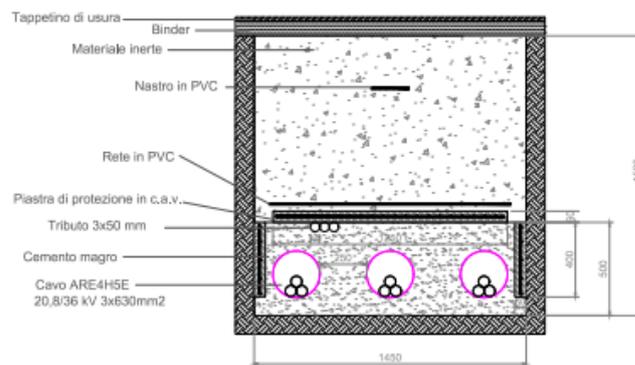


Figura 14 – Sezioni di scavo cavo AT

7.4.5 Profondità e sistema di posa cavi AT

Le modalità da seguire durante le operazioni di posa sono riportate nelle norme CEI 11-17, per quanto applicabili.

Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

Posa del cavo

Una volta realizzata la trincea e bonificato eventuali sottoservizi interferenti, si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno.

Durante le operazioni di posa o di spostamento, per non assoggettare i cavi a notevoli sforzi di trazione (che vanno fatti comunque sopportare al conduttore interno e non al mantello di protezione) e per non imprimere curvature troppo pronunciate, saranno adottate le seguenti precauzioni:

- Si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il loro tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- I raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna dei cavi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il terreno attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera. In corrispondenza della viabilità perimetrale verrà ripristinato il manto di asfalto.

Collaudo dell'elettrodotto

A posa e rinterro ultimati si renderà necessario provare la buona esecuzione dell'opera. Prima della messa in servizio del cavo dovrà essere effettuato il controllo di impianto, teso ad assicurare che il montaggio degli accessori sia stato a regola d'arte e che i cavi non abbiano subito deterioramenti durante la posa.

Dovranno altresì essere eseguite le "Prove elettriche dopo l'installazione" previste dalla norma CEI 20-66.

7.5 Rete MT

La linea elettrica sarà realizzata con il cavo ARE4H5E 18/30 kV, con isolante in mescola di polietilene reticolato (XLPE), aventi massima temperatura di servizio pari a 90°C e massima temperatura di cortocircuito pari a 250°C. La posa sarà effettuata con la disposizione "a trifoglio" principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità di 1,2 m, una larghezza variabile in funzione del tratto considerato, predisponendo un letto di posa dello spessore di almeno 25 cm; il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato di materiale proveniente dalla fase di scavo. Sarà predisposta una protezione meccanica al di sopra del corrugato e una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta "CAVI a 30000Volt" (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto.

7.5.1 Profondità e sistema di posa cavi

Nel caso in cui i cavi fossero stati precedentemente esposti a basse temperature, occorre che essi vengano posti per un certo tempo in ambienti a temperatura sensibilmente superiore e posati dopo che la guaina esterna dei cavi abbia assunto una temperatura sensibilmente superiore allo zero.

Per tutte le linee elettriche MT, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1,20 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o 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.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, nell'ipotesi in cui vengano realizzati contestualmente, saranno le seguenti:

– FASE 2 (posa cavidotti);

- Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
- collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
- collocazione delle terne di cavo MT all'interno di tubi corrugati, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
- collocazione della fibra ottica;
- formazione di letto di fondo dello scavo con sabbia, per uno spessore di almeno 25 cm;
- collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
- rinterro dello scavo con materiale granulare e con materiale proveniente dagli scavi compattato;

Qualora i cavidotti vengano posati su strade asfaltate le operazioni di scavo saranno le seguenti:

– FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):

- apertura delle piste e demolizione della fondazione stradale;

– FASE 2 (posa dei cavidotti);

– FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):

- Collocazione di fondazione stradale;
- Stesura dello strato di finitura stradale pari a 10 cm fino al piano stradale di progetto finale.

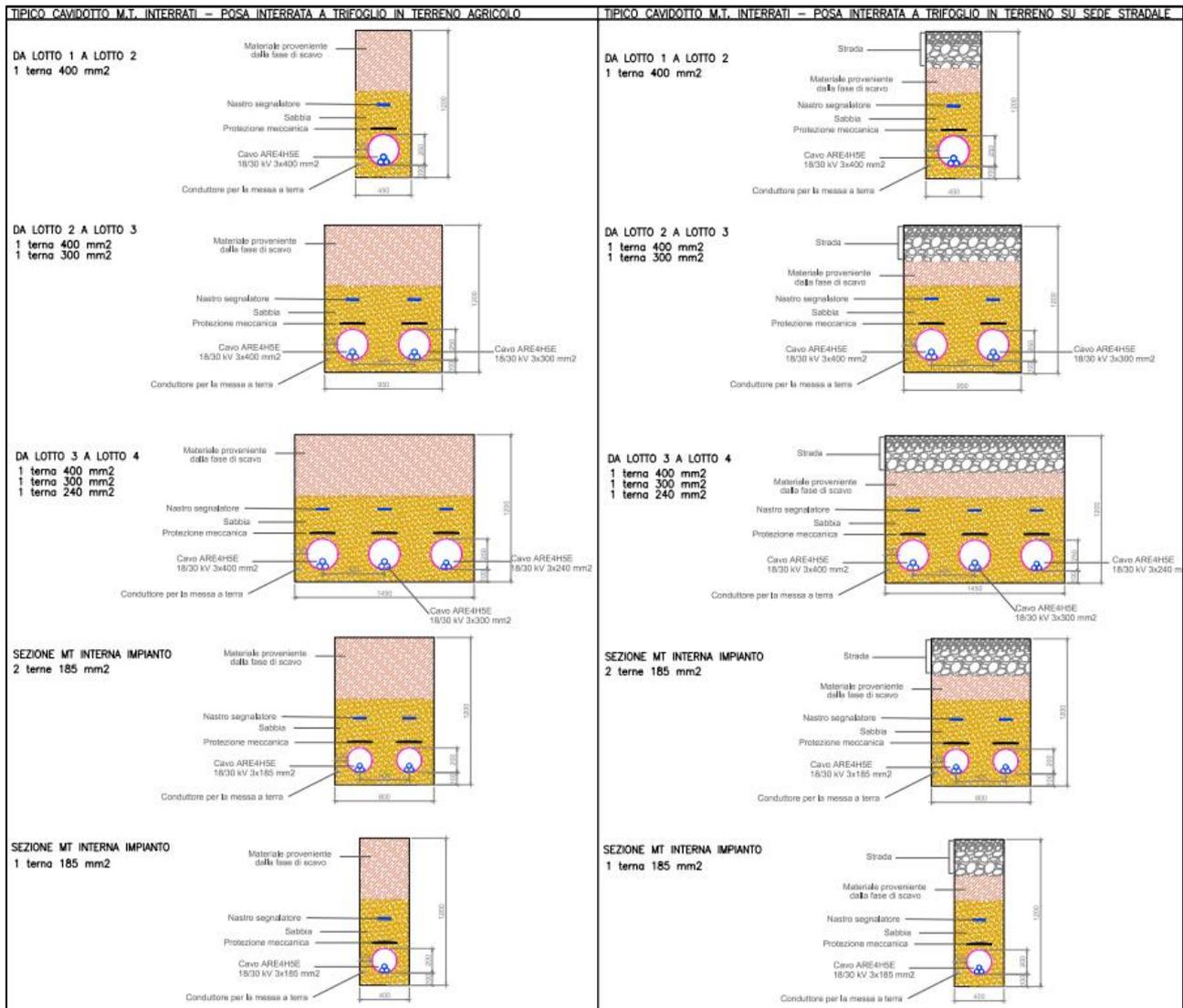


Figura 5 – Sezioni di scavo cavo MT

8. OPERE ELETTRICHE PER LA CONNESSIONE (CODICE PRATICA: 202102323)

Il preventivo di connessione rilasciato da E-distribuzione (codice di rintracciabilità n° 202102323) è stato elaborato secondo le seguenti condizioni:

- Potenza in immissione richiesta (art. 1.1,dd del TICA): 59,8 MW
- Potenza nominale dell’impianto di produzione: 61,1241 MW
- Potenza ai fini della connessione (art. 1.1,z del TICA): 59,8 MW

I seguenti dati sono relativi al punto di connessione dell’impianto in oggetto alla rete AT con tensione nominale pari a 36 kV ed identificato con il codice di rintracciabilità della richiesta: n° 202102323.

La potenza nominale DC dell'impianto è pari a 61,1241 MW.

La potenza nominale AC degli inverters dell'impianto è pari a 59,8 MW.

La soluzione tecnica minima generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150/36 kV della RTN, da inserire in entra – esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaromonte Gulfi - Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo Terna, cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Caltanissetta.

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'ARERA, l'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'elettrodotto a 36 kV per il collegamento in antenna della centrale alla citata stazione RTN costituisce impianto utente per la connessione.

Ai fini della connessione è stata aggiunta una cabina, denominata “Cabina Utente per la Consegna”, interposta tra il cavidotto in AT in uscita dall'impianto ed il cavidotto in AT per il collegamento alla nuova SE. Il raccordo AT è ubicato nei territori del Comune di Agira e Regalbuto, appartenente al Libero Consorzio Comunale di Enna, e nei territori del Comune di Castel di Iudica e Ramacca, appartenente alla Città Metropolitana di Catania. I lavori consisteranno nella realizzazione di 3 terne interrato da 630 mm² per il tratto dalla Cabina Centrale (CC) alla Cabina Utente per la Consegna (CUC) e 2 terne da 630 mm² per il collegamento alla sezione a 36 kV di una futura stazione di trasformazione (SE) della RTN. Il tracciato dalla CC alla CUC si svilupperà inizialmente su terreno agricolo, per circa 1,5 km, e su strada vicinale, per circa 14 km, per una lunghezza totale pari a circa 15,5 km. Il tracciato dalla CUC alla nuova SE attraverserà i terreni adiacenti ad essa, per una lunghezza pari a circa 200 m.

9. CALCOLO DI PRODUCIBILITA'

Il calcolo della producibilità è stato effettuato imputando il modello del sistema nel software di simulazione PVsyst vers.7.1.5 del quale si riporta il report di calcolo in allegato alla presente relazione.

Al fine della simulazione della producibilità dell'impianto fotovoltaico si è stabilita la disponibilità di fonte solare, in funzione del sito d'installazione dell'impianto, e sono state considerate tutte le perdite dello stesso.

Come risultato della simulazione è stata ottenuta una producibilità pari a 102873 MWh/anno fronte di una potenza nominale installata pari a 61,1241 MW.

Considerata la potenza dell'impianto si ha una produzione specifica pari a 1683 kWh/kWp/anno.

Sulla base di tutte le perdite considerate nel software, l'impianto in progetto consente di ottenere un indice di rendimento (Performance Ratio - PR) pari a 85,60%.

10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

10.1 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione sarà costituito da due sistemi:

- Illuminazione cabine;
- Illuminazione puntuale lungo la viabilità d'impianto;

L'illuminazione perimetrale prevederà proiettori direzionali su pali, con funzione di illuminazione stradale notturna e anti-intrusione. L'illuminazione lungo la viabilità d'impianto si accenderà solamente in caso di rilevamento di movimento, verrà posizionata su pali conici in acciaio laminato a caldo e privi di saldature predisposti con foro per ingresso cavo di alimentazione, con attacco testa palo. L'illuminazione delle cabine prevederà lampade su sostegno agganciato alla parete, con funzione di illuminazione delle piazzole per manovre e sosta e si accenderà solamente in caso di intrusione esterna. Verrà realizzata mediante proiettori led ad alta efficienza installati su bracci posizionati sul prospetto delle cabine stesse.

10.2 Impianto di videosorveglianza

L'impianto di video sorveglianza è stato dimensionato per coprire l'intero perimetro della recinzione, con l'aggiunta di ulteriori unità di videosorveglianza:

- in prossimità delle cabine;
- in prossimità degli accessi area di impianto;

L'impianto di sicurezza potrà presentare soluzioni di monitoraggio combinate o non sulla base delle seguenti tecnologie:

- termico (termocamera);
- infrarosso;
- Dome;

Nello specifico ognuna delle soluzioni avrà le seguenti caratteristiche:

- Termico. Le telecamere inviano segnali sulla temperatura con una accuratezza che raggiunge $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Le termografiche acquisiranno la temperatura corporea lavorando nel range $30-45^{\circ}$ e fornendo dati estremamente accurati e veloci. Il sistema sarà in grado di individuare fino a 30 volti simultaneamente, lo screening viene effettuato solo sulle persone, riducendo i falsi allarmi ed escludendo così qualsiasi altra sorgente calda (ad esempio piccoli animali). La taratura delle telecamere avverrà attraverso la configurazione di una pagina web dedicata;
- Infrarosso. Le telecamere sono dotate di illuminatore a led infrarossi (LED IR) per registrare nel buio e in modo invisibile. La luce dell'infrarosso, infatti, permette le riprese in notturno (seppur esclusivamente in bianco nero) ma risulta invisibile all'occhio umano. Il raggio d'azione di una IR LED varia solitamente da 10 a 100 metri, ma dato che si prospetta un uso esterno si prevederà di impiegare un modello con raggio dai 50 metri in su.
- Dome. Le telecamere dome saranno di tipo PTZ (acronimo per Pan-Tilt-Zoom), le quali permettono una variazione del posizionamento dell'obiettivo che può offrire una panoramica lungo gli assi orizzontali (Pan) oppure una rotazione lungo quelli verticali (Tilt), oltre che offrire la possibilità di effettuare zoom con ingrandimento più o meno elevato. In alcuni punti si potrà prevedere di installare un particolare tipo di telecamera dome detta speed-dome, evoluzione della dome che presenta modelli caratterizzati da un'elevata velocità di spostamento dell'obiettivo in ogni direzione, che può essere anche di 360° al secondo. Infine, la dome dispone di una particolare funzione che permette di preimpostare specifiche posizioni di controllo. In base al tipo di modello si potranno preimpostare dalle venti fino a oltre le cento posizioni nonché i diversi livelli di zoom. La frequenza con cui vanno effettuati i controlli in zone specifiche va anche essa predefinita a seconda delle specifiche necessità, così come va impostato il tempo di permanenza in ciascuna zona di controllo. Oltre al

posizionamento fisso in determinate zone per un certo periodo di tempo, è possibile impostare la telecamera in modo che essa esegua dei controlli continui e ciclici, come vere e proprie ronde.

11. GESTIONE DELL'IMPIANTO

La centrale viene tenuta sotto controllo-mediante un sistema di supervisione che permette di rilevare le condizioni di funzionamento con continuità e da posizione remota.

A fronte di situazioni rilevate dal sistema di monitoraggio, di controllo e di sicurezza, è prevista l'attivazione di interventi da parte di personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, le cui principali funzioni possono riassumersi nelle seguenti attività:

- servizio di guardia;
- conduzione impianto, in conformità a procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata;
- manutenzione preventiva ed ordinaria, programmate in conformità a procedure stabilite per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto sarà effettuata generalmente con ispezioni a carattere giornaliero, mentre la manutenzione ordinaria sarà effettuata con interventi a periodicità mensile.

12. CRONOPROGRAMMA

Di seguito si riporta il cronoprogramma studiato per il caso in oggetto e che tiene conto delle seguenti macro attività:

1. Allestimento area di cantiere;
2. Opere Civili;
3. Impianto di Illuminazione e videosorveglianza
4. Cavidotto MT interno;
5. Cavidotto AT esterno;
6. Impianto Fotovoltaico;
7. Cabina consegna utente;
8. Opere di mitigazione ambientale;
9. Smantellamento opere provvisori.

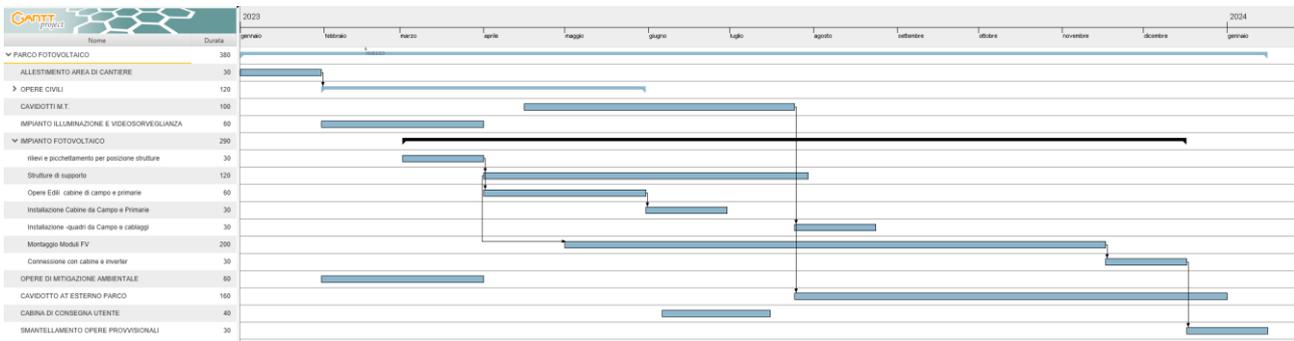


Figura 16 – Gantt Project

Attività

Nome	Durata
PARCO FOTOVOLTAICO	380
ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE	40
OPERE CIVILI	120
Fondazioni Cabine	30
opere di recinzione	75
Viabilità Interna	120
CAVIDOTTI M.T.	100
IMPIANTO ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA	60
IMPIANTO FOTOVOLTAICO	290
rilievi e picchettamento per posizione strutture	30
Strutture di supporto	120
Opere Edili cabine di campo e primarie	60
Installazione Cabine da Campo e Primarie	30
Installazione -quadri da Campo e cablaggi	30
Montaggio Moduli FV	200
Connessione con cabine e inverter	30
OPERE DI MITIGAZIONE AMBIENTALE	60
CAVIDOTTO AT ESTERNO PARCO	160
CABINA DI CONSEGNA UTENTE	40
SMANTELLAMENTO OPERE PROVVISORIALI	20

I tempi previsti per la realizzazione dell’opera sono sintetizzati nella seguente tabella:

ATTIVITA' LAVORATIVA	Giorni Naturali e Conseguitivi
Allestimento Area di Cantiere	40
Opere Civili	120
Impianto di Illuminazione e videosorveglianza	60
Cavidotto MT interno	100
Cavidotto MT esterno	160

Impianto Fotovoltaico	290
Cabina di Consegna utente	40
Opere di mitigazione ambientale	60
Smantellamento opera provvisoria	20

Relativamente alle sole opere edili ed elettriche, riportate nel computo metrico estimativo, si stimano in totale **380 giorni naturali e consecutivi per le sole opere edili ed elettriche.**

13. ANALISI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

Analizzando il progetto, finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da destinarsi alla vendita, le prime considerazioni di carattere generale, politica ed occupazionale sono da ricercarsi nelle seguenti condizioni:

- la disponibilità di territorio atto alla realizzazione di un tale impianto che presenta una situazione priva di vegetazione arborea, con la giusta esposizione, servito da linee elettriche, peraltro già esistenti in loco a distanze economicamente ragionevoli, con modeste antropizzazioni e scarsa visibilità dai punti panoramici circostanti;
- la situazione politico – economica in atto, che rende economicamente interessanti e vantaggiosi investimenti aventi questo genere di finalità e comunque rivolti a produzioni energetiche alternative;
- le importanti ricadute sul territorio comunale sia in termini di valorizzazione delle risorse ambientali che di sviluppo economico grazie alla formazione di nuovi e rilevanti posti di lavoro per le attività di cantiere e di manutenzione degli impianti fotovoltaici e delle relative opere di connessione.

In sintesi, si può affermare che l’inserimento dell’impianto fotovoltaico in progetto nel territorio, e le scelte che hanno guidato la realizzazione di un tale intervento infrastrutturale, devono essere inserite all’interno della più ampia azione di sostenibilità ambientale. La realizzazione dell’opera si inserisce in un contesto di generazione energetica alternativa alle fonti esauribili: il presente impianto andrà a sfruttare solo ed esclusivamente energia pulita ed inesauribile quale quella rappresentata dall’irradiazione solare, per fini pienamente in linea con gli indirizzi dettati dalle normative internazionali (Protocollo di Kyoto), nazionali (Piano Energetico Nazionale) e Regionali (Piano Energetico Regionale).

14. COSTO DELL’OPERA E STIMA SULLA DISMISSIONE DELL’IMPIANTO

14.1 Quadro economico sui costi di realizzazione

Di seguito si riporta il Quadro Economico ove si propone la stima dei costi relativi alla gestione del progetto, consulenze, direzione lavori e oneri di spesa. Le somme previste sono tutte comprensive di I.V.A. e oneri previdenziali per le spese di consulenza.

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	I.V.A %	Totale € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	38.288.850,91	10	42.117.736,00
A.2) oneri di sicurezza	126.051,79	10	138.656,97
A.3) Opere di mitigazione	***	***	***
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	***	***	***
A.5) Opere connesse	91.494,00	22	111.622,68
TOTALE A)	38.506.396,70		42.368.015,65
B) SPESE GENERALI			
B.1) Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio, alle necessarie attività preliminari. al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	360.860,63	22	440.249,97
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	66.300,70	22	80.886,85
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	61.001,37	22	74.421,67
B.4) Spese per rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluso le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	52.506,55	22	64.057,99
B.5) Oneri di legge sulle spese tecniche B,1), B,2), B,4) e collaudi B.3)	16.874,48	22	20.586,87
B.6) Imprevisti	765.777,02	22	934.247,96
B.7) Spese varie	***	***	***
TOTALE B)	1.323.320,74	---	1.614.451,31
C) eventuali altre imposte e contributi per legge: oneri di conferimento in discarica	187.320,00	22	228.530,40
"Valore complessivo dell'opera"			
TOTALE (A + B + C)	40.017.037,44	---	44.210.997,36

14.2 Stima dei Costi di Dismissione Impianto a fine vita

A fine vita si procederà prima allo smantellamento dell'impianto e delle strutture accessorie presenti e dopo al ripristino e risistemazione dell'area dell'impianto.

È previsto l'affidamento a ditta specializzata delle operazioni suddette, con l'apertura di un apposito cantiere. Si ritiene che l'autorizzazione alla costruzione ed all'esercizio dell'impianto comprenda implicitamente anche l'autorizzazione alla messa in ripristino dello stato dei luoghi, previa dismissione dell'impianto medesimo.

Per la costituzione del nuovo cantiere dovrà essere inviata apposita comunicazione alle autorità competenti, indicando le fasi operative, le aree di stoccaggio temporaneo previste e le modalità di gestione dei materiali di risulta (rifiuti speciali) nonché quelle preposte alla sicurezza sui cantieri.

La dismissione prevede lo smantellamento dei moduli fotovoltaici avendo cura di non romperli, vetri in particolare, e di stocarli separatamente dalle strutture di sostegno in metallo.

A questo punto si procederà con la raccolta dei cavi di collegamento e dei necessari scavi per lo scalzamento degli stessi.

La fase successiva prevede la raccolta di tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche per poi passare alla fase di smantellamento di tutte le opere edili prefabbricate e no.

Di seguito si riporta il quadro generale riepilogativo dei costi sulla dismissione.

QUADRO RIEPILOGATIVO GENERALE			
	Totale Lavorazioni		1.845.079,23 €
	Totale Sicurezza Speciale		79.359,88 €
	Totale progetto		1.924.439,11 €
QUADRO RIEPILOGO PER CAPITOLI E SOTTOCAPITOLI			
	IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
	001 SICUREZZA SPECIALE		
	---		79.359,88 €
	002 SCAVI, SBANCAMENTI INFRASTRUTTURE		
	---		254.135,14 €
	003 DISMISSIONE CAVI E CAVIDOTTI		
	---		4.815.780,48 €
	004 DISMISSIONE SISTEMI ACCESSORI E RECINZIONE		
	---		184.968,50 €
	006 DISMISSIONE LOCALI TECNICI, APARECCHIATURE ELETTRICHE, PANNELLI		
	---		1.415.350,00 €
	007 RIPRISTINO DEI LUOGHI		
	---		1.054.092,00 €
	009 TRASPORTO E CONFERIMENTO IN DISCARICA		
	---		2.065,32 €
	008 RECUPERO MATERIALI RICICLABILI		
	---		-5.881.312,21€
	Totale Capitolo IMPIANTO FOTOVOLTAICO €		1.924.439,11 €

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato "C2132S05-PD-RT-08-01 - Relazione sulla dismissione dell'impianto e ripristino dei luoghi".

14.2.1 Opere di ripristino ambientale

Terminate le operazioni di smobilizzo delle componenti l'impianto, nei casi in cui il sito non verrà più interessato da nuovi impianti o potenziamenti, si provvederà a riportare tutte le superfici interessate allo stato ante operam. Quindi le superfici occupate dalle pannellature e dalle cabine, le strade di servizio all'impianto ed eventuali opere di regimentazione acque, una volta ripulite verranno ricoperte con uno strato di terreno vegetale di nuovo apporto e operata l'idro-semine di essenze autoctone o, nel caso di terreno precedentemente coltivato, a restituito alla funzione originaria.

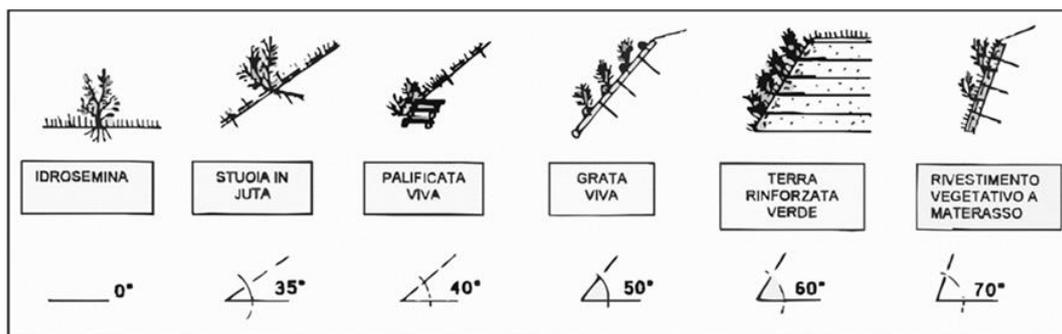
Le attività di smontaggio producono le stesse problematiche della fase di costruzione: emissioni di polveri prodotte dagli scavi, dalla movimentazione di materiali sfusi, dalla circolazione dei veicoli di trasporto su strade sterrate, disturbi provocati dal rumore del cantiere e del traffico dei mezzi pesanti. Pertanto, saranno riproposte tutte le soluzioni e gli accorgimenti tecnici già adottati nella fase di costruzione e riportati nella relazione di progetto contenente gli studi ambientali.

Vista la natura dei luoghi, la morfologia e tipologia del terreno non sono previsti particolari interventi di stabilizzazione e di consolidamento ad eccezione di piccoli interventi di inerbimento mediante semina a spaglio o idro-semine di specie erbacee delle fitocenosi locali, a trapianti delle zolle e del cotico erboso nel caso in cui queste erano state in precedenza prelevate o ad impianto di specie vegetali ed arboree scelte in accordo con le associazioni vegetali rilevate. Le opere di ripristino possono essere estese a tutti gli interventi che consentono una maggiore conservazione degli ecosistemi ed una maggiore integrazione con l'ambiente naturale.

Difatti le operazioni di ripristino possono consentire, attraverso una efficace minimizzazione degli impatti, la conservazione degli habitat naturali presenti. Le opere di ripristino degli impianti fotovoltaici, si riferiscono essenzialmente al rinverdimento e al consolidamento delle superfici sottratte per la realizzazione dei percorsi e delle aree necessarie alla realizzazione dell'impianto.

Il concetto generale è quello di impiegare il più possibile tecnologie e materiali naturali, ricorrendo a soluzioni artificiali solo nei casi di necessità strutturale e/o funzionale. Deve comunque essere adottata la tecnologia meno complessa e a minor livello di energia (complessità, tecnicismo, artificialità, rigidità, costo) a pari risultato funzionale e biologico.

Le opere di copertura consistono nella semina di specie erbacee per proteggere il suolo dall'erosione superficiale, dalle acque di dilavamento e dall'azione dei vari agenti meteorologici, ripristinando la copertura vegetale. Sono interventi spesso integrati da interventi stabilizzanti. Le principali opere di copertura sono: le semine a spaglio, le idro-semine, le semine a spessore, le semine su reti o stuoie, le semine con coltre protettiva (paglia, fieno ecc.). Di seguito ne vengono schematizzati alcuni a seconda del dislivello da stabilizzare:



15. TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per la realizzazione dell'opera è prevista un'attività di movimento terre notevole, che si può distinguere nelle seguenti tipologie:

- terreno vegetale da scotico per la realizzazione della viabilità e delle fondazioni;
- materiali provenienti dagli scavi in sito utilizzati per la realizzazione della viabilità, dei cavidotti e delle fondazioni;
- materiali di nuova fornitura necessari per la formazione dello strato finale di strade.

Allo stato attuale è previsto, come già detto, la quasi totalità del riutilizzo in sito delle prime due tipologie e, di conseguenza, anche uno scarso utilizzo della terza tipologia. Per i materiali di nuova fornitura di cui alla terza tipologia, ci si approvvigionerà da cave di prestito autorizzate il più vicino possibile all'area di cantiere, utilizzando il più possibile materiali di recupero certificati.

Il riutilizzo del materiale all'interno del sito ha consentito una buona riduzione di prodotti destinati a discarica consentendo anche una buona riduzione di trasporti su ruota.

L'uso di un frantoio in cantiere consentirà di riutilizzare nelle modalità migliori il materiale a disposizione.

Il volume di materiale che non verrà riutilizzato all'interno del cantiere potrà essere impiegato per rimodellamenti di aree morfologicamente depresse in conformità al piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo da redigersi ai sensi del DPR 120/2017 o trasportato a discarica autorizzata.

Per quanto riguarda i cavidotti, si evidenzia che tutto il materiale di scavo potrà essere riutilizzato fatta eccezione per i tratti stradali asfaltati in cui il bitume sarà trasportato a discarica.

Il resoconto finale del bilancio delle terre e rocce da scavo è riportato nella tabella seguente:

BILANCIO VOLUMI DI SCAVO E MATERIALI DA RIFIUTO		
VOLUME DI SCAVO TOT.		76230,75 mc
TOT. TERRENO RIUTILIZZATO		57560,22 mc
di cui riciclo terreno da scavo	50998,49	mc
di cui riciclo terreno da scotico	6561,73	mc
VOLUME ECCEDENTE		18670,53 mc
di cui terreno da scavo (prof.>60 cm)	11797,41	mc
di cui terreno vegetale (prof. <60 cm)	6873,12	mc
MATERIALE DA RIFIUTO		172,11 mc
TOTALE MATERIALE ECCEDENTE		18842,64 mc

Le attività di scavo per le varie fasi della realizzazione del progetto comportano un volume di materiale di scavo pari a circa 76.230,75 mc, come riportato nella Tabella n. 1, così ripartito:

- 6873,12 mc da scavo superficiale con profondità non superiore a 60 cm;
- 11797,41 mc da materiale da scavo profondo oltre i 60 cm.

Il materiale da scavare, dalle preventive analisi, deve presentare caratteristiche di classificazione secondo UNI CNR 10001 e s.m.i. tali da poterlo definire idoneo per gli usi di costruzione del parco. Nell'ottica di riutilizzare quanto più materiale possibile, si prevede un riutilizzo globale del materiale da scavo di 57.560,22 mc così ripartito:

- 6.561,73 mc provenienti dal riciclo del materiale da scotico (con profondità minore di 60 cm);
- 50.998,49 mc provenienti dal riciclo del materiale da scavo (con profondità maggiore di 60 cm).

Il riutilizzo del materiale all'interno del sito consente una buona riduzione di prodotti destinati a discarica consentendo anche una buona riduzione di trasporti su ruota.

Il volume di materiale da scavo eccedente dalla lavorazione ammonta a circa 18.842,64 mc di cui la totalità potrà essere impiegato per leggeri livellamenti all'interno delle aree del parco e comunque in conformità al piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo da redigersi ai sensi del DPR 120/2017.

16. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento al Testo Unico sulla Sicurezza (Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e ss.mm.ii.). Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione, il proponente provvederà a nominare un Coordinatore della sicurezza per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo d'opera. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Nello specifico il cantiere sarà suddiviso in due "zone di lavoro":

- Parco fotovoltaico;
- Cavidotto AT esterno parco;

I due cantieri funzioneranno in maniera indipendente tra loro, evitando così eventuali interferenze, e potranno essere istituiti sia contemporaneamente sia in sequenza o in combinazione tra di essi.