




## RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO



## PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI UN HUB DI RICERCA, SVILUPPO, PRODUZIONE, STOCCAGGIO, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 8,982 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE SITO NEL COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO), LOCALITÀ SAN MATTEO DELLA DECIMA**

<b>Committente:</b>   <b>Tozzi Green S.p.A.</b> Via Brigata Ebraica, 50 48123 Mezzano (RA) P.IVA 02132890399 R.E.A. n. RA-174504 Tel. (+39) 0544 525311 pec: <a href="mailto:tozzi.re@legalmail.it">tozzi.re@legalmail.it</a> mail: <a href="mailto:info@tozzigreen.com">info@tozzigreen.com</a> web: <a href="http://www.tozzigreen.com">www.tozzigreen.com</a>		<b>Progettista:</b>   <b>ambiente s.p.a.</b> Via Frassina, 21, 54033 Carrara (MS)			
		<b>Coordinamento di progetto:</b>   <b>ambiente s.p.a.</b> Via Frassina, 21, 54033 Carrara (MS)			
<b>1</b>	<b>09/12/2021</b>	<b>Ing. C. Argenti</b>	<b>Ing. F. Seni</b>	<b>Ing. M. Altemura</b>	<b>Integrazione descrizione opere di connessione</b>
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: <b>P.1.1</b>		Titolo elaborato: <b>Relazione generale di progetto</b>			

## INDICE

<b>1. GUIDA ALLA LETTURA DEL PROGETTO DEFINITIVO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. GRUPPO DI LAVORO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>7</b>
4.1. La normativa in materia di costruzioni .....	7
4.2. La normativa in materia di impianti elettrici.....	7
4.3. La normativa in materia di prevenzione incendi .....	9
4.4. La normativa in materia di inquinamento acustico .....	9
4.5. Altre normative tecniche .....	10
4.6. La normativa in materia ambientale .....	10
<b>5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE .....</b>	<b>11</b>
5.1. Il territorio .....	13
5.2. Inquadramento Urbanistico e Catastale .....	14
5.3. Inquadramento geologico, geomorfologico, idraulico e idrogeologico .....	16
5.4. Inquadramento sismico .....	16
5.5. Ubicazione dell'Intervento .....	16
<b>6. IL PROGETTO.....</b>	<b>18</b>
6.1. Criteri utilizzati per le scelte progettuali .....	18
6.2. HUB di ricerca .....	20
6.2.1. Pianta, Prospetti, Sezioni .....	21
6.2.2. Progetto della struttura in elevazione.....	21
6.3. Impianto di produzione di idrogeno .....	23
6.3.1. Principio di funzionamento del processo .....	25
6.3.2. Impianto di produzione .....	26
6.3.3. Impianto distribuzione .....	34
6.4. Impianto fotovoltaico .....	37

6.4.1.	Moduli fotovoltaici .....	38
6.4.2.	Cabina di trasformazione .....	40
6.4.3.	Inverter .....	42
6.4.4.	Quadro di parallelo BT .....	44
6.4.5.	Trasformatore BT/MT.....	44
6.4.6.	Quadri di media tensione .....	44
6.4.7.	Quadri servizi ausiliari e trasformatore BT/BT .....	44
6.4.8.	UPS per servizi ausiliari.....	45
6.4.9.	Sistema centralizzato di comunicazione .....	45
6.4.10.	Cavi di potenza MT e BT.....	45
6.4.11.	Sistema di terra .....	46
6.4.12.	Sistema SCADA .....	47
6.4.13.	Cavi di controllo e TLC .....	47
6.4.14.	Sistema di monitoraggio ambientale .....	48
6.4.15.	Sistema di sicurezza e anti-intrusione .....	48
6.4.16.	Sistema antincendio .....	48
6.5.	Opere di utenza e di connessione alla rete ente distributore .....	49
<b>6.6.</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>49</b>
<b>6.7.</b>	<b>Descrizione delle opere di rete per la connessione .....</b>	<b>50</b>
<b>6.8.</b>	<b>Elettrodotto in cavo MT interrato .....</b>	<b>50</b>
<b>6.9.</b>	<b>Verifica sezione cavidotto .....</b>	<b>55</b>
<b>6.10.</b>	<b>Manufatti per opere di rete per la connessione .....</b>	<b>58</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>60</b>	

## **1. GUIDA ALLA LETTURA DEL PROGETTO DEFINITIVO**

Ai fini di una semplice ed efficace lettura del progetto, la presente relazione riporta in ogni paragrafo di pertinenza il riferimento agli elaborati di progetto che approfondiscono gli aspetti illustrati.

Allo scopo di fornire un primo sguardo d'insieme, inoltre, è di seguito riepilogato l'elenco sintetico degli elaborati prodotti a supporto dell'istanza di Provvedimento autorizzatorio unico regionale (art. 27-bis del D.Lgs. 152/2006), redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e della LR n.4 del 20.04.2018.

L'elenco dei documenti di progetto è disponibile nell'**Elaborato P.00 – Elenco elaborati**.

## 2. GRUPPO DI LAVORO

Questo progetto è frutto della collaborazione di diversi studi professionali; ciascuno di essi ha contribuito, per gli aspetti di propria pertinenza, ad affrontare i diversi aspetti connessi con gli interventi in parola.

Di seguito viene riportato l'elenco dei professionisti che hanno composto il gruppo di lavoro.

<b>Società</b>	<b>Ruolo</b>
<b>Tozzi Green S.p.A. – Ravenna (RA)</b>	<b>Committente</b>
Ing. Franco Salcone	
Ing. Cinzia Cicchitti	
Ing. Marco Palai	
<b>ambiente s.p.a. – Carrara (MS)</b>	<b>Coordinamento di Progetto e Studi Specialistici</b>
Ing. Matteo Altemura	
Ing. Claudia Argenti	
Ing. Marco Angeloni	
Ing. Giulia Bernardini	
Dott. Marco Raspolli	
<b>ArchLiving</b>	<b>Aspetti architettonici, urbanistici, progettazione impianti</b>
Ing. Gessica Grossi	
Arch. Clara Cucco	
Ing. Andrea Giugliarelli	
Ing. Andrea Eccher	<b>Progettazione Impiantistica Antincendio</b>
Arch. Ludovica Marinaro	<b>Aspetti Paesaggistici</b>
Dott. Luca Ragone	<b>Aspetti agronomici e faunistici</b>
Dott. Paolo Campagnoli	<b>Aspetti Archeologici</b>

### **3. PREMESSA**

La società Tozzi Green S.p.A., avente sede nel Comune di Ravenna, località Mezzano, opera nei mercati della produzione di energia elettrica a partire da fonti rinnovabili e nel settore dell'agroalimentare, degli oli essenziali e delle spezie.

L'azienda ha in progetto di sviluppare un HUB che sia insieme punto di sviluppo, ottimizzazione e scale-up per Società che producono elettrolizzatori, celle a combustibile, impianti di stoccaggio e distribuzione di idrogeno. L'HUB, che dovrà funzionare in una modalità mista tra incubatore, fornitore di servizi e coworking, potrà essere punto di scambio e testing per idee nuove di start up ed università. Porterà aziende mature già affermate nel mercato a contatto con aziende che faranno il salto nell'arco di poco tempo, con start up, ricercatori e gruppi di interesse. Il progetto prevede pertanto la costruzione di un'area dotata sia delle caratteristiche di alimentazione green, che saranno garantite dal limitrofo impianto fotovoltaico della potenza di 8,982 MWp, sia delle caratteristiche necessarie per il testing e lo scale-up di tutte le tecnologie di produzione, stoccaggio, distribuzione e ri-trasformazione di idrogeno attualmente emergenti.

La presente relazione generale ha lo scopo di riepilogare le principali informazioni relative al progetto e fornire i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto dei livelli qualitativi previsti e dei costi e benefici attesi.

## **4. RIFERIMENTI NORMATIVI**

### **4.1. La normativa in materia di costruzioni**

L'intero compendio della progettazione strutturale si basa sui principi fondamentali contenuti nel D.M. 17.01.2018 – "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni". Le prestazioni e i requisiti di sicurezza relativi alle strutture sono stati pertanto valutati in relazione al complesso degli stati limite che verosimilmente possono verificarsi nel corso della vita utile di progetto degli edifici.

Per quanto attiene l'assegnazione dei carichi di progetto e le modalità di combinazione delle azioni e di conduzione delle verifiche agli stati limite ultimi e d'esercizio, si assumono come riferimento normativo principale i codici riconosciuti a livello internazionale, gli Eurocodici e le norme di calcolo nazionali contenute nel D.M. 17.01.2018.

- D.M. 17 Gennaio 2018 - "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 27 Luglio 2018 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"
- UNI-EN 1993-1-1: 2005 Eurocodice 3 – "Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici".

### **4.2. La normativa in materia di impianti elettrici**

La progettazione dell'impianto elettrico è stata eseguita tenendo presente delle seguenti normative:

- Legge 13/07/1966 n° 615: Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e successivi regolamenti di esecuzione;
- Legge 01/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18/10/1977 n° 791: Attuazione delle direttive del consiglio delle Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione; Dlgs 25/11/1996 n° 626 e s.m.i.;
- DPR 27/4/1978 e s.m.i: Eliminazione barriere architettoniche;
- Direttiva 2014/30/UE, Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica;
- Direttiva 2014/35/UE, Direttiva Bassa Tensione;
- DPR 24/07/1996 n° 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- UNI EN ISO 7001: Segnaletica di sicurezza;
- D.Lgs 25/11/1996 n.626: Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Decreto 22/1/08 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici;
- D.Lgs. 81/2008 Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 26/6/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.L. 106/2017 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

e delle seguenti norme tecniche di settore (si elencano le principali):

- 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 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 31-87 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas
- CEI 31-88 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polveri
- CEI 44-16 Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza (Quadri bordo macchina)
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente • alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-19 Guida agli impianti di illuminazione esterna (Vedasi anche CEI 64-8 Sez. 714)
- CEI 78-17 Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali (per gli utenti con i requisiti semplificati è possibile applicare la CEI 0-15 )
- CEI 79-3 Sistemi di allarme. Prescrizioni particolari per gli impianti di allarme intrusione
- CEI 79-83 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza
- CEI 81-10 Protezione contro i fulmini.
- CEI 81-10/1: Principi generali;
- CEI 81-10/2: Valutazione del rischio; CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione



- UNI 1838 Illuminazione di emergenza
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio. Progettazione, installazione ed esercizio

La normativa CEI è regolamentata, oltre che per l'installazione dell'impianto, anche per i suoi componenti. Citiamo a titolo d'esempio: gli accumulatori (CT 21), le apparecchiature a bassa tensione, quali interruttori automatici, prese a spina, tubi protettivi, apparecchi di comando, commutatori, connettori, interruttori differenziali, ecc. (CT 23), i condensatori (CT 33), le lampade (CT 34), i trasformatori di misura (CT 38), gli involucri di protezione (CT 70), gli apparecchi utilizzatori (CT 107).

#### **4.3. La normativa in materia di prevenzione incendi**

Le valutazioni in merito alla prevenzione incendi e la progettazione dell'impianto antincendio sono state eseguite sulla base delle seguenti normative in materia antincendio:

- D.lgs. 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.M. 3 agosto 2015, "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139";
- D.M. 23 Ottobre 2018, "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione idrogeno per autotrazione.
- DPR 151/2011, "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122"
- D.M. 07.08.2012 "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, c. 7, del D.P.R. 151/11";
- D.M. 30.11.1983 "Termini, definizioni generali e simboli grafici P.I.";
- D.M. 10.03.1998 "Criteri generali di sicurezza antincendi e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

#### **4.4. La normativa in materia di inquinamento acustico**

Le valutazioni in merito all'inquinamento acustico sono state eseguite sulla base delle seguenti normative:

- Legge 26 ottobre 1995, "Legge quadro sull'Inquinamento Acustico Ambientale";
- Decreto Ministeriale 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo in GU n. 52 del 04/03/97";

- Decreto Presidente Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";
- Decreto Ministeriale 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

#### **4.5. Altre normative tecniche**

- Direttiva comunitaria 2006/42/CE (Direttiva Macchine);
- Direttiva Comunitaria 2014/34/UE (ATEX).

#### **4.6. La normativa in materia ambientale**

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali, la principale normativa di riferimento considerata per lo sviluppo del progetto proposto può essere sintetizzata in:

- Direttiva 2009/28/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale"
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE"
- Decreto Ministeriale 30 marzo 2015, "Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome, previsto dall'articolo 15 del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 agosto 2014, n. 116"
- Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"
- D.lgs. 42/2004 (come modificato dal D.Lgs. 63/2008) Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

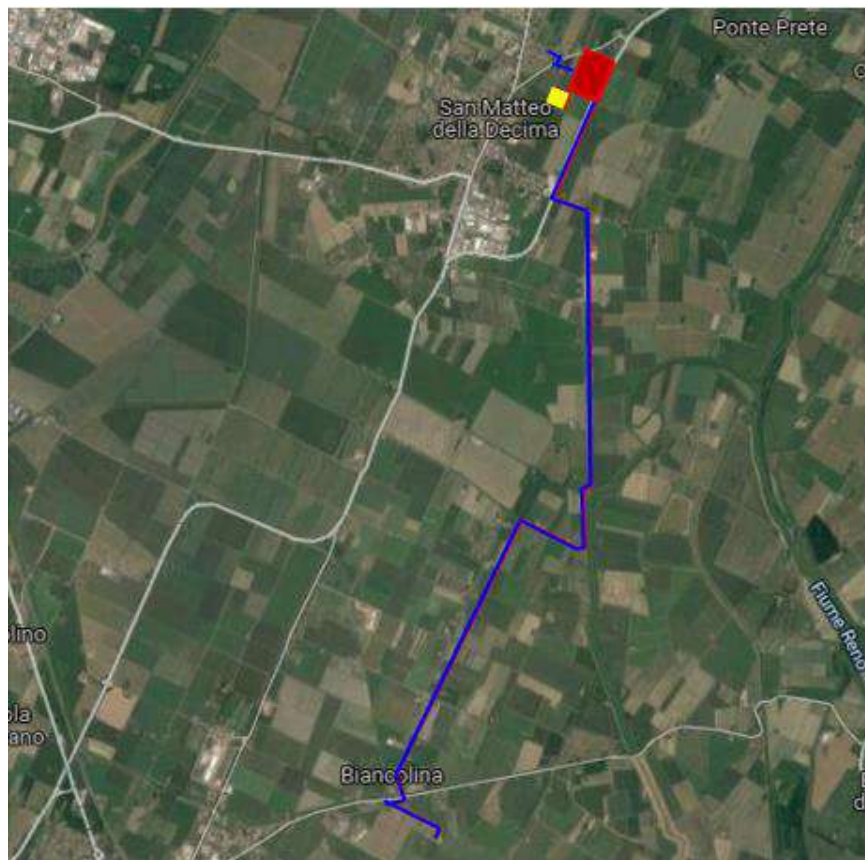
## 5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il sito oggetto del progetto HUB di Ricerca H2 è posto nella frazione di San Matteo della Decima del Comune di S. Giovanni in Persiceto ed ha la peculiarità, dal punto di vista geografico, di essere equidistante dalle Città di Bologna e Modena.



**Figura 1.** Inquadramento generale dell'area (Google earth)

Geograficamente oltre che per la posizione rispetto alla Città Metropolitana di Bologna e rispetto alla Provincia di Modena è di particolare interesse anche la vicinanza con una decina di comunità più piccole quali Cento, San Pietro in Casale, San Giorgio di Piano, Castel Maggiore, Anzola Dell'Emilia, Spilamberto, Castel Franco Emilia, Nonantola e Crevalcore.



**Figura 2.** Ubicazione dell'area di impianto e delle opere di connessione

In area contigua al sito, sorgono prevalentemente aree ad uso agricolo.

I Centri abitati più prossimi al sito sono rappresentati dalla Frazione di San Matteo della Decima situata a meno di 1 km in direzione sud-ovest e il paese di Cento distante circa 4 km in direzione nord-est. Sono inoltre da segnalare case sparse nei dintorni del sito, soprattutto nell'area nord-ovest, e il confine settentrionale delimitato dal canale Cento.



**Figura 3.** Descrizione dell'area ed indicazione dei centri abitati più vicini allo stabilimento (Google earth)

### 5.1. Il territorio

San Matteo della Decima è una frazione del comune di San Giovanni in Persiceto, nella città metropolitana di Bologna. La frazione dista 9 km dal capoluogo del comune di San Giovanni in Persiceto e 30 km dalla città di Bologna.

L'area in esame si trova nella parte Nord del Comune di San Giovanni in Persiceto, in prossimità del confine amministrativo con l'adiacente provincia di Modena, circa 1,5 km a Nord dello stesso centro abitato, in un contesto prevalentemente agricolo, scarsamente antropizzato e popolato.

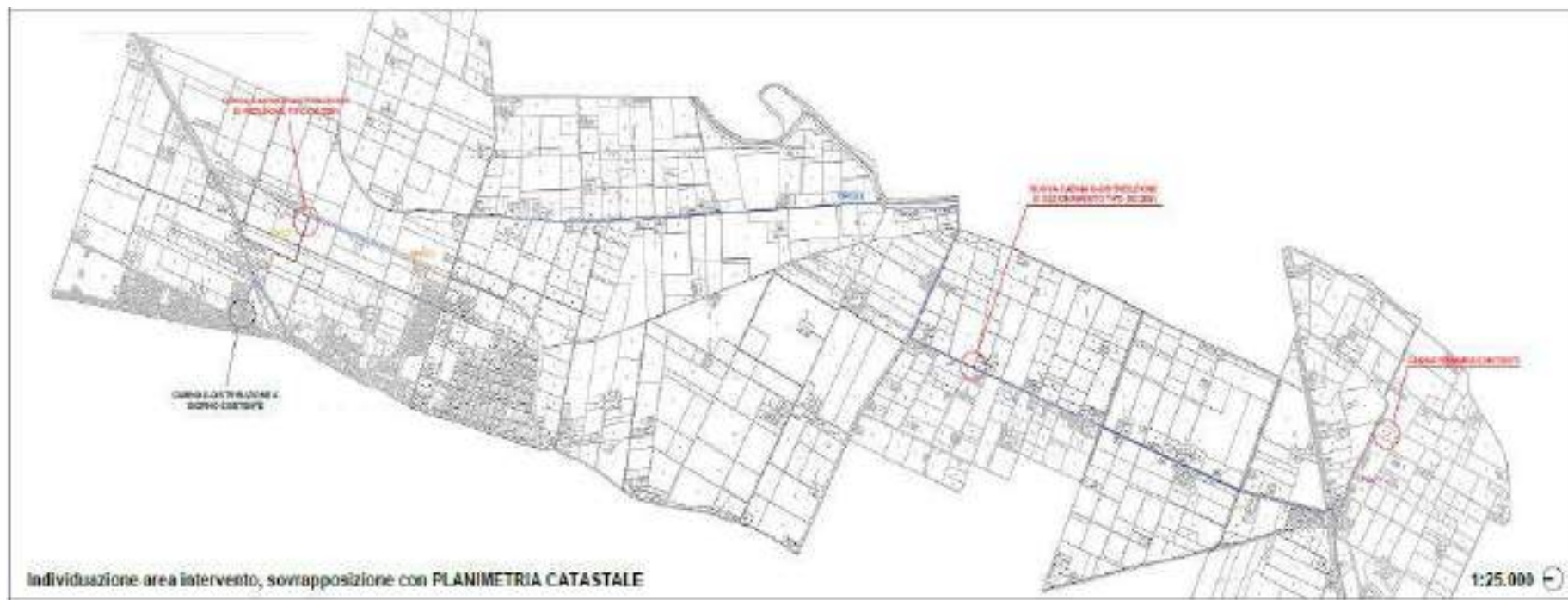


## 5.2. Inquadramento Urbanistico e Catastale

L'HUB di ricerca H2 verrà installato sui terreni nella disponibilità del Proponente. Il progetto si svilupperà su due lotti di terreno separati. Il lotto NORD è catastalmente individuato dalle particelle 1, 19, 20, 253 del Foglio 21 e dalle particelle 1, 5, 11, 14, 15, 143, 147, 150, 152 del Foglio 22 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) mentre il lotto SUD è catastalmente individuato dalle particelle 411, 414 del Foglio 21 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO). Di seguito viene indicato un estratto della Mappa Catastale, disponibile nell'elaborato TAV. 2.0 – Planimetria catastale. In rosso è evidenziata l'area oggetto di intervento.



**Figura 4.** Estratto di Mappa Catastale disponibile in Tavola 2.0.



**Figura 5.** Opere di connessione su planimetria catastale (estratto TAV 3.1.1)

L'area d'intervento non ricade all'interno di un solo ambito: quella di superficie maggiore è compresa all'interno di "Ambiti di possibile trasformazione urbana per usi produttivi" (APR.SG\_I), mentre per quella minore si parla di "Ambiti di possibile trasformazione urbana per usi residenziali" (ARS.SG\_V). Entrambi, come riportato all'art. 15 del PSC, fanno parte del macro-ambito denominato "Territorio urbanizzabile" e la loro regolamentazione è descritta nel dettaglio al CAPO III dello stesso PSC. Le opere e gli interventi in oggetto sono subordinati alla preventiva acquisizione del permesso a costruire che si intende acquisire in conferenza di servizi da parte del Comune di San Giovanni in Persiceto per quanto attiene gli aspetti urbanistici.

### **5.3. Inquadramento geologico, geomorfologico, idraulico e idrogeologico**

Come meglio specificato nella Relazione geologica sono state condotte diverse tipologie di indagini per approfondire le caratteristiche del terreno. In particolare Dall'indagine geofisica effettuata il deposito di terreno ai sensi della TAB.3.2.II del DM 17/01/2018 può essere considerato appartenere alla categoria D "Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

La carta degli scenari della pericolosità idraulica estratta dall'autorità di bacino del Fiume PO all'interno del Piano di Gestione rischio alluvioni secondo ciclo dicembre 2019 indica che l'area di studio ricade in pericolosità "P3 elevata probabilità di inondazione". Si rimanda alla Relazione idraulica per ulteriori approfondimenti.

### **5.4. Inquadramento sismico**

Il territorio del Comune di San Giovanni in Persiceto, ai sensi dell'OPCM 3274/2003, è classificato come zona sismica di terza categoria. In base alla riclassificazione sismica della Regione Emilia Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 Aprile 2006, n° 3519, il Comune di San Giovanni in Persiceto rientra in Zona 3. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'allegato di riferimento.

### **5.5. Ubicazione dell'Intervento**

L'area interessata dall'intervento, indicata di seguito, è disponibile come elaborato "TAV 3.1 - Area di intervento".





**Figura 6.** Ubicazione del sito produttivo (fonte: Google Earth)

## **6. IL PROGETTO**

### **6.1. Criteri utilizzati per le scelte progettuali**

La società TOZZI GREEN S.p.A., con sede in località Mezzano, nel comune di Ravenna (RA) è specializzata in soluzioni, servizi e progetti per lo sviluppo d'impianti e per la generazione di energia da fonti rinnovabili, ed è tra gli attori protagonisti del mercato della produzione di energia.

In linea con le passate esperienze del gruppo, con le attuali strategie di sviluppo aziendale, con i chiari indirizzi della Comunità Europea e dello Stato italiano, nasce il progetto per la realizzazione di un hub di ricerca, sviluppo, produzione, stoccaggio, riconversione e distribuzione dell'idrogeno, alimentato da un impianto fotovoltaico da 8,982 MWp e relative opere di connessione alla rete di distribuzione di e-distribuzione di San Giovanni in Persiceto.

Oltre alla verifica di rispondenza ai requisiti normativi cogenti, le scelte progettuali per l'impianto in oggetto sono state definite guardando ai principali strumenti per la programmazione ambientale e strategica del territorio regionale.

La Regione Emilia-Romagna si è dotata di un Piano energetico regionale (PER), che approvato con Delibera dell'Assemblea legislativa n. 111 del 1° marzo 2017, fissa la strategia e gli obiettivi per clima ed energia fino al 2030 e si realizza attraverso un Piano triennale di attuazione (Pta) con cui si definiscono le linee operative triennali necessarie al raggiungimento degli obiettivi di lungo periodo previsti dal PER. Il piano fa propri gli obiettivi europei al 2020, 2030 e 2050, in materia di clima ed energia come driver di sviluppo dell'economia regionale, e in particolare:

- la riduzione delle emissioni climalteranti
- l'incremento della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di fonti rinnovabili
- l'incremento dell'efficienza energetica negli edifici, nel patrimonio pubblico, nei trasporti, nelle attività produttive.

La regione ha redatto Il Patto per il Lavoro e per il Clima nel Dicembre 2020, il quale si inserisce all'interno delle strategie del Paese e di quelle dell'Unione Europea verso la neutralità climatica al 2050 e di rilancio e transizione verso un'economia più sostenibile dal punto di vista ambientale e sociale. I punti chiave di programmazione per la transizione ecologica possono riassumersi nelle seguenti linee di intervento:

- Accompagnare la transizione ecologica delle imprese di ogni dimensione orientandone e incentivandone gli investimenti verso le energie rinnovabili e verso processi e prodotti a minor impatto ambientale, mettendole nelle condizioni di cogliere le opportunità della transizione verde attraverso aiuti mirati, semplificazioni normative e misure che sostengano il cambiamento verso modelli di produzione e consumi sostenibili.
- Sviluppare nuove filiere green con attenzione sia alla filiera clima/energia che alle filiere industriali di recupero dei materiali.

- Investire in ricerca e innovazione orientandola verso campi ad alto potenziale strategico come l'idrogeno, l'elettrico e la chimica verde.
- Costruire un team di ricerca e studio finalizzato al sostegno e alla definizione di progetti di finanza sostenibile e di impatto sociale coerenti con gli obiettivi del Patto.
- Accelerare la transizione energetica del comparto pubblico, sostenendo lo sviluppo dei Piani Energia Clima dei Comuni e percorsi di neutralità carbonica a livello territoriale, dando nuovo impulso all'adeguamento e all'efficientamento energetico dell'intero patrimonio pubblico.

Il progetto si inserisce anche nel contesto di una nuova mobilità sostenibile supportato dalla programmazione degli investimenti con un nuovo pacchetto di progetti green per il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza che permetta ad esempio di:

- incentivare e rafforzare le reti del trasporto pubblico, con particolare riferimento alle aree montane ed interne;
- valorizzare la capacità produttiva regionale, sostituendo i mezzi delle aziende TPL con veicoli più ecologici;
- promuovere l'uso della bicicletta anche attraverso la realizzazione di 1000 km di nuove piste ciclabili; incentivare gli investimenti per lo sviluppo della mobilità elettrica;
- sostenere la diffusione della mobilità privata verso "emissioni zero" anche attraverso l'installazione di 2.500 punti di ricarica entro il 2025;

Di fatto, la realizzazione del progetto costituisce una reale applicazione di alcuni degli obiettivi del PIANO, tra i quali la riduzione delle emissioni di gas serra e la razionalizzazione e riduzione dei consumi energetici.

Il progetto in oggetto si compone di tre parti fondamentali, interconnesse tra loro. Nello specifico nell'area del sito si troverà l'Hub di ricerca per lo studio e lo sviluppo di tecnologie connesse all'idrogeno, l'impianto di produzione e distribuzione idrogeno, il parco fotovoltaico. Nei paragrafi seguenti si riporta una descrizione specifica delle tre componenti costitutive del progetto.

## **6.2. HUB di ricerca**

Il layout architettonico nasce dal concetto della separazione visiva e fisica tra la strada e l'area oggetto di intervento. Una linea retta definisce nettamente tale separazione che è declinata sia dal punto di vista naturalistico che dal punto di vista materico. Il segno è composto da un filare arboreo che si trasforma in un muro materico dietro il quale vengono addossati i servizi tecnici degli uffici dell'Hub e, nel secondo tratto intervallato da un altro filare di pioppi cipressini viene schermata l'area a rischio dello stoccaggio dell'idrogeno.

Il muro avrà una consistenza e un colore che ben si legherà al contesto naturalistico in cui si inserisce l'intero complesso. In prossimità dell'area dedicata agli uffici il muro subisce uno "sfondamento" dettato da svassi di inclinazione e pendenza diversa che consegnerà una facciata vibrante grazie alle ombre portate che ne deriveranno. Sui grandi sguinci è previsto l'inserimento di una pelle metallica in lamiera stirata retroilluminata che darà un'ulteriore performance al prospetto e che restituirà, a livello visivo, la funzione estremamente tecnologica che si svolgerà all'interno dell'area.

Il muro sarà realizzato con profili metallici orditi secondo un telaio predefinito e sarà foderato da Aquapanel (o similare) proprio per avere la possibilità di intervenire sulla superficie con quell'intonachino che restituirà l'immagine GREEN ricercata in fase di concept.

L'Hub uffici è progettato con struttura metallica e con tamponamenti parzialmente a secco e sarà caratterizzato da un portico sui tre lati liberi che, oltre ad assolvere pienamente alla funzione di schermatura solare restituisce un luogo piacevole dove poter sostare e rilassarsi negli intervalli lavorativi.

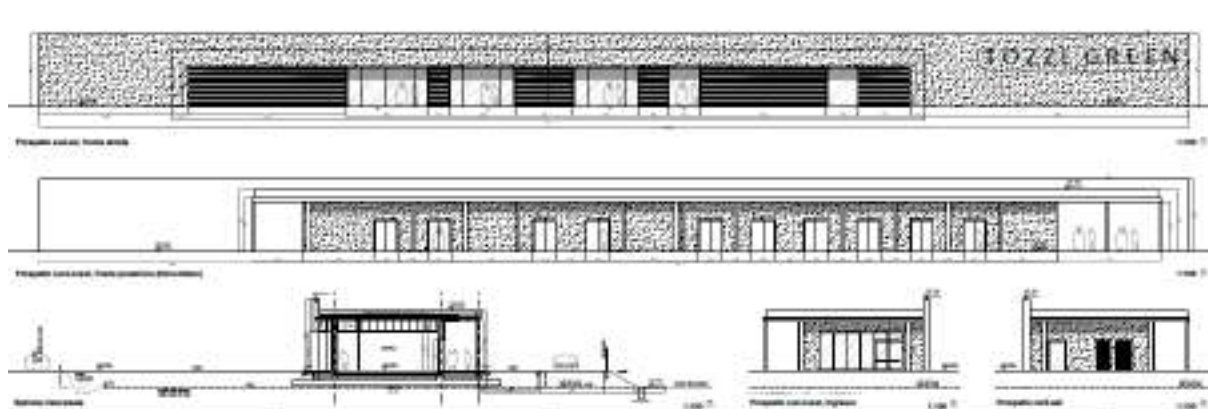
La stratigrafia del muro perimetrale è la seguente, partendo dall'esterno avremo cm 12 di cappotto in eps, poroton da 25 e una controparete interna a doppia lastra di cartongesso che consentirà un facile passaggio di eventuali ripartizioni impiantistiche.

I serramenti, che rispondono a livello normativo per quanto riguarda trasmittanza e fattore solare, sono caratterizzati dal monoblocco tipo Hella al fine di garantire una facile e rapida installazione oltre a garantire il completo isolamento evitando ponti termici.

Le partizioni interne saranno in cartongesso (doppia lastra con idrolastra nei locali umidi) e pareti vetrate serigrafate per garantire la privacy negli uffici.

Il nuovo fabbricato costruito, si affaccia sulla strada provinciale, circa al km 32. Catastralmente è individuato al foglio 22, mappale 15, 143 e 147. La costruzione sorgerà insieme ad un impianto fotovoltaico volto alla produzione e distribuzione dell'idrogeno, i cui impianti circonda la struttura. Frontalmente ci sarà un altro distributore di carburante anch'esso circondato da campi coltivabili.

La costruzione ha una dimensione in pianta di circa 57 m per 12 m, si eleva di un solo piano fuori terra e si conclude con una copertura piana alla quota di circa 4 m. La tipologia strutturale è in acciaio rinforzata da controventi concentrici in entrambi le direzioni. I telai hanno un'altezza di 3.5m e la lunghezza della campata maggiore è di 8 m. La fondazione è costituita da una platea di conglomerato cementizio armato, con una sezione di 40 cm.

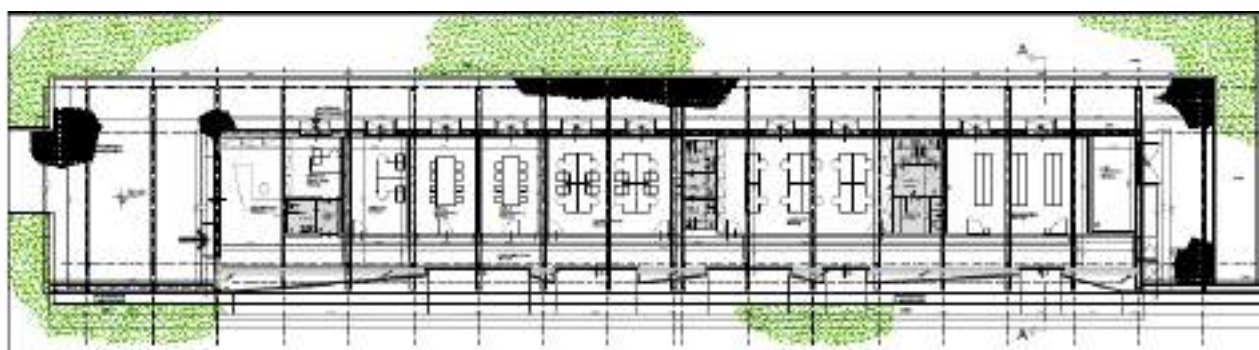


**Figura 7.** Prospetto Hub di ricerca – Estratto TAV 3.0

### **6.2.1. Pianta, Prospetti, Sezioni**

Allo scopo di illustrare la pianta, prospetti e sezioni del fabbricato in progetto, vengono di seguito riportati alcuni estratti disponibili nella seguente documentazione di progetto:

- TAV.3.71 – Piante di progetto-laboratorio di ricerca;



**Figura 8.** Pianta architettonico – estratto TAV. 3.0

### **6.2.2. Progetto della struttura in elevazione**

La struttura portante è realizzata in acciaio S275JR per entrambe i blocchi. Tale tipologia strutturale consente una maggior libertà progettuale in quanto la struttura non vincola la forma

dell'edificio: è possibile creare grandi luci e limitare al minimo il numero dei pilastri senza porre quindi vincoli al concept architettonico. Inoltre, la struttura risulta più leggera snella rispetto ad una in c.c.a. consentendo di utilizzare fondazioni superficiali meno costose.

Lo schema statico alla base della concezione strutturale è quello del telaio costituito da una componente orizzontale che poggia su due piedritti. La connessione tra colonna e trave consente solo in alcuni casi la trasmissione di momenti flettenti, ovvero per i telai della direzione corta, dove la trave è continua, e si compone di uno sbalzo di circa 1 m, una campata di 8m e uno sbalzo di altri 3m, quest'ultimo in corrispondenza dei controventi diventa ha un punto di appoggio esterno. Nella direzione ortogonale vi sono altri telai con campata di 4 m con schema statico appoggio-appoggio.

Il solaio di copertura, accessibile solo per manutenzione, è realizzato con lamiera grecata e soletta collaborante armata, connessa alla trave principale da pioli di collegamento.

Gli elementi verticali sono vincolati al piede con degli incastri.

### 6.3. Impianto di produzione di idrogeno

Le nuove tecnologie seguono le varie esigenze del mondo produttivo, oggi in continuo cambiamento. L'idrogeno è una fonte a emissioni zero di carburante per treni, autobus, camion, automobili, carrelli elevatori e navi. È anche usato come gas di alimentazione per industrie come l'acciaio e la raffinazione. Inoltre, è una fonte di calore ed energia per gli edifici e un buffer ideale per immagazzinare l'energia generata da fonti rinnovabili.

Le applicazioni di elettrolizzatori possono essere diversificate in base ai sistemi ad essi integrati, tra cui l'immissione di idrogeno nella rete del gas naturale oppure, come in questo caso, l'utilizzo di idrogeno verde prodotto attraverso l'energia derivante da fonti rinnovabili come carburante alternativo.

Nel presente progetto si prevede quindi la realizzazione di un impianto di produzione idrogeno per elettrolisi ed una stazione di rifornimento idrogeno con una capacità tale da poter alimentare circa 4-5 autobus ad uso urbano e/o extra-urbano al giorno. Per questa tipologia di mezzi la pressione di alimentazione del carburante deve avvenire oltre i 350 bar (per le autovetture invece la pressione di alimentazione deve essere di circa 700 bar).

Da dati di letteratura si registra che gli autobus ad idrogeno attualmente in circolazione sono in grado di stoccare circa 37,5 kg di idrogeno, con cui sono in grado di raggiungere un'autonomia di circa 300-350 km.

A seguire si allega estratto scheda tecnica dell'autobus di riferimento, modello Solari Urbino 12 Hydrogen, simile od equivalente.

Urbino 12 hydrogen		• standard • option
Driveline system	<b>Motor</b>	•
	electric portal axle ZF AVE130 2x125 kW (*)	
	<b>Hydrogen fuel cell</b>	
	70kW	•
	<b>Traction batteries</b>	
	lithium-ion	•
	<b>Hydrogen tanks</b>	
	composite tanks 5 x 312 l	•
	<b>Charging system</b>	
	plug-in	•

**Figura 9.** Scheda tecnica di riferimento autobus idrogeno



Il volume di stoccaggio di un singolo autobus prevede:

- n°5 x 312 l pari a 1560 litri circa

Considerando la densità dell'idrogeno a 15°C e 350 Bar abbiamo 24,023 kg/m<sup>3</sup> <sup>1</sup>

Da cui la carica completa di un autobus corrisponde a circa:

- 1,56 m<sup>3</sup> x 24,023 kg/m<sup>3</sup> = 37,47 kg H<sub>2</sub>

Considerando poi un consumo medio di 10,5 kg/100 Km di un autobus tipo Solaris Urbino 12 hydrogen, si ottiene un'autonomia massima di circa 356,9 km.

Considerando l'applicazione, nel comune di San Giovanni di Persiceto (BO) si stima che un autobus urbano sia esercito per circa 14 ore, dalle ore 6:00 alle ore 20:00.

Considerando poi la velocità media di un autobus pubblico, pari a 20.7 km/h<sup>2</sup> si ottiene una percorrenza pari a circa 289,8 km/gg

- Percorrenza media 289,8 km/gg < Percorrenza massima pari a circa 356,9 km/gg
- Consumo medio 27,6 kg H<sub>2</sub>/gg < Capacità serbatoio 37,47 kg H<sub>2</sub>

I dati sopra riportati, in base dalle informazioni ricevute dai fornitori, sono coerenti con l'esperienza relativa al distributore di Bolzano in cui attualmente sono attivi n°5 autobus ad idrogeno.

Partendo pertanto da questi starting-point il distributore prevede di avere una capacità produttiva giornaliera pari a:

- 37,47 kg H<sub>2</sub> x 4 = 149,6 kg H<sub>2</sub> / gg  $\cong$  150 kg H<sub>2</sub> / gg

La produzione di idrogeno prevista dall'impianto di elettrolisi in progetto sarà quindi di 80 Nm<sup>3</sup>/h, pari a circa 150 kg/giorno da produrre in circa 20 ore di funzionamento dell'elettrolizzatore che avrà pertanto una produttività massima di circa 7,5 kg/h.

---

<sup>1</sup> Fonte NIST - <https://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/>

<sup>2</sup> Fonte Elaborazione del Centro Ricerche Continental Autocarro basato su dati Istat. Il dato di 20.7 km/h si riferisce alla regione Emilia Romagna



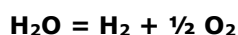
Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una sola colonna di rifornimento destinata agli autobus di trasporto urbano, con la possibilità eventuale in un futuro prossimo di aggiungerne una adiacente per il rifornimento di auto private.

### **6.3.1. Principio di funzionamento del processo**

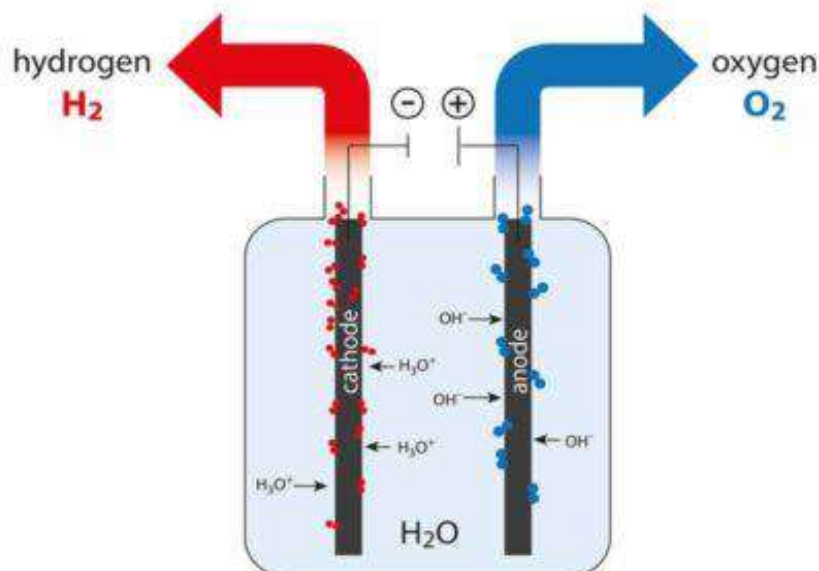
L'elettrolisi è un'opzione promettente per la produzione di idrogeno da risorse rinnovabili. Nella cella elettrolitica l'elettrodo collegato al polo negativo del generatore viene denominato catodo mentre l'elettrodo collegato al polo positivo viene denominato anodo.

Quando i due elettrodi, collegati ai poli del generatore, sono immersi nella soluzione, in questa si verifica una doppia migrazione degli ioni presenti nell'elettrolita: gli ioni positivi, i cationi, vengono attratti dall'elettrodo negativo ovvero dal catodo dove acquistano elettroni riducendosi mentre gli ioni negativi, gli anioni, vengono attratti dal polo positivo, l'anodo dove cedono elettroni ossidandosi.

L'elettrolisi dell'acqua è in grado di produrre idrogeno e ossigeno secondo la seguente reazione:



Per eseguire l'elettrolisi dell'acqua pura si deve tenere conto che essa è un cattivo conduttore e ciò rende impossibile qualunque processo elettrolitico. Per aumentare la conducibilità dell'acqua si deve aggiungere un opportuno elettrolita in grado di dissociarsi in ioni. Tra differenti tipi di elettroliti, quelli alcalini funzionano mediante il trasporto di ioni idrossidi attraverso l'elettrolita dal catodo all'anodo, con l'idrogeno che viene generato sul lato del catodo. Nella figura seguente si riporta uno schema esemplificativo del funzionamento di una cella elettrolitica.



**Figura 10.** Schema di una cella elettrolitica

### **6.3.2. Impianto di produzione**

L'impianto di produzione idrogeno sarà composto da 3 elementi principali:

1. Elettrolizzatore
2. Sistema di compressione
3. Serbatoi di stoccaggio

Tutte le apparecchiature saranno fornite di certificazione di conformità alle seguenti norme (dove applicabili):

- 2004/30/UE Compatibilità elettromagnetica
- 2006/42/CE Direttiva macchine
- EN60204-1 Sicurezza dell'equipaggiamento elettrico
- 2014/68/EU Direttiva PED
- 2014/34/UE Direttiva Atex

#### **Elettrolizzatore**

L'elettrolizzatore, come detto, è il cuore dell'impianto, con la funzione di produrre idrogeno verde per elettrolisi appunto.

L'elettrolizzatore sarà fornito con integrazione di sistemi di gestione dell'energia, adatto a trattare l'energia derivata dal campo fotovoltaico.

Il sistema è progettato per massimizzare l'automaticità delle operazioni e con una logica "failsafe", basandosi su due unità principali: quella di processo e l'unità di potenza. L'unità di processo contiene tutte le apparecchiature, le tubazioni, connessioni e la strumentazione necessarie per eseguire il processo di elettrolisi. Il sistema di monitoraggio e controllo, basato su un controllore logico programmabile (PLC), è integrato con l'unità di potenza. Di seguito vengono descritti i diversi componenti che costituiscono il sistema.

#### *Stack*

Lo stack di celle di tipo PEM costituisce il cuore del processo. Tale sistema è composto da celle elettrolitiche bipolari poste in serie operanti sotto pressione. L'idrogeno e l'ossigeno sono prodotti nelle celle dall'azione di una corrente continua (DC), che scinde l'acqua secondo la seguente reazione di idrolisi sopra riportata.

In base al rapporto stechiometrico dei prodotti si evince che il volume di idrogeno generato sarà il doppio di quello dell'ossigeno.

La scissione dell'acqua richiede un consumo elettrico teorico di circa 3,55 kWh/Nm<sup>3</sup> di idrogeno, che è fornito dal flusso di corrente continua, con un consumo reale effettivo di circa 4,8 kWh per ogni Nm<sup>3</sup>/h prodotto; una frazione della potenza totale viene persa e rilasciata sotto forma di calore.

L'efficienza viene quindi misurata confrontando il consumo elettrico teorico con quello reale. L'idrogeno e l'ossigeno generati fluiscono nei serbatoi separatori assieme all'acqua, nei quali la fase gassosa si separa dalla fase liquida, che viene così reintegrata nel sistema costituendo un circuito chiuso.

I due gas vengono poi filtrati passando attraverso filtri separatori per la rimozione dell'umidità, prima di essere rilasciati dall'unità.

L'impianto sarà suddiviso in due strutture comprensive di:

- Elettrolizzatore di tipo PEM;
- Sistema di purificazione dell'acqua;
- Sistema di controllo della temperatura;
- Controllore di tipo PLC;
- Purificazione dell'idrogeno.



**Figura 11.** Elettrolizzatore di tipo PEM



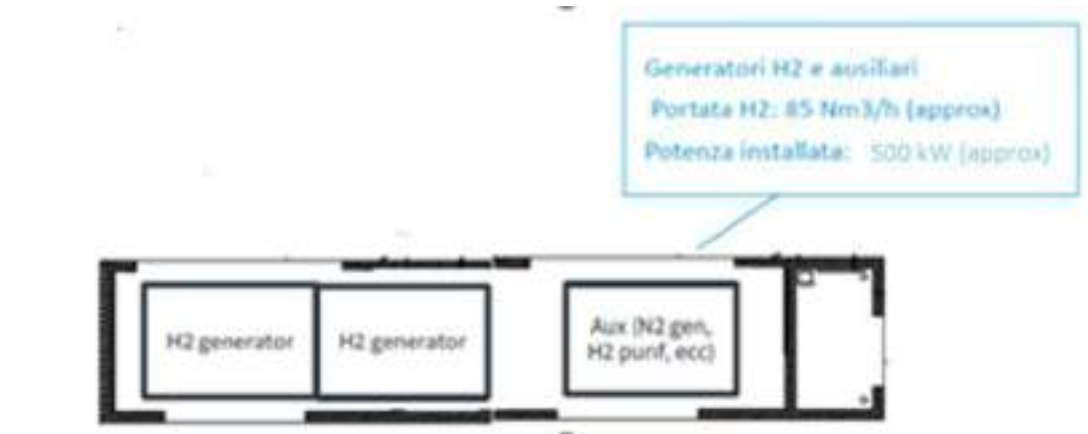
**Figura 12.** Configurazione tipica del sistema di produzione di idrogeno (immagine esemplificativa)

Il sistema produttivo sarà contenuto in due container forniti di un sistema di condizionamento ad aria, necessario per mantenere un'adeguata ventilazione all'interno delle strutture.

La soluzione proposta prevede un sistema di Generatori di H<sub>2</sub> con le seguenti caratteristiche:

Capacità produttiva idrogeno	80 – 85 Nm <sup>3</sup> /h
Dimensioni	N2 x 1700x2600x2400
Potenza installata	500 kW circa

Il sistema sarà allocato in due cabinati da 20 piedi.



**Figura 13.** Configurazione tipica del container "Elettrolizzatore" (immagine esemplificativa)

### *Fornitura dell'acqua*

L'acqua necessaria all'elettrolisi viene prelevata direttamente dall'acquedotto per poi essere sottoposta ad un trattamento di purificazione ad osmosi prima dell'invio ai serbatoi di servizio direttamente a bordo macchina. L'acqua demineralizzata viene trasferita quindi nel sistema elettrolitico, quando richiesto dal processo stesso. La conducibilità residua dell'acqua osmotizzata dovrà essere inferiore a quella richiesta dall'elettrolizzatore, sarà cura del fornitore dimensionare l'impianto di trattamento dell'acqua al fine di garantire tale scopo. La linea dell'acqua di alimentazione sarà derivata dal locale tecnico presente nell'HUB di ricerca, dove sarà anche prevista l'installazione di apposito contatore.

### *Sistema di controllo*

L'unità di elettrolisi utilizza un controllore logico programmabile (PLC) per gestire il processo. Il controllore permette di gestire l'impianto senza l'intervento di un operatore, a parte l'accensione o lo spegnimento, o di essere informati di eventuali sorgenti di allarme.

Il controllore è programmato per correggere e monitorare i parametri di processo al fine di mantenere le fasi del sistema sicure ed efficienti.

Le condizioni di lavoro in termini di temperatura, pressione e livello del liquido, sono fornite al controllore per mezzo di specifici strumenti di misura integrati nel sistema di elettrolisi, che poi genera segnali in uscita diretti agli specifici dispositivi di controllo. In caso di condizioni di processo anomale, il controller interromperà la produzione di gas e attiverà i relativi allarmi.

In tali condizioni, i gas vengono automaticamente rimossi mediante iniezione di gas inerte (azoto). La gestione dell'intero sistema di monitoraggio e di controllo remoto è affidata ad un software presente su PC dedicato.

### *Fornitura di energia elettrica e controllo*

Il tasso di produzione di idrogeno è proporzionale al flusso in corrente continua che attraversa lo stack. Questo può essere impostato e regolato in un intervallo compreso tra il 20% e il 100% della capacità di elettrolisi. La tensione di stack, che è correlata all'efficienza della cella, è uno dei parametri visualizzati su un pannello di controllo, insieme ai dati del flusso di corrente.

### *Analisi dei gas prodotti*

La purezza dell'idrogeno e dell'ossigeno viene monitorata tramite analizzatori dedicati. Sono presenti allarmi che si attivano quando la composizione del gas (% di ossigeno nell'idrogeno e % di idrogeno nell'ossigeno) raggiunge il livello di soglia definito in funzione del limite di esplosività al fine di garantire la sicurezza intrinseca del sistema i livelli limite di esplosività.

### *Sistemi di sicurezza*

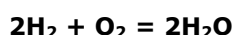
Gli elettrolizzatori sono progettati con una considerazione prioritaria in termini di sicurezza dell'operatore e del sistema. Il sistema si trova in un contenitore o skid costituito da due camere/aree separate, una in cui è presente l'unità di processo e una in cui è presente l'unità di potenza. Una doppia parete, con doppi passacavi, separa le due stanze.

La camera di processo è sottoposta a ventilazione forzata per eliminare ogni possibile traccia di idrogeno. I componenti della parte elettrica sono selezionati in relazione alle prescrizioni di sicurezza già descritte, seguendo le relative regolamentazioni tecniche.

### *Purificazione dell'idrogeno*

Per ottenere un'elevata purezza dell'idrogeno, con contenuti di acqua e ossigeno nell'ordine del PPM, il gas deve essere purificato in una sezione apposita del processo.

La sezione di purificazione è composta da filtri per la rimozione dell'acqua residua, un reagente catalitico per la rimozione del contenuto di O<sub>2</sub> e da due essiccatori per la rimozione dell'acqua. Il reattore (disossidante) favorisce la reazione di una piccola frazione di O<sub>2</sub> con una frazione stechiometrica di H<sub>2</sub>, producendo acqua come segue:



Per aumentare la conversione dell'ossigeno in acqua, l'idrogeno viene riscaldato fino a 40°C da un riscaldatore elettrico. La reazione genera calore, pertanto è necessario raffreddare il gas in uscita attraverso uno scambiatore di calore. La condensa formata dal raffreddamento viene rimossa all'interno di un filtro coalescente posto a valle dello scambiatore.

L'idrogeno disossidato, saturo di umidità, viene alimentato a due adsorbitori, utilizzati alternativamente: mentre il primo disidrata il gas, il secondo è in rigenerazione. Al termine della fase attiva, gli essiccatori invertono il loro funzionamento. La rigenerazione è dovuta al processo TSA, dove il letto di allumina viene preventivamente riscaldato a 150 °C-180 °C per rilasciare acqua; successivamente, un flusso di gas secco fluisce attraverso il serbatoio per rimuovere l'acqua in eccesso e raffreddare l'allumina sotto i 35°C.

### **Compressione**

A valle della produzione dell'idrogeno, lo stesso sarà inviato all'unità di compressione. Come detto in precedenza, visto l'utilizzo finale previsto dell'idrogeno (autotrazione bus), la pressione finale di utilizzo dovrà raggiungere i 350 bar. Per questo è necessario prevedere una stazione di compressione fino a 450/500 bar.



**Figura 14.** Configurazione tipica del container "compressione"(immagine esemplificativa)

Il sistema di compressione previsto è costituito da un booster alternativo a pistoni per idrogeno con trasmissione idraulica. La trasmissione idraulica permette di eliminare volani, alberi a gomito, teste a croce e rende possibile interrompere l'erogazione del gas istantaneamente mentre il motore continua a girare in folle per riprenderla in qualsiasi momento senza alcuna necessità di sfiatare il compressore.

I componenti principali del compressore sono un cilindro idraulico e due cilindri gas. Un'asta in acciaio collega il pistone dell'olio con i due pistoni gas. La pressione dell'olio sul pistone dell'olio muove l'asta e il gas viene compresso nei cilindri appositi. L'unica parte mobile è l'asta. Con questa semplice costruzione orizzontale tutte le forze sono nella stessa direzione e sono bilanciate dall'olio idraulico.

Il pistone del compressore nel suo moto alternativo lavora a una velocità molto inferiore rispetto a quella di altre tipologie di compressori; questo riduce l'usura degli organi di tenuta ed aumenta la vita di tutti i componenti in quanto essi sono sottoposti ad un numero inferiore di cicli di lavoro, cioè al massimo 20 40 corse al minuto.

Tali condizioni di lavoro permettono l'utilizzo di pistoni gas a secco, privi cioè di un sistema di lubrificazione forzata, garantendo quindi anche un livello di purezza dell'idrogeno per mancanza di contaminazioni. I compressori saranno certificati PED e conformi alla normativa ATEX.





**Figura 15.** Esempio sistema di compressione (immagine esemplificativa)

Il sistema di compressione sarà allocato in cabinato da 20 piedi.



**Figura 16.** Esempio cabinato per sistema di compressione (immagine esemplificativa)



### **Dotazioni dei compressori**

I compressori sono forniti completi di:

- Cilindro di compressione completo di filtro sull'aspirazione, valvole di sicurezza in aspirazione e mandata, valvola di ritegno in mandata, valvole attuate pneumaticamente in aspirazione e mandata per isolare il compressore in caso di emergenza;
- Gruppo di trasmissione idrostatica con motore elettrico Eexde IIC
- Scambiatori di calore gas interfase e di mandata e scambiatore di calore olio
- Pannello di controllo
- Quadro elettrico: per l'alimentazione di potenza del compressore e per realizzare la logica di funzionamento automatico, sarà fornito un quadro elettrico IP55 con PLC e pannello operatore grafico touchscreen. Sarà possibile collegarsi in remoto sia con VNC sia con TCP/IP

L'attrezzatura e la strumentazione dei compressori includono:

- Manometro di aspirazione
- Pressostato di aspirazione
- Manometro di mandata
- Pressostati di mandata (normali e di sicurezza)
- Trasduttori di pressione
- Termostato di massima temperatura olio
- Livello minimo dell'olio
- Valvole di sicurezza

Tutti gli strumenti sono alimentati a sicurezza intrinseca.

Le tubazioni del gas a bordo macchina e le valvole necessarie per l'automazione sono realizzate in acciaio inox. In aspirazione e mandata del compressore saranno presenti valvole attuate pneumaticamente con ritorno a molla per l'isolamento del compressore in caso di emergenza.

Il sistema è idoneo a partire e ad arrestarsi in qualunque condizione di carico restando sotto pressione senza necessità di essere sfiatato ogni volta. In virtù della trasmissione idrostatica a bassa frequenza non sono richieste fondazioni o fissaggi di alcun tipo.

A servizio del sistema di compressione sarà inoltre installato un sistema di raffreddamento a circuito chiuso, a glicole. Le cooling unit saranno installate all'aperto in zona sicura.

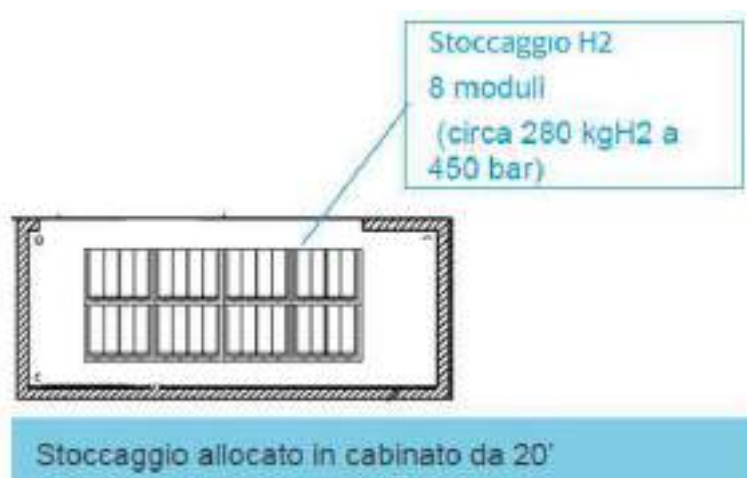
Il sistema di raffreddamento garantisce il raffreddamento del compressore e del gas interstadio e in mandata agli erogatori, e comprende:

- pannello radiatore di adeguata superficie con ventilatore
- pompa di ricircolo di adeguata portata per la circolazione del glicole nel compressore e nel radiatore

### **Stoccaggio idrogeno**

L'idrogeno compresso sarà immagazzinato in apposito sistema di stoccaggio, costituito da 8 moduli allocati in cabinato da 20'.

La pressione di stoccaggio è di 450 bar, i moduli possono contenere fino a 280 kg di H<sub>2</sub> complessivamente.



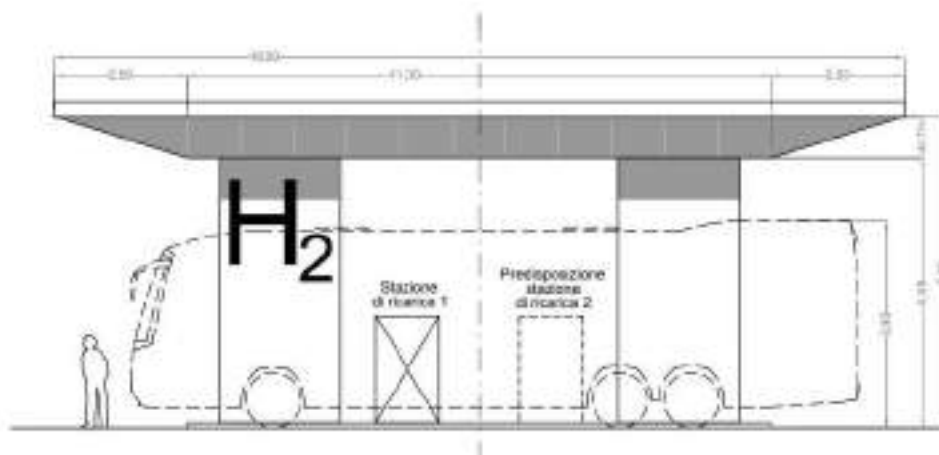
**Figura 17.** Esempio cabinato per sistema di stoccaggio (immagine esemplificativa)

Durante la redazione del progetto esecutivo, sarà cura del fornitore verificare la necessità di inserire anche uno stoccaggio a bassa pressione e verificare la taglia dello stoccaggio ad alta pressione, in funzione della tecnologia del compressore adottato.

Rimane tuttavia il limite massimo di 280 kg H<sub>2</sub> a 450 Bar, come valore non superabile, ai fini dell'autorizzazione di prevenzione incendi.

### **6.3.3. Impianto distribuzione**

Il distributore avrà la configurazione tipica di un classico distributore stradale, con impianto di erogazione installato sotto copertura. Al momento è prevista la realizzazione di un'unica unità di erogazione, con predisposizione per un'eventuale seconda unità.



**Figura 18.** Distributore idrogeno – vista frontale

L'erogatore comprende

- le valvole di rifornimento (valvola principale e rampa regolatore),
- il misuratore di pressione e temperatura
- il flussometro.
- giunto a rottura
- Tubo di rifornimento ad alta pressione
- Raccordo di riempimento
- Schermo ed unità di controllo



**Figura 19.** Colonnina erogazione idrogeno (immagine esemplificativa)

## Caratteristiche tecniche erogatore

N. unità di erogazione	1
Tempo medio per singolo rifornimento	15 min
Quantità di carica	37,4 kg H <sub>2</sub>
Pressione di carica	350 bar

#### **6.4. Impianto fotovoltaico**

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione presso la CP di San Giovanni in Persiceto (BO). L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita agli inverter di stringa, le linee vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà poi la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascuna cabina verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto (affiancata alla cabina di consegna dell'ente distributore), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione, presso la nuova cabina di consegna.

L'impianto fotovoltaico in oggetto avrà una potenza nominale pari a 8,982 MWp, quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n.2 sottocampi di potenza pari a 3,006MWp e 5,976 MWp, pari al prodotto tra il numero totale dei moduli da utilizzare e la potenza nominale del singolo modulo:  $14.970 \text{ moduli} \times 600 \text{ W/modulo} = 8,982 \text{ MWp}$ .

I moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche infisse nel terreno tramite la tecnica del battipalo. Tali strutture saranno collegate all'impianto generale di messa a terra dell'impianto.

L'impianto sarà costituito da n.499 stringhe ciascuna formata da n.30 pannelli collegati in serie.

Il sezionamento e la protezione delle stringhe saranno realizzati mediante quadri elettrici di campo opportunamente accessoriati.

Il gruppo di conversione da corrente continua a corrente alternata dell'energia elettrica prodotta sarà costituito complessivamente da n. 33 inverter di potenza massima pari a 250kVA. A ciascun inverter afferisce una quota-parte del generatore fotovoltaico (circa 15 stringhe).

Gli inverter sono raggruppati assieme tramite due cabine di trasformazione (cabina A e B) opportunamente dislocate all'interno dell'area di proprietà del committente. Ogni cabina ospiterà il quadro di Bassa Tensione di parallelo e misura dell'energia elettrica di ogni sottocampo, il trasformatore innalzatore 0,8/15kV, il quadro MT di distribuzione.

Le "cabine di trasformazione" saranno in muratura e dotate di adeguato impianto di terra. Le cabine sono dislocate all'interno del campo fotovoltaico in maniera da ottimizzare le perdite elettriche sui vari elementi costituenti l'impianto di generazione e trasformazione.

Sarà inoltre presente la cabina di ricezione utente affiancata alla cabina di consegna dell'ente di distribuzione, che conterrà un trasformatore con potenza nominale di 800 kVA.

**6.4.1. Moduli fotovoltaici**

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli in silicio monocristallino la cui potenza di picco è pari a 600 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 30, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1329 V alla temperatura di 0°C fino ai 1141 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet.

- La connessione fra i moduli avverrà con cavi (in classe di isolamento II) terminati all'interno delle cassette di terminazione dei moduli (grado di protezione IP55);
- I connettori dovranno essere realizzati con materiali resistenti a raggi UV ed in modo tale da garantire, come gli altri componenti dell'impianto, una vita utile di almeno 25 anni;
- I cavi di energia saranno dimensionati in maniera tale da contenere la caduta di tensione entro il valore massimo del 2% e le perdite di potenza entro il massimo dell'1%;
- La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore sarà calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8/5;
- La discesa dei cavi in percorsi interrati sarà protetta meccanicamente mediante installazione in tubi metallici o plastici con adeguata resistenza.

I cavi saranno interrati in tubi corrugati a doppia parete, interrotti da appositi pozzetti, allo scopo di consentire la sfilabilità dei cavi.

RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO

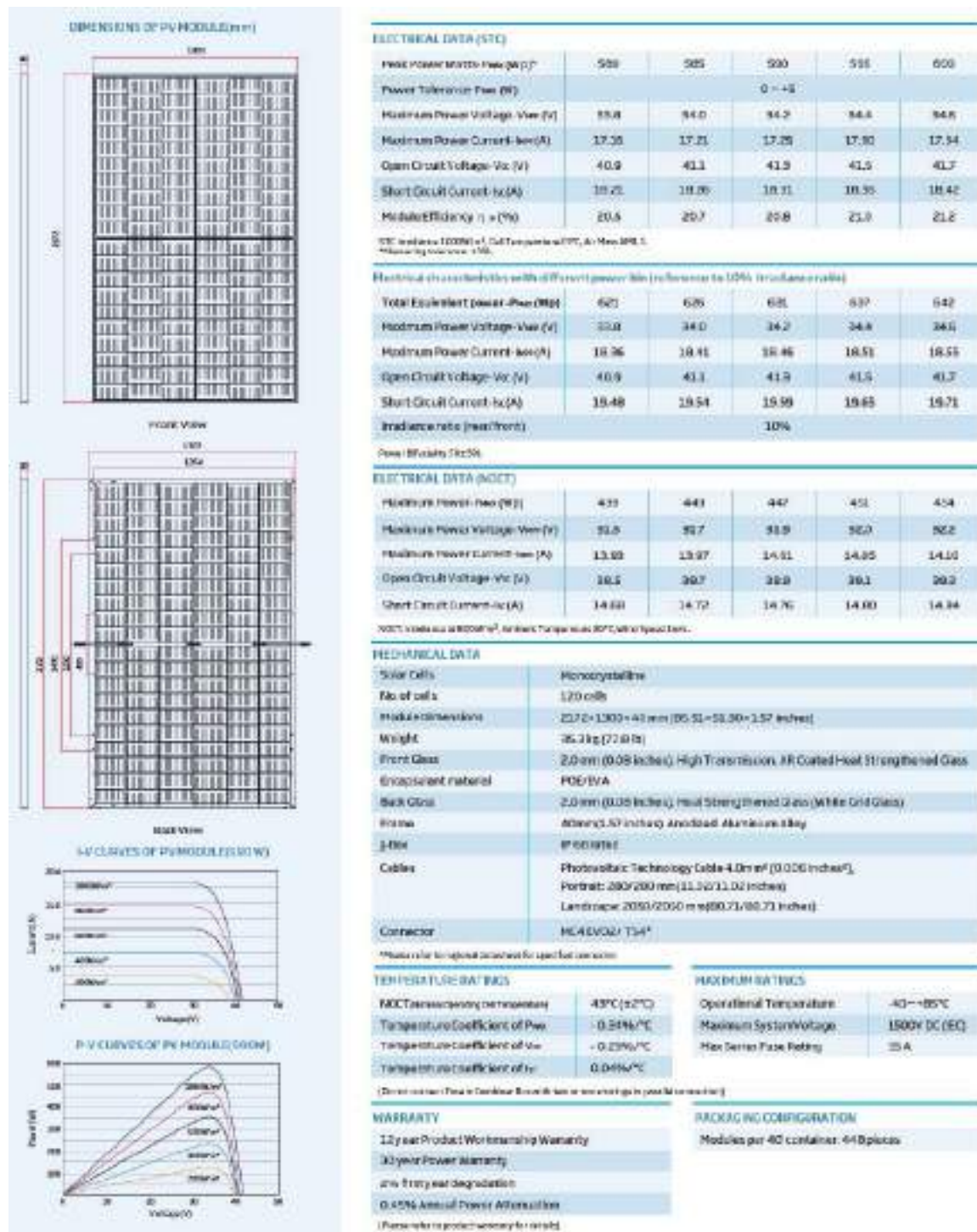


Figura 20. Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti in progetto sono del tipo "monofacciali", con vetro da 2,0 mm.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa



struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

#### **6.4.2. Cabina di trasformazione**

Gli inverter saranno installati in campo nelle vicinanze delle relative stringhe di pannelli. L'inverter ha la funzione di trasformare l'energia prodotta in corrente continua dai pannelli, in energia in corrente alternata.

L'energia prodotta dagli inverter in corrente alternata sarà "trasportata" tramite appositi cavi in cabina di trasformazione.

I cavi provenienti dagli inverter saranno collegati al quadro generale di bassa tensione di cabina.

Il quadro di bassa tensione a sua volta alimenta il trasformatore innalzatore che ha la funzione di adeguare la tensione al livello della rete di distribuzione in Media Tensione (15kV - MT).

Il trasformatore elevatore sarà a sua volta connesso ad un quadro di Media Tensione che svolge la funzione di protezione ed interfacciamento verso la cabina di consegna dell'ente distributore.

Le cabine saranno realizzate in muratura e saranno dotate di locali separati per le apparecchiature di Media Tensione, Bassa Tensione e Controllo.

Le cabine utente di trasformazione presenti in impianto saranno le seguenti:

- Cabina A
- Cabina B

Sarà inoltre presente la cabina di ricezione utente affiancata alla cabina di consegna dell'ente di distribuzione, che conterrà un trasformatore con potenza nominale di 800 kVA.

Tali cabine sono posizionate secondo il layout generale di impianto identificato dai relativi documenti di progetto e riportato nella figura sotto:



## RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO



**Figura 21.** Layout generale di impianto

Tutte le apparecchiature all'interno delle cabine saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Le cabine saranno equipaggiate del relativo impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento delle apparecchiature. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza e il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quegli accorgimenti atti a garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale che sia l'ambiente di installazione.

Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Le cabine saranno dotate di adeguato sistema di raffreddamento quale aria condizionata per i locali MT, BT e controllo e ventilazione per i locali trasformatori.

### 6.4.3. Inverter

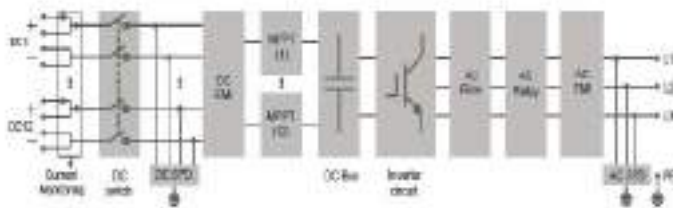
In progetto sono previste n.33 inverter con potenza nominale di 250kVA/cad.



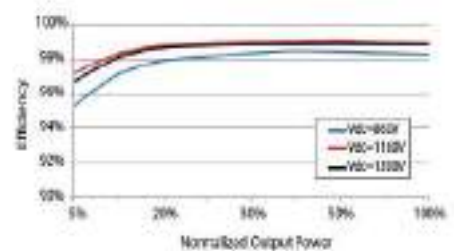
**Figura 22.** Inverter

Ciascun inverter è dotato di 12 MPPT per una ottimale conversione dell'energia elettrica. Di seguito si riportano i dati tecnici.

#### CIRCUIT DIAGRAM



#### EFFICIENCY CURVE



**Figura 23.** Dati tecnici inverter - 1

## RELAZIONE GENERALE DI PROGETTO

Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V - 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V - 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 - 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 - 55 Hz 60 Hz / 55 - 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power) < 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	= 0.99 / 0.9 leading - 0.9 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type III
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 690 * 363 mm
Weight	90kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 - 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	3000 m (+ 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth + App
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4 Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> )
AC connection type	DT/DT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62103, IEC 60066, IEC 61683, VDE-AR-N 4105:2016, VDE-AR-N 4120:2016, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2016, P.O.2.3, ITE CR5 772-120/3
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

**Figura 24.** Dati tecnici inverter – 2

**6.4.4. Quadro di parallelo BT**

Presso ciascuna cabina di trasformazione sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore elevatore.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni delle linee elettriche.

Inoltre, sarà collegato a tale quadro il contatore M2 per la contabilizzazione dell'energia prodotta dal relativo sottocampo.

**6.4.5. Trasformatore BT/MT**

Nelle cabine di trasformazione saranno installati trasformatori BT/MT ad olio 0,8/15kV di potenza pari a 3150 kVA o superiore.

Tutti i trasformatori saranno del tipo ad olio, sigillati ermeticamente, installati su apposita vasca raccolta oli, idonei per l'installazione in interno ed esterno.

I trasformatori avranno una tensione di corto circuito (Vcc) tale da limitare la corrente di corto circuito sul lato BT e conseguentemente sul lato MT come richiesto dalla CEI0-16.

Sarà predisposto un sistema di inserzione temporizzata per i trasformatori in modo da evitare l'inserzione di tutti i trasformatori contemporaneamente e rispettare le prescrizioni della CEI0-16.

**6.4.6. Quadri di media tensione**

All'interno della cabina di ricezione utente sarà alloggiato il quadro principale di Media Tensione sul quale di troveranno i dispositivi DG (Dispositivo Generale) e DDI (Dispositivo DI Interfaccia) necessari, secondo CEI0-16, all'interfacciamento dell'impianto utente verso la rete del distributore. Oltre a tali apparecchiature sarà presente la protezione per il trasformatore di alimentazione del generatore di idrogeno, distributore di idrogeno e HUB di ricerca.

All'interno delle cabine di trasformazione del parco fotovoltaico verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore di linea e sez. di terra);
- n.1 unità di protezione trafo (sezionatore di linea, interruttore e sez. di terra);
- n.1 unità di partenza (sezionatore di linea, interruttore e sez. di terra)
- n.1 unità di protezione trasformatore ausiliario

L'unità di partenza e quella del trasformatore ausiliario non saranno presenti nella cabina B in quanto terminale.

Il quadro avrà tensione nominale di 24kV, corrente nominale di 630A e corrente di corto circuito di 20kA/1s.

**6.4.7. Quadri servizi ausiliari e trasformatore BT/BT**

La cabina di trasformazione sarà dotata anche di un sottoquadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina quali: illuminazione, FM, condizionamento, etc ...

Tale quadro sarà alimentato da un trasformatore BT/BT 0,8/0,4kV collegato al quadro di parallelo dell'inverter (cabina B) o da un trasformatore 15/0,4kV alimentato dalla rete MT (cabina A). Tale trasformatore sarà di tipo a secco e contenuto in apposito contenitore con grado di protezione minimo pari a IP21.

#### **6.4.8.      *UPS per servizi ausiliari***

Verrà installato all'interno della cabina di trasformazione un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base, al quale viene collegato una battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base.

#### **6.4.9.      *Sistema centralizzato di comunicazione***

Presso ciascuna cabina di trasformazione verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali, etc ....

#### **6.4.10.    *Cavi di potenza MT e BT***

Il presente progetto prevede la realizzazione di una rete di cavidotti in MT per la connessione delle cabine di impianto a partire dal punto di consegna.

Analogamente, sarà realizzata una rete di cavidotti in BT per il collegamento degli inverter di campo alle cabine di trasformazione.

Tali cavidotti BT saranno posizionati prevalentemente lungo la viabilità interna al parco ed lungo le file di stringhe di pannelli fotovoltaici in modo da collegare gli inverter posizionati in campo al relativo quadro generale di bassa tensione dall'interno delle cabine A e B.

Per la porzione di campo fotovoltaico separata da quella principale è previsto un cavidotto BT di collegamento in modo da trasportare l'energia prodotta alla relativa cabina di trasformazione.

Il progetto, inoltre, prevede differenti modalità di posa per i cavi (MT, BT, segnale), a seconda che si faccia riferimento alle aree interne all'impianto o piuttosto ai collegamenti esterni all'impianto. Tutti i cavi saranno idonei alle tipologie di posa e conformi alle normative vigenti, con particolare riferimento alle norme CEI e alla direttiva cavi CPR.

Per i cavidotti in BT e di segnale è prevista la posa entro tubi protettivi in PVC. La profondità di posa sarà pari a 0,8-1,0m e saranno presenti pozzetti rompitratta per permettere l'infilaggio e sfilaggio dei cavi.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- posa dei tubi in PVC;
- Posa dei pozzetti rompitratta;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato;

- reinterro con terreno di scavo;

Una volta terminate queste lavorazioni vengono posati i cavi BT e di segnale all'interno dei tubi in PVC.

In generale, per tutte le linee elettriche in MT interne al parco fotovoltaico si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 0,8-1,0 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.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,20 m e larghezza indicativa di 0,50 m per una terna e fino a 1,20 m per tre terne.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- posa dei conduttori, fibre ottiche e corda di terra; particolare attenzione sarà fatta per l'interramento di quest'ultima che dovrà essere ricoperta da uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato;
- reinterro con terreno di scavo;
- posa di eventuali cippi di segnalazione (dove richiesti).

I cavidotti MT interni al campo fotovoltaico saranno posati lungo la viabilità interna. Questi cavidotti andranno a connettere le seguenti cabine elettriche:

- Cabina B – Cabina A
- Cabina A – Cabina di ricezione utente
- Cabina di ricezione utente – Cabina di consegna di e-distribuzione

Il cavo utilizzato sarà di tipo ARE4H5ER o similare per posa direttamente interrata senza l'utilizzo di protezione meccanica aggiuntiva. La sezione di tali cavidotti sarà di conforme a quanto indicato sull'unifilare generale di impianto.

#### **6.4.11. Sistema di terra**

Il sistema di terra del parco fotovoltaico è costituito da una maglia di terra che si estende lungo tutta l'area dell'impianto fotovoltaico, consistente in un dispersore orizzontale in corda di rame di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>. A tale maglia verranno collegate, in più punti, le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici nonché le altre masse presenti presso l'impianto.

Ad essa verranno collegati gli impianti di terra delle singole cabine di campo e delle cabine generali di impianto, consistenti in uno o più anelli concentrici intorno alle cabine, in corda di rame di sezione



pari a 95 mm<sup>2</sup> e dispersori verticali a croce di lunghezza pari a 2,5 m posti ai vertici della maglia, collegati in più punti alle armature delle fondazioni delle cabine.

La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente. Particolare attenzione verrà prestata agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare, infatti, che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95 mm<sup>2</sup> del tipo FG16(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>.

#### **6.4.12. Sistema SCADA**

Presso l'impianto fotovoltaico verrà realizzato un sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

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

#### **6.4.13. Cavi di controllo e TLC**

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security verranno utilizzati prevalentemente tre tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non (cavi bus);
- Cavi Ethernet (min CAT6);
- Cavi in fibra ottica.

I primi due verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi per comunicazione su grandi distanze e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

I cavi previsti sono rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e saranno equipaggiati con fibre ottiche di tipo monomodale rispondenti alla normativa ITU3T G.652. I cavi previsti sono idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna

in polietilene ad alta densità, protezione antiroditore costituita da filati di vetro, impermeabili (water blocking), totalmente dielettrici.

I cavi sono dotati di guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI.

#### **6.4.14. Sistema di monitoraggio ambientale**

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

- stazioni di rilevazione meteo;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- n. 2 albedometri;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema SCADA al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

#### **6.4.15. Sistema di sicurezza e anti-intrusione**

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema previsto in progetto si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima misura che verrà attuata per garantire la sicurezza dell'impianto contro intrusioni non autorizzate è quella di impedire o rilevare qualsiasi tentativo di accesso dall'esterno installando un sistema di anti intrusione perimetrale.

#### **6.4.16. Sistema antincendio**



Il sistema antincendio da realizzarsi nell'ambito del presente progetto è conforme a quanto prescritto dal D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4- quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122", lettera 1324 del 7 febbraio 2012 - Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici; lettera di chiarimenti diramata in data 4 maggio 2012 dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

In via generale l'installazione dell'impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, non comporterà per il sito un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio. In tal senso si precisa che non esistono:

- interferenze con sistema di trasporto di prodotti combustibili;
- rischi di propagazione delle fiamme verso fabbricati poiché gli stessi sono collocati a distanza di sicurezza.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitati in tensione. Si evidenzia che, sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto, si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.). L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI. I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08.

## **6.5. Opere di utenza e di connessione alla rete ente distributore**

### **6.6. Premessa**

A seguito di apposita richiesta di connessione, la TOZZI Green S.p.A. ha ottenuto da e-distribuzione S.p.a., e successivamente accettato la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG). Tale soluzione prevede che l'impianto fotovoltaico sarà collegato alla cabina di consegna di e-distribuzione presente ai margini del campo fotovoltaico ed accessibile da strada pubblica.

Inoltre, dovrà essere posato un cavidotto MT dalla cabina di ricezione fino alla Cp di San Giovanni in Persiceto di proprietà di e-distribuzione ed un ulteriore cavidotto fino alla cabina MT esistente di

via delle Viole di San Matteo della Decima. Nel tratto di cavidotto fino alla CP di San Giovanni in Persiceto è prevista una cabina di sezionamento della linea MT.

#### **6.7. Descrizione delle opere di rete per la connessione**

Le opere di rete per la connessione consistono nei seguenti punti:

- Realizzazione stallo MT nei locali della CP "San Giovanni in Persiceto". Tale opera consiste nell'installazione di una nuova cella sul quadro MT esistente.
- Posa di un cavidotto MT dalla cabina di consegna fino alla Cp di San Giovanni in Persiceto;
- Posa di un cavidotto dalla cabina di consegna fino alla cabina MT esistente di via delle Viole di San Matteo della Decima;
- Realizzazione di una cabina di sezionamento nel tratto di cavidotto dalla cabina di consegna fino alla CP di San Giovanni in Persiceto;
- Realizzazione della cabina di consegna.

Il cavo MT sarà di tipo elicordato con elica visibile in alluminio ed avrà sezione pari a 240mmq. Tale cavo sarà posato secondo indicazioni di e-distribuzione all'interno di tubazione in PVC.

#### **6.8. Elettrodotto in cavo MT interrato**

L'impianto di produzione sarà collegato alla nuova cabina di consegna di e-distribuzione da realizzare presso l'impianto stesso. Tale cabina è poi collegata alla rete di distribuzione (cabina esistente di via delle Viole) ed alla CP di San Giovanni in Persiceto.

Per realizzare tali collegamenti sarà per cui necessario posare un nuovo cavidotto in Media Tensione.

I cavi utilizzati per la realizzazione del cavidotto saranno rispondenti alle prescrizioni di e-distribuzione ed in particolare saranno di tipo elicordato con elica visibile.

Il cavidotto interrato in MT a 15 kV avrà una lunghezza pari a circa 9000 metri (collegamento principale alla CP di San Giovanni in Persiceto) e 850m (collegamento alla cabina esistente di via delle Viole).

Il cavidotto, a livello costruttivo, presenta diverse configurazioni a seconda delle caratteristiche del suolo che viene attraversato o delle interferenze fisiche che si incontrano. Per questo motivo, in base alla presenza di una strada o di un terreno agricolo variano le stratigrafie in sezione. I dettagli dei tipici utilizzati sono riportati negli elaborati tecnici di progetto.

Il progetto dell'elettrodotto è stato elaborato:

- considerando la planimetria del percorso fornita dall'ente distributore;
- considerando le indicazioni dell'ente distributore per le dimensioni del cavidotto.

Il cavidotto sarà posato lungo il percorso indicato da e-distribuzione nella relativa specifica tecnica ricevuta da Tozzi Green.

La soluzione tecnica di e-distributore prevede una cabina di consegna presso l'impianto fotovoltaico (vicinanze di San Matteo della Decima) che risulterà essere il punto di connessione dell'impianto utente (HUB di ricerca ed impianto fotovoltaico). Da qui partirà un cavidotto MT che percorrerà la strada SP255 per poi spostarsi su via Samoggia Vecchia, transitare lungo via Levratica e via Tassinara ove sarà presente una cabina di sezionamento. Dalla cabina di sezionamento il cavidotto continuerà fino all'incrocio tra via Biancolina per proseguire lungo via Puglia ed infine collegarsi alla CP esistente di San Giovanni in Persiceto.

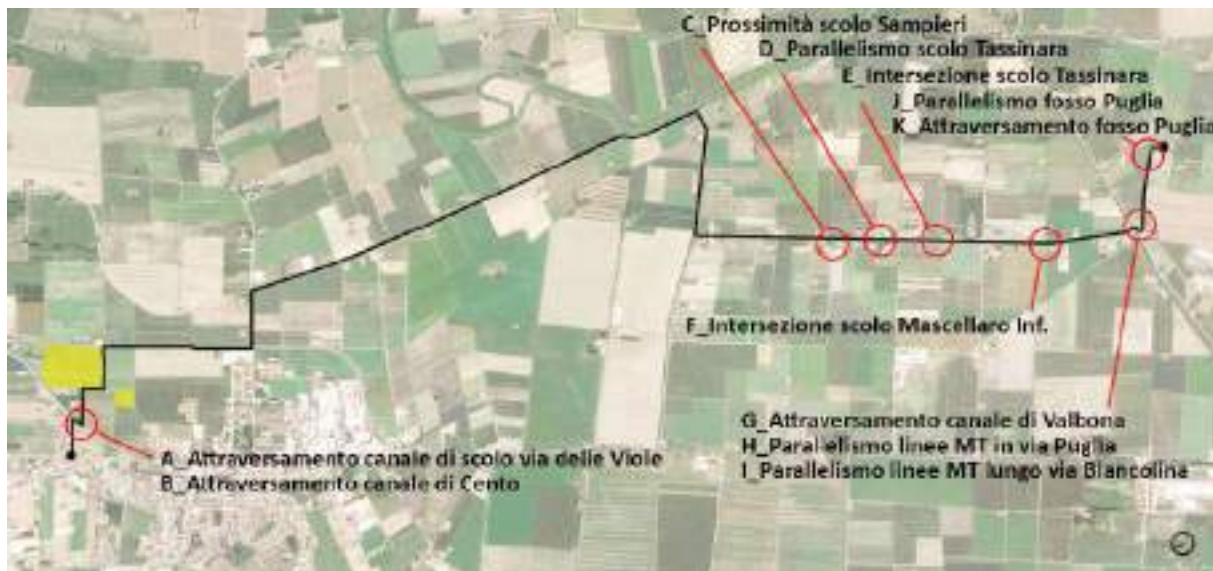
È previsto anche un secondo collegamento via cavo alla cabina MT di via delle Viole di San Matteo della Decima passando attraverso la viabilità interna del parco fotovoltaico, via Cento e via delle Viole.

Lungo il percorso del cavidotto si incontrano interferenze naturali e antropiche di estensione ridotta, superabili, nel caso delle intersezioni, grazie ad interventi "puntuali" con l'adozione di trivellazioni orizzontali controllate (TOC).

Nel caso di parallelismi, pur non essendoci un'effettiva sovrapposizione, viene tenuta sotto controllo la sezione trasversale, per avere cognizione della distanza tra le due linee.

Si elencano di seguito tutte le interferenze di carattere fisico che intercettano il percorso del cavidotto. L'ordine di elencazione parte dalla cabina di distribuzione esistente in via delle Viole proseguendo in direzione sud:

- A. Attraversamento tramite TOC del canale di scolo di via delle Viole, in corrispondenza dell'immissione in via delle Viole provenendo da via Cento (Tipico 6). La larghezza del canale è di circa 4 metri;
- B. Attraversamento tramite TOC del Canale di Cento, in corrispondenza dell'intersezione, servita da un ponte, tra la SP 255 R (Via Cento) e lo Stradello di servitù. La larghezza del canale è di circa 8 metri (Tipico 6);
- C. Prossimità allo scolo Sampieri in corrispondenza di via Tassinara;
- D. Parallelismo con scolo Tassinara in via Tassinara;
- E. Superamento tramite TOC dello scolo Tassinara in corrispondenza del suo cambio di direzione lungo via Tassinara (Tipico 6);
- F. Attraversamento tramite TOC dello Scolo Mascellaro Inferiore in corrispondenza del ponte esistente lungo via Tassinara (Tipico 6);
- G. Attraversamento tramite TOC del canale Collettore Acque Alte (canale di Valbona), in corrispondenza dell'immissione da via Biancolina a via Tassinara (Tipico 5);
- H. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Biancolina;
- I. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Puglia;
- J. Parallelismo con fosso Puglia.
- K. Attraversamento fosso Puglia tramite tubazione esistente di proprietà di E-distribuzione.



**Figura 25.** Schema generale delle interferenze fisiche con il cavidotto

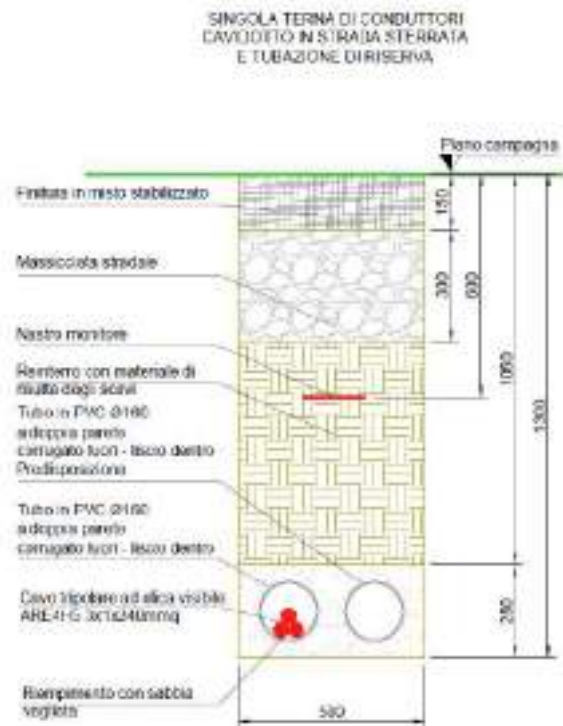
La terna di cavi costituente il cavidotto, come indicato in precedenza, sarà di tipo elicordato ad elica visibile e sarà posata all'interno di una tubazione a doppia parete con resistenza allo schiacciamento pari a 450N/m. Tale tubazione sarà posata su un letto di sabbia e di seguito ricoperta con altra sabbia. Oltre alla tubazione appena menzionata verrà posata un'ulteriore tubazione vuota come predisposizione per ampliamenti futuri. Tale tubazione risulterà non utilizzata per lo scopo di questo progetto ma rimarrà a disposizione qualora in futuro si renda necessario da parte di e-distribuzione il rafforzamento delle linee di potenza esistenti. La tubazione vuota avrà le stesse caratteristiche meccaniche di quella entro la quale è posata la terna di cavi MT a servizio dell'impianto fotovoltaico.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,20 m e larghezza indicativa di 0,50 m.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- predisposizione del letto di sabbia;
- posa delle tubazioni a doppia parete (per infilaggio cavo MT e predisposizione);
- copertura delle tubazioni a doppia parete tramite sabbia;
- posa dei conduttori all'interno della relativa tubazione a doppia parete;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato cavidotto;
- reinterro con terreno di scavo o nel caso di cavidotto su strada, rifacimento dello strato stabilizzato, binder e manto di usura.

Di seguito viene riportato a titolo esemplificativo un tipico di trincea con scavo a sezione obbligata.

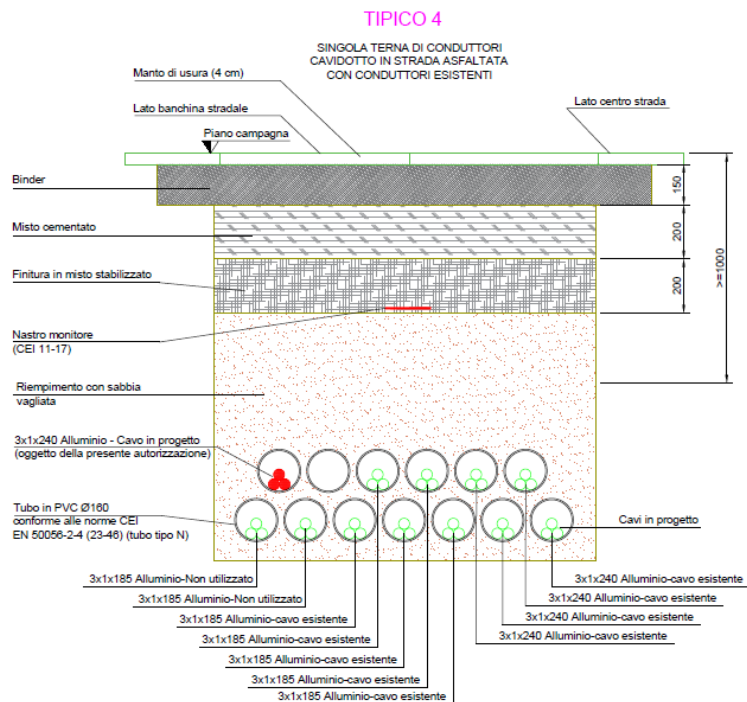


**Figura 26.** Tipico di trincea con scavo a sezione obbligata

Questo tipo di lavorazione è quella principalmente utilizzata per la posa del cavidotto MT.

Lungo il percorso del cavidotto si verranno a realizzare 4 tipologie di trincea a scavo a sezione obbligata. Tali tipologie sono rappresentate dettagliatamente nel documento progettuale TAV.6.1 "Corografia cavidotto e tipici sezioni".

Va menzionato che, lungo via Puglia il cavidotto sarà posato all'interno di una tubazione resa disponibile da e-distribuzione e quindi non si procederà allo scavo della relativa trincea. In questo caso si procederà solo all'infilaggio della terna di cavi elicordati ad elica visibile nella tubazione disponibile. La configurazione del cavidotto è rappresentata nel tipico di sezione seguente.



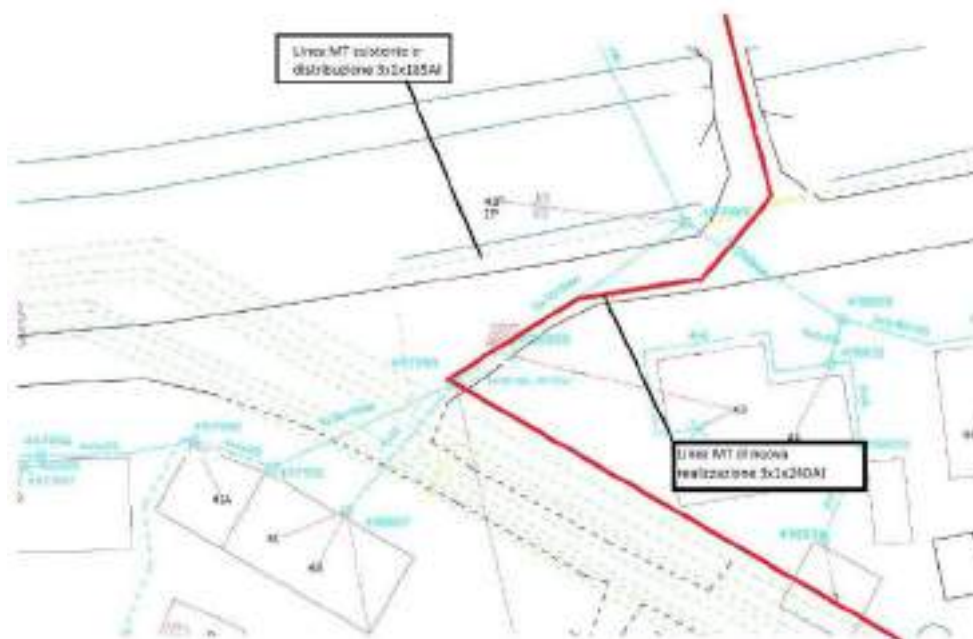
**Figura 27.** Tipico di sezione cavidotto di via Puglia

In tale sezione sono evidenziati le terne di cavi esistenti di proprietà di e-distribuzione (colore verde) ed il cavidotto di nuova realizzazione (colore rosso).

In questo caso si avrà parallelismo tra i cavi esistenti ed il nuovo cavidotto.

Oltre a questo parallelismo con cavidotti esistenti, ve ne sarà uno ulteriore lungo via Biancolina (vedere immagine seguente).





**Figura 28.** Parallelismo di via Biancolina

In questo caso i due cavi risultano essere ad una distanza elevata l'uno dall'altro per cui non vi sono interazioni né meccaniche né elettromagnetiche.

Per particolari attraversamenti, dove non è possibile utilizzare la trincea con scavo a sezione obbligata, verrà utilizzata la tecnologia della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata). Tale tecnologia permette di "posare" tubazioni interrato senza effettuare uno scavo. Una volta "posate" le tubazioni, verrà infilato la terna di cavi MT elicordati. Questo tipo di lavorazione verrà utilizzata negli attraversamenti di canali d'acqua o laddove non è possibile realizzare uno scavo a sezione obbligata. Ulteriori approfondimenti su tale tecnica saranno forniti negli elaborati tecnici di progetto.

Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'avvio dei lavori di scavo e posa dei cavi, verranno svolte, lungo il tracciato autorizzato, indagini geo-radar finalizzate all'individuazione di eventuali manufatti, tubazioni e sottoservizi esistenti e alla predisposizione di eventuali infrastrutture di attraversamento.

## 6.9. Verifica sezione cavidotto

Il cavidotto, indicato da e-distribuzione per il collegamento alla CP di San Giovanni in Persiceto ed alla cabina a giorno di San Matteo della Decima (via delle Viole), ha sezione pari a 240mmq.

Il cavo utilizzato sarà elicordato ad elica visibile di tipo ARP1H5E o ARE4H5E o similare adatta per la posa interrata come da specifica di e-distribuzione.

Il cavo ha conduttore e schermo in alluminio mentre l'isolamento è in elastomero o XLPE con guaina esterna in PE.



La portata del cavo è definita secondo le tabelle di e-distribuzione tenendo conto dei fattori di riduzione legati alla posa. Tale portata è pari a 400A.

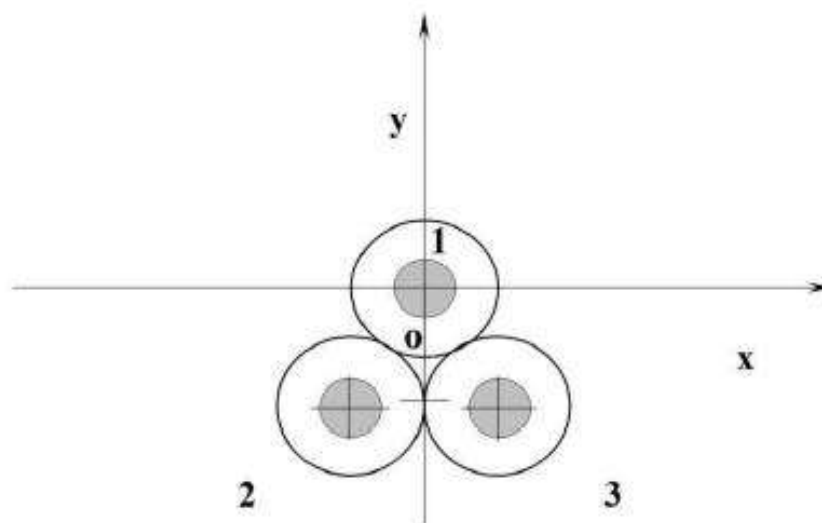
Considerando i valori di portata forniti da e-distribuzione e la corrente nominale di impianto pari a 337A@cosfi=1 ne risulta che il cavidotto è in grado di trasportare la massima potenza generata dall'impianto fotovoltaico.

Di seguito viene riportata la scheda con le caratteristiche elettriche e geometriche salienti del cavo MT.

## LINEA IN CAVO SOTTERRANEO IN TUBAZIONE CAVO SOTTERRANEO (3 x 1 x 240 mm<sup>2</sup>) in ALLUMINIO

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Tipo di linea	in cavo		
Tipo di posa	in tubazione		
Tipo di terreno	qualsiasi		
Tensione	(kV)	15	
Frequenza	(Hz)	50	
Corrente di esercizio in condizioni normali	(A)	400	
Materiale		Al	
Numero		3	
Sezione	(mm <sup>2</sup> )	240	
Diametro	(mm)	18,2	
Passo di elicordatura	m	1,65	
		x	y
Conduttore n.1	(mm)	0	0
Conduttore n.2	(mm)	-22	-38
Conduttore n.3	(mm)	22	-38



**Figura 29.** Caratteristiche del cavo MT

**6.10. Manufatti per opere di rete per la connessione**

Come menzionato in precedenza in questo capitolo, le opere di connessione includono anche la realizzazione di due nuove cabine di e-distribuzione. Tali cabine sono:

- Cabina di sezionamento;
- Cabina di consegna.

La cabina di sezionamento sarà posizionata lungo il percorso del cavidotto principale che connette la CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di consegna. La cabina è posizionata in maniera da suddividere il cavidotto in parti uguali e rispettando i vincoli presenti nell'area di installazione. Tale cabina è posizionata nella particella 13 del Foglio 47 Comune di San Giovanni in Persiceto.

La cabina di consegna è posizionata ai bordi dell'appezzamento di terreno utilizzato per l'impianto fotovoltaico, in particolare 15 particella Foglio 22.

Queste cabine saranno realizzate secondo gli standard di e-distribuzione ed in particolare saranno utilizzate le seguenti tipologie:

- DG-2061 per la cabina di sezionamento – dimensioni indicative 5,7mx2,5mx2,5m (LxPxH)
- DG-2092 per la cabina di consegna – dimensioni indicative 6,7mx2,5mx2,5m (LxPxH)

Le cabine saranno preferibilmente di tipo prefabbricato complete di vasca cavi e le relative predisposizioni per l'ingresso cavi da esterno.

All'interno di tali cabine saranno presenti le apparecchiature necessarie per la distribuzione dell'energia in Media Tensione. In particolare, saranno presenti le seguenti apparecchiature:

- Quadro di media tensione (cabina di consegna e sezionamento);
- Apparecchiature di misura energia elettrica (cabina di consegna);
- Trasformatore MT/BT di distribuzione (Cabina di consegna e sezionamento – se necessario).

Entrambe le cabine saranno dotate di impianto di terra secondo le indicazioni dei relativi standard ed impianti ausiliari come da indicazioni di e-distribuzione.

I dettagli costruttivi delle cabine saranno definiti in fase esecutiva del progetto ma comunque sempre rispettando gli standard di e-distribuzione di seguito descritti:

- i locali saranno dotati di un accesso diretto ed indipendente da via aperta al pubblico, sia per il personale, sia per un'autogrù con peso a pieno carico di 180 q.;
- le aperture dovranno garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;
- le tubazioni di ingresso dei cavi dovranno essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura sarà adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua;
- i locali avranno ampiezza tale da permettere, a seconda delle esigenze di rete, l'installazione di una trasformazione MT/BT ENEL DISTRIBUZIONE;

- l'organo di manovra lato utente sarà telecontrollato e in generale costituito da quadro MT con interruttore;

Sarà in generale consentito l'accesso, al personale Enel Distribuzione o Terzi, per l'esercizio e/o la manutenzione in linea agli standard di sicurezza, permettendo anche l'utilizzo di mezzi d'opera ed attrezzature di normale dotazione. Il manufatto da impiegare sarà conforme alla tabella di Unificazione UE DG2092 in vigore relativa alla specifica costruttiva per cabine secondarie in box e negli edifici civili.

## INDICE DELLE FIGURE

<b>FIGURA 1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA (GOOGLE EARTH).....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 2. UBICAZIONE DELL'AREA DI IMPIANTO E DELLE OPERE DI CONNESSIONE .....</b>	<b>12</b>
<b>FIGURA 3. DESCRIZIONE DELL'AREA ED INDICAZIONE DEI CENTRI ABITATI PIÙ VICINI ALLO STABILIMENTO (GOOGLE EARTH).....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 4. ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE DISPONIBILE IN TAVOLA 2.0. ...</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA 5. OPERE DI CONNESSIONE SU PLANIMETRIA CATASTALE (ESTRATTO TAV 3.1.1) 15</b>	
<b>FIGURA 6. UBICAZIONE DEL SITO PRODUTTIVO (FONTE: GOOGLE EARTH) ....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 7. PROSPETTO HUB DI RICERCA – ESTRATTO TAV 3.0 .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 8. PIANTA ARCHITETTONICO – ESTRATTO TAV. 3.0 .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 9. SCHEDA TECNICA DI RIFERIMENTO AUTOBUS IDROGENO .....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 10. SCHEMA DI UNA CELLA ELETTROLITICA .....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 11. ELETTROLIZZATORE DI TIPO PEM .....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 12. CONFIGURAZIONE TIPICA DEL SISTEMA DI PRODUZIONE DI IDROGENO (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 13. CONFIGURAZIONE TIPICA DEL CONTAINER "ELETTROLIZZATORE" (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 14. CONFIGURAZIONE TIPICA DEL CONTAINER "COMPRESSIONE"(IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA).....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 15. ESEMPIO SISTEMA DI COMPRESSIONE (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 16. ESEMPIO CABINATO PER SISTEMA DI COMPRESSIONE (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 17. ESEMPIO CABINATO PER SISTEMA DI STOCCAGGIO (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>34</b>

<b>FIGURA 18.DISTRIBUTORE IDROGENO – VISTA FRONTALE .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 19.COLONNINA EROGAZIONE IDROGENO (IMMAGINE ESEMPLIFICATIVA) .....</b>	<b>35</b>
<b>FIGURA 20.DATI TECNICI MODULO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>39</b>
<b>FIGURA 21.LAYOUT GENERALE DI IMPIANTO.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 22.INVERTER.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 23.DATI TECNICI INVERTER - 1 .....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 24.DATI TECNICI INVERTER – 2.....</b>	<b>43</b>

## RELAZIONE DI CALCOLO, DI PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO



### PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI UN HUB DI RICERCA, SVILUPPO, PRODUZIONE, STOCCAGGIO, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 8,982 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE SITO NEL COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO), LOCALITÀ SAN MATTEO DELLA DECIMA.**

<b>Committente:</b>   <b>Tozzi Green S.p.A.</b> Via Brigata Ebraica, 50 48123 Mezzano (RA) P.IVA 02132890399 R.E.A. n. RA-174504 Tel. (+39) 0544 525311 pec: <a href="mailto:tozzi.re@legalmail.it">tozzi.re@legalmail.it</a> mail: <a href="mailto:info@tozzigreen.com">info@tozzigreen.com</a> web: <a href="http://www.tozzigreen.com">www.tozzigreen.com</a>		<b>Progettista:</b>   <b>ArchLivIng S.p.A.</b> Via Monsignor Maverna, 4 44122 Ferrara (FE)  <b>Coordinamento di progetto:</b>   <b>ambiente s.p.a.</b> Via Frassina, 21, 54033 Carrara (MS)			
<b>1</b>	<b>09/12/2021</b>	<b>Ing. G. Grossi</b>	<b>Ing. G. Grossi</b>	<b>Ing. M. Altemura</b>	<b>Integrazione descrizione opere di connessione</b>
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: <b>P.1.4</b>		Titolo elaborato: <b>Relazione di calcolo, di processo e dimensionamento impianto fotovoltaico</b>			



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>8</b>
4.1. Moduli fotovoltaici .....	8
4.2. Cabina di trasformazione .....	10
4.3. Inverter .....	12
4.4. Quadro di parallelo BT .....	14
4.5. Trasformatore BT/MT .....	14
4.6. Quadri di media tensione .....	14
4.7. Quadri servizi ausiliari e trasformatore BT/BT .....	14
4.8. UPS per servizi ausiliari .....	15
4.9. Sistema centralizzato di comunicazione .....	15
4.10. Cavi di potenza MT e BT .....	15
4.11. Sistema di terra .....	16
4.12. Sistema SCADA .....	17
4.13. Cavi di controllo e TLC .....	17
4.14. Sistema di monitoraggio ambientale.....	18
4.15. Sistema di sicurezza e anti-intrusione.....	18
4.16. Sistema antincendio .....	19
<b>5. OPERE DI UTENZA E DI CONNESSIONE ALLA RETE ENTE DISTRIBUTORE ...</b>	<b>20</b>
5.1. Premessa .....	20
5.2. Descrizione delle opere di rete per la connessione .....	20
5.3. Elettrodotto in cavo MT interrato .....	20
5.4. Verifica sezione cavidotto .....	27
5.5. Manufatti per opere di rete per la connessione .....	30

<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>35</b>
----------------------------------	-----------

## **1. PREMESSA**

La Società Tozzi Green S.p.A., specializzata in soluzioni, servizi e progetti per lo sviluppo d'impianti e per la generazione di energia da fonti rinnovabili, risulta soggetto Proponente di una iniziativa finalizzata alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "San Giovanni in Persiceto" di potenza pari a 8,982 MWp, in Località San Giovanni in Persiceto (BO).

La presente relazione tecnica descrive i criteri adottati e la normativa rispettata per la progettazione di un impianto di generazione fotovoltaica di potenza nominale pari a circa 8,982 MWp e un sistema di produzione ed accumulo di idrogeno.

## 2. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

L'area oggetto di intervento è ubicata nella pianura Padana in località San Matteo della Decima, nel comune di San Giovanni in Persiceto (BO). L'area è accessibile da una viabilità primaria (strada provinciale) e secondaria (strada vicinale) che ne consente l'accesso in diversi punti del perimetro.

L'impianto fotovoltaico denominato "San Giovanni in Persiceto" prevede che l'impianto fotovoltaico abbia una potenza elettrica pari a 8,982 MWp quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 2 sottocampi di potenza di 3,006 MWp e 5,976 MWp.

Il campo fotovoltaico è costituito da n. 14.970 moduli monocristallini di potenza unitaria pari a 600 W. L'energia prodotta dal campo fotovoltaico in corrente continua verrà convogliata e trasformata tramite n.33 inverter di campo. Gli inverter verranno poi convogliati su n.2 cabine di trasformazione (sottocampi) per l'innalzamento della tensione da 800V alla tensione di rete pari a 15kV.

Il progetto del sistema elettrico a 15 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili.

L'impianto fotovoltaico verrà installato sui terreni nella disponibilità del Proponente. L'impianto si svilupperà su due lotti di terreno separati. Il lotto NORD è catastalmente individuato come segue:

Comune	Foglio	Particella
San Giovanni in Persiceto	21	1
San Giovanni in Persiceto	21	19
San Giovanni in Persiceto	21	20
San Giovanni in Persiceto	21	253
San Giovanni in Persiceto	22	1
San Giovanni in Persiceto	22	5
San Giovanni in Persiceto	22	11
San Giovanni in Persiceto	22	14
San Giovanni in Persiceto	22	15
San Giovanni in Persiceto	22	143
San Giovanni in Persiceto	22	147
San Giovanni in Persiceto	22	150
San Giovanni in Persiceto	22	152

Il lotto SUD è catastalmente individuato come segue:

Comune	Foglio	Particella
San Giovanni in Persiceto	21	411
San Giovanni in Persiceto	21	414

Come si evince dalle tavole allegate (layout generale impianto) la cabina di consegna dell'ente distributore (e-distribuzione) sarà costruita all'interno dei terreni di proprietà e si garantirà il libero accesso al distributore a tale manufatto.

Le opere di utente per la connessione sono costituite da:

- Cavidotto in MT dalla CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di consegna,
- Una cabina di sezionamento da realizzare circa a metà del percorso dell'cavidotto di cui al punto precedente (secondo specifica tecnica e-distribuzione),
- Cavidotto in MT dalla cabina di consegna alla cabina esistente di e-distribuzione di via delle Viole in San Matteo della Decima,
- Una cabina di consegna ai margini dell'impianto fotovoltaico (secondo specifica tecnica e-distribuzione).

### **3. CONFIGURAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione presso la CP di San Giovanni in Persiceto (BO). L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita agli inverter di stringa, le linee vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà poi la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascuna cabina verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto (affiancata alla cabina di consegna dell'ente distributore), dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione, presso la nuova cabina di consegna.

L'impianto fotovoltaico in oggetto avrà una potenza nominale pari a 8,982 MWp, quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n.2 sottocampi di potenza pari a 3,006MWp e 5,976 MWp, pari al prodotto tra il numero totale dei moduli da utilizzare e la potenza nominale del singolo modulo:  $14.970 \text{ moduli} \times 600 \text{ W/modulo} = 8,982 \text{ MWp}$ .

I moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche infisse nel terreno tramite la tecnica del battipalo. Tali strutture saranno collegate all'impianto generale di messa a terra dell'impianto.

L'impianto sarà costituito da n.499 stringhe ciascuna formata da n.30 pannelli collegati in serie.

Il sezionamento e la protezione delle stringhe saranno realizzati mediante quadri elettrici di campo opportunamente accessoriati.

Il gruppo di conversione da corrente continua a corrente alternata dell'energia elettrica prodotta sarà costituito complessivamente da n. 33 inverter di potenza massima pari a 250kVA. A ciascun inverter afferisce una quota-parte del generatore fotovoltaico (circa 15 stringhe).

Gli inverter sono raggruppati assieme tramite due cabine di trasformazione (cabina A e B) opportunamente dislocate all'interno dell'area di proprietà del committente. Ogni cabina ospiterà il quadro di Bassa Tensione di parallelo e misura dell'energia elettrica di ogni sottocampo, il trasformatore innalzatore 0,8/15kV, il quadro MT di distribuzione.

Le "cabine di trasformazione" saranno in muratura e dotate di adeguato impianto di terra. Le cabine sono dislocate all'interno del campo fotovoltaico in maniera da ottimizzare le perdite elettriche sui vari elementi costituenti l'impianto di generazione e trasformazione.

Sarà inoltre presente la cabina di ricezione utente affiancata alla cabina di consegna dell'ente di distribuzione, che conterrà un trasformatore con potenza nominale di 800 kVA.

## **4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **4.1. Moduli fotovoltaici**

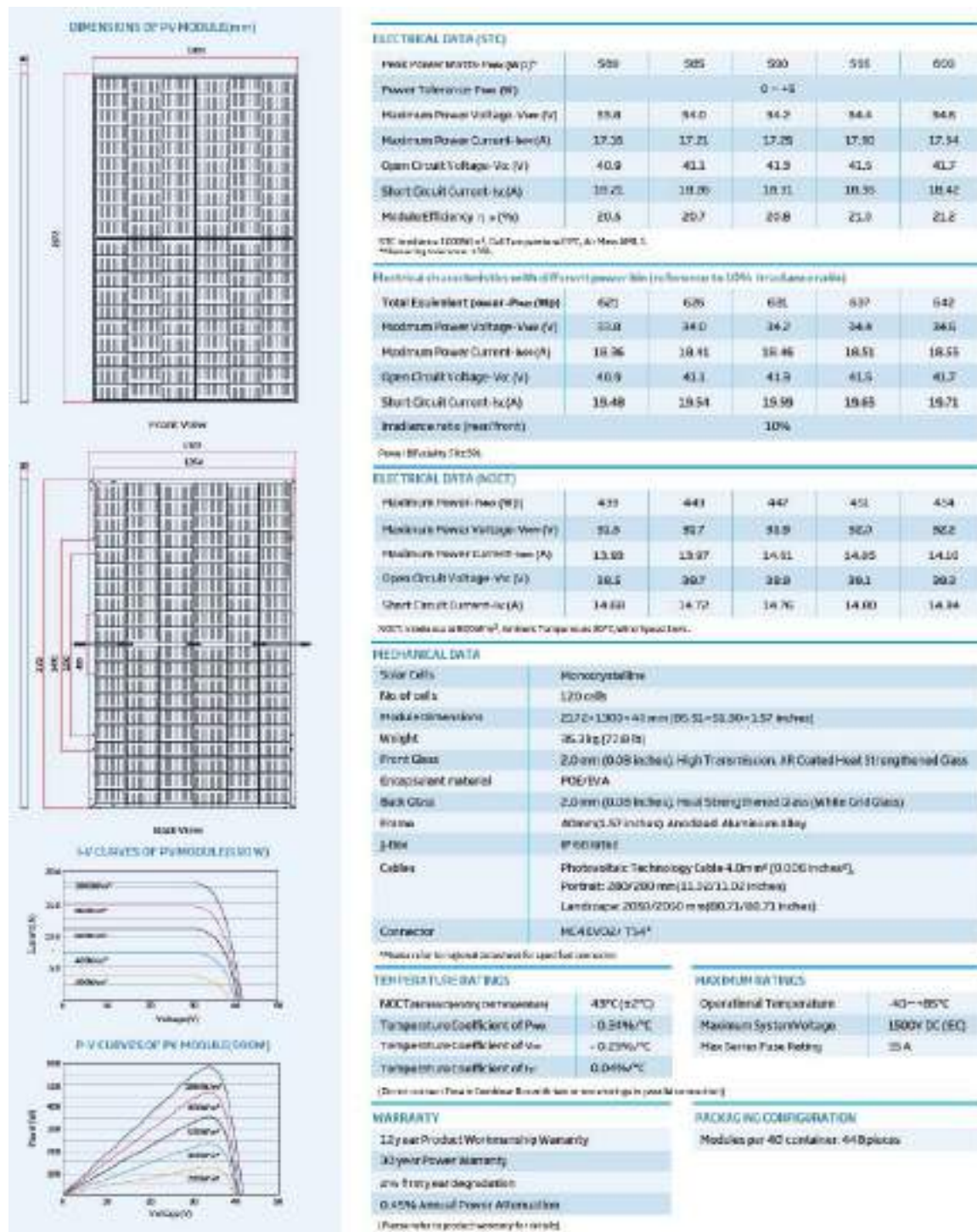
I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli in silicio monocristallino la cui potenza di picco è pari a 600 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 30, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1329 V alla temperatura di 0°C fino ai 1141 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

Di seguito si riportano i principali dati tecnici estratti dai datasheet.

- La connessione fra i moduli avverrà con cavi (in classe di isolamento II) terminati all'interno delle cassette di terminazione dei moduli (grado di protezione IP55);
- I connettori dovranno essere realizzati con materiali resistenti a raggi UV ed in modo tale da garantire, come gli altri componenti dell'impianto, una vita utile di almeno 25 anni;
- I cavi di energia saranno dimensionati in maniera tale da contenere la caduta di tensione entro il valore massimo del 2% e le perdite di potenza entro il massimo dell'1%;
- La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore sarà calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8/5;
- La discesa dei cavi in percorsi interrati sarà protetta meccanicamente mediante installazione in tubi metallici o plastici con adeguata resistenza.

I cavi saranno interrati in tubi corrugati a doppia parete, interrotti da appositi pozzetti, allo scopo di consentire la sfilabilità dei cavi.





**Figura 1.** Dati tecnici modulo fotovoltaico

I moduli previsti in progetto sono del tipo "monofacciali", con vetro da 2,0 mm.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa

struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria. Per i dettagli della struttura di sostegno si rimanda al paragrafo relativo.

#### **4.2. Cabina di trasformazione**

Gli inverter saranno installati in campo nelle vicinanze delle relative stringhe di pannelli. L'inverter ha la funzione di trasformare l'energia prodotta in corrente continua dai pannelli, in energia in corrente alternata.

L'energia prodotta dagli inverter in corrente alternata sarà "trasportata" tramite appositi cavi in cabina di trasformazione.

I cavi provenienti dagli inverter saranno collegati al quadro generale di bassa tensione di cabina.

Il quadro di bassa tensione a sua volta alimenta il trasformatore innalzatore che ha la funzione di adeguare la tensione al livello della rete di distribuzione in Media Tensione (15kV - MT).

Il trasformatore elevatore sarà a sua volta connesso ad un quadro di Media Tensione che svolge la funzione di protezione ed interfacciamento verso la cabina di consegna dell'ente distributore.

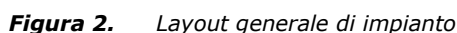
Le cabine saranno realizzate in muratura e saranno dotate di locali separati per le apparecchiature di Media Tensione, Bassa Tensione e Controllo.

Le cabine utente di trasformazione presenti in impianto saranno le seguenti:

- Cabina A
- Cabina B

Sarà inoltre presente la cabina di ricezione utente affiancata alla cabina di consegna dell'ente di distribuzione, che conterrà un trasformatore con potenza nominale di 800 kVA.

Tali cabine sono posizionate secondo il layout generale di impianto identificato dai relativi documenti di progetto e riportato nella figura sotto:



Le cabine saranno dotate di adeguato sistema di raffreddamento quale aria condizionata per i locali MT, BT e controllo e ventilazione per i locali trasformatori.

#### 4.3. Inverter

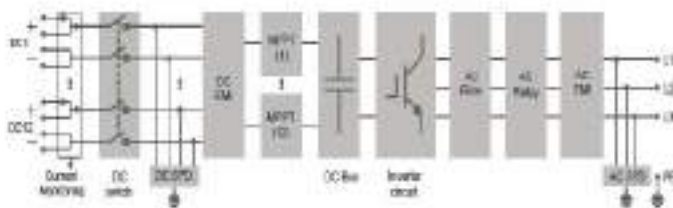
In progetto sono previste n.33 inverter con potenza nominale di 250kVA/cad.



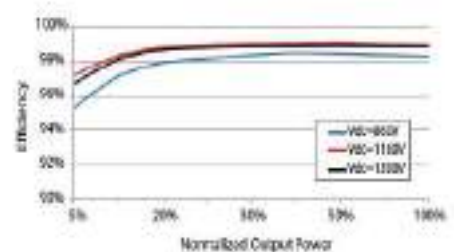
**Figura 3.** Inverter

Ciascun inverter è dotato di 12 MPPT per una ottimale conversione dell'energia elettrica.  
 Di seguito si riportano i dati tecnici.

#### CIRCUIT DIAGRAM



#### EFFICIENCY CURVE



**Figura 4.** Dati tecnici inverter - 1



Realizzazione di un hub di ricerca, sviluppo, produzione, stoccaggio, riconversione e distribuzione dell'idrogeno, alimentato da un impianto fotovoltaico da 8,982 MWp e relative opere di connessione alla rete di distribuzione di e-distribuzione

## RELAZIONE DI CALCOLO, DI PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V - 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V - 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 - 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 - 55 Hz, 60 Hz / 55 - 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power) < 0.5 % in
DC current injection	< 0.20 / 0.0 feeding - 0.6 feeding
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type III
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 690 * 363 mm
Weight	90kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 - 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	3000 m (+ 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth + App
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4 Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> )
AC connection type	DT/DT terminal (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62103, IEC 60066, IEC 61683, VDE-AR-N 4105:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 216007-1:2018, P.O.12.3, ITC 15-712-120/3
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

**Figura 5.** Dati tecnici inverter – 2

#### **4.4. Quadro di parallelo BT**

Presso ciascuna cabina di trasformazione sarà installato un quadro di parallelo in bassa tensione per protezione dell'interconnessione tra gli inverter e il trasformatore elevatore.

Il quadro consentirà il sezionamento delle singole sezioni di impianto afferenti al trasformatore e le necessarie protezioni delle linee elettriche.

Inoltre, sarà collegato a tale quadro il contatore M2 per la contabilizzazione dell'energia prodotta dal relativo sottocampo.

#### **4.5. Trasformatore BT/MT**

Nelle cabine di trasformazione saranno installati trasformatori BT/MT ad olio 0,8/15kV di potenza pari a 3150 kVA o superiore.

Tutti i trasformatori saranno del tipo ad olio, sigillati ermeticamente, installati su apposita vasca raccolta oli, idonei per l'installazione in interno ed esterno.

I trasformatori avranno una tensione di corto circuito (Vcc) tale da limitare la corrente di corto circuito sul lato BT e conseguentemente sul lato MT come richiesto dalla CEI0-16.

Sarà predisposto un sistema di inserzione temporizzata per i trasformatori in modo da evitare l'inserzione di tutti i trasformatori contemporaneamente e rispettare le prescrizioni della CEI0-16.

#### **4.6. Quadri di media tensione**

All'interno della cabina di ricezione utente sarà alloggiato il quadro principale di Media Tensione sul quale di troveranno i dispositivi DG (Dispositivo Generale) e DDI (Dispositivo DI Interfaccia) necessari, secondo CEI0-16, all'interfacciamento dell'impianto utente verso la rete del distributore. Oltre a tali apparecchiature sarà presente la protezione per il trasformatore di alimentazione del generatore di idrogeno, distributore di idrogeno e HUB di ricerca.

All'interno delle cabine di trasformazione del parco fotovoltaico verrà posizionato un quadro di media tensione, composto dai seguenti scomparti:

- n.1 unità di arrivo (sezionatore di linea e sez. di terra);
- n.1 unità di protezione trafo (sezionatore di linea, interruttore e sez. di terra);
- n.1 unità di partenza (sezionatore di linea, interruttore e sez. di terra)
- n.1 unità di protezione trasformatore ausiliario

L'unità di partenza e quella del trasformatore ausiliario non saranno presenti nella cabina B in quanto terminale.

Il quadro avrà tensione nominale di 24kV, corrente nominale di 630A e corrente di corto circuito di 20kA/1s.

#### **4.7. Quadri servizi ausiliari e trasformatore BT/BT**

La cabina di trasformazione sarà dotata anche di un sottoquadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina quali: illuminazione, FM, condizionamento, etc.

Tale quadro sarà alimentato da un trasformatore BT/BT 0,8/0,4kV collegato al quadro di parallelo dell'inverter (cabina B) o da un trasformatore 15/0,4kV alimentato dalla rete MT (cabina A). Tale trasformatore sarà di tipo a secco e contenuto in apposito contenitore con grado di protezione minimo pari a IP21.

#### **4.8. UPS per servizi ausiliari**

Verrà installato all'interno della cabina di trasformazione un UPS per l'alimentazione dei servizi ausiliari presenti. Il sistema UPS è dotato di DSP microprocessor control. Il sistema è costituito da un UPS base, al quale viene collegato una battery back di espansione, per garantire la necessaria copertura in termini di autonomia dei servizi ausiliari di base.

#### **4.9. Sistema centralizzato di comunicazione**

Presso ciascuna cabina di trasformazione verrà installata la componentistica elettronica necessaria a consentire il controllo delle apparecchiature principali, quali inverter, misuratori, sistemi di ventilazione, sensori ambientali, etc.

#### **4.10. Cavi di potenza MT e BT**

Il presente progetto prevede la realizzazione di una rete di cavidotti in MT per la connessione delle cabine di impianto a partire dal punto di consegna.

Analogamente, sarà realizzata una rete di cavidotti in BT per il collegamento degli inverter di campo alle cabine di trasformazione.

Tali cavidotti BT saranno posizionati prevalentemente lungo la viabilità interna al parco e lungo le file di stringhe di pannelli fotovoltaici in modo da collegare gli inverter posizionati in campo al relativo quadro generale di bassa tensione dall'interno delle cabine A e B.

Per la porzione di campo fotovoltaico separata da quella principale è previsto un cavidotto BT di collegamento in modo da trasportare l'energia prodotta alla relativa cabina di trasformazione.

Il progetto, inoltre, prevede differenti modalità di posa per i cavi (MT, BT, segnale), a seconda che si faccia riferimento alle aree interne all'impianto o piuttosto ai collegamenti esterni all'impianto. Tutti i cavi saranno idonei alle tipologie di posa e conformi alle normative vigenti, con particolare riferimento alle norme CEI e alla direttiva cavi CPR.

Per i cavidotti in BT e di segnale è prevista la posa entro tubi protettivi in PVC. La profondità di posa sarà pari a 0,8-1,0m e saranno presenti pozzetti rompitratta per permettere l'infilaggio e sfilaggio dei cavi.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- posa dei tubi in PVC;
- Posa dei pozzetti rompitratta;
- reinterro parziale con terreno di scavo;



- posa di nastro segnalatore del tracciato;
- reinterro con terreno di scavo;

Una volta terminate queste lavorazioni vengono posati i cavi BT e di segnale all'interno dei tubi in PVC.

In generale, per tutte le linee elettriche in MT interne al parco fotovoltaico si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 0,8-1,0 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.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,20 m e larghezza indicativa di 0,50 m per una terna e fino a 1,20 m per tre terne.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- posa dei conduttori, fibre ottiche e corda di terra; particolare attenzione sarà fatta per l'interramento di quest'ultima che dovrà essere ricoperta da uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato;
- reinterro con terreno di scavo;
- posa di eventuali cippi di segnalazione (dove richiesti).

I cavidotti MT interni al campo fotovoltaico saranno posati lungo la viabilità interna. Questi cavidotti andranno a connettere le seguenti cabine elettriche:

- Cabina B – Cabina A
- Cabina A – Cabina di ricezione utente
- Cabina di ricezione utente – Cabina di consegna di e-distribuzione

Il cavo utilizzato sarà di tipo ARE4H5ER o similare per posa direttamente interrata senza l'utilizzo di protezione meccanica aggiuntiva. La sezione di tali cavidotti sarà di conforme a quanto indicato sull'unifilare generale di impianto.

#### **4.11. Sistema di terra**

Il sistema di terra del parco fotovoltaico è costituito da una maglia di terra che si estende lungo tutta l'area dell'impianto fotovoltaico, consistente in un dispersore orizzontale in corda di rame di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>. A tale maglia verranno collegate, in più punti, le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici nonché le altre masse presenti presso l'impianto.

Ad essa verranno collegati gli impianti di terra delle singole cabine di campo e delle cabine generali di impianto, consistenti in uno o più anelli concentrici intorno alle cabine, in corda di rame di sezione pari a 95 mm<sup>2</sup> e dispersori verticali a croce di lunghezza pari a 2,5 m posti ai vertici della maglia, collegati in più punti alle armature delle fondazioni delle cabine.

La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente. Particolare attenzione verrà prestata agli attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto.

Per evitare, infatti, che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95 mm<sup>2</sup> del tipo FG16(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>.

#### **4.12. Sistema SCADA**

Presso l'impianto fotovoltaico verrà realizzato un sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

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

#### **4.13. Cavi di controllo e TLC**

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security verranno utilizzati prevalentemente tre tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non (cavi bus);
- Cavi Ethernet (min CAT6);
- Cavi in fibra ottica.

I primi due verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi per comunicazione su grandi distanze e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati.

I cavi previsti sono rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e saranno equipaggiati con fibre ottiche di tipo monomodale rispondenti alla normativa ITU3T G.652. I cavi previsti sono idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna in polietilene ad alta densità, protezione antiroditori costituita da filati di vetro, impermeabili (water blocking), totalmente dielettrici.

I cavi sono dotati di guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI.

#### **4.14. Sistema di monitoraggio ambientale**

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

- stazioni di rilevazione meteo;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- n. 2 albedometri;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema SCADA al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

#### **4.15. Sistema di sicurezza e anti-intrusione**

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema previsto in progetto si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima misura che verrà attuata per garantire la sicurezza dell'impianto contro intrusioni non autorizzate è quella di impedire o rilevare qualsiasi tentativo di accesso dall'esterno installando un sistema di anti intrusione perimetrale.

#### **4.16. Sistema antincendio**

Il sistema antincendio da realizzarsi nell'ambito del presente progetto è conforme a quanto prescritto dal D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4- quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122", lettera 1324 del 7 febbraio 2012 - Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici; lettera di chiarimenti diramata in data 4 maggio 2012 dalla Direzione centrale per la prevenzione e la sicurezza tecnica del corpo dei Vigili del Fuoco.

In via generale l'installazione dell'impianto fotovoltaico, in funzione delle caratteristiche elettriche/costruttive e/o delle relative modalità di posa in opera, non comporterà per il sito un aggravio del preesistente livello di rischio di incendio. In tal senso si precisa che non esistono:

- interferenze con sistema di trasporto di prodotti combustibili;
- rischi di propagazione delle fiamme verso fabbricati poiché gli stessi sono collocati a distanza di sicurezza.

Inoltre, è stato valutato il pericolo di elettrocuzione cui può essere esposto l'operatore dei Vigili del Fuoco per la presenza di elementi circuitali in tensione. Si evidenzia che, sia in fase di cantiere che in fase di O&M dell'impianto, si dovranno rispettare anche tutti i requisiti richiesti ai sensi del D.Lgs 81/2008.

Al fine di ridurre al minimo il rischio di propagazione di un incendio dai generatori fotovoltaici agli ambienti sottostanti, gli impianti saranno installati su strutture incombustibili (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005).

Sono previsti sistemi ad estintore in ogni cabina presente e alcuni estintori aggiuntivi per eventuali focolai esterni alle cabine (sterpaglia, erba secca, ecc.). L'area in cui è ubicato il generatore fotovoltaico ed i suoi accessori non sarà accessibile se non agli addetti alle manutenzioni che dovranno essere adeguatamente formati/informati sui rischi e sulle specifiche procedure operative da seguire per effettuare ogni manovra in sicurezza, e forniti degli adeguati DPI. I dispositivi di sezionamento di emergenza dovranno essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D.Lgs.81/08.

## **5. OPERE DI UTENZA E DI CONNESSIONE ALLA RETE ENTE DISTRIBUTORE**

### **5.1. Premessa**

A seguito di apposita richiesta di connessione, la TOZZI Green S.p.A. ha ottenuto da e-distribuzione S.p.a., e successivamente accettato la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG). Tale soluzione prevede che l'impianto fotovoltaico sarà collegato alla cabina di consegna di e-distribuzione presente ai margini del campo fotovoltaico ed accessibile da strada pubblica.

Inoltre, dovrà essere posato un cavidotto MT dalla cabina di ricezione fino alla Cp di San Giovanni in Persiceto di proprietà di e-distribuzione ed un ulteriore cavidotto fino alla cabina MT esistente di via delle Viole di San Matteo della Decima. Nel tratto di cavidotto fino alla CP di San Giovanni in Persiceto è prevista una cabina di sezionamento della linea MT.

### **5.2. Descrizione delle opere di rete per la connessione**

Le opere di rete per la connessione consistono nei seguenti punti:

- Realizzazione stallo MT nei locali della CP "San Giovanni in Persiceto". Tale opera consiste nell'installazione di una nuova cella sul quadro MT esistente.
- Posa di un cavidotto MT dalla cabina di consegna fino alla CP di San Giovanni in Persiceto;
- Posa di un cavidotto dalla cabina di consegna fino alla cabina MT esistente di via delle Viole di San Matteo della Decima;
- Realizzazione di una cabina di sezionamento nel tratto di cavidotto dalla cabina di consegna fino alla CP di San Giovanni in Persiceto;
- Realizzazione della cabina di consegna.

Il cavo MT sarà di tipo elicordato con elica visibile in alluminio ed avrà sezione pari a 240mmq. Tale cavo sarà posato secondo indicazioni di e-distribuzione all'interno di tubazione in PVC.

Per il dettaglio del percorso e i tipici di posa del cavidotto fare riferimento ai relativi elaborati grafici.

### **5.3. Elettrodotta in cavo MT interrato**

L'impianto di produzione sarà collegato alla nuova cabina di consegna di e-distribuzione da realizzare presso l'impianto stesso. Tale cabina è poi collegata alla rete di distribuzione (cabina esistente di via delle Viole) ed alla CP di San Giovanni in Persiceto.

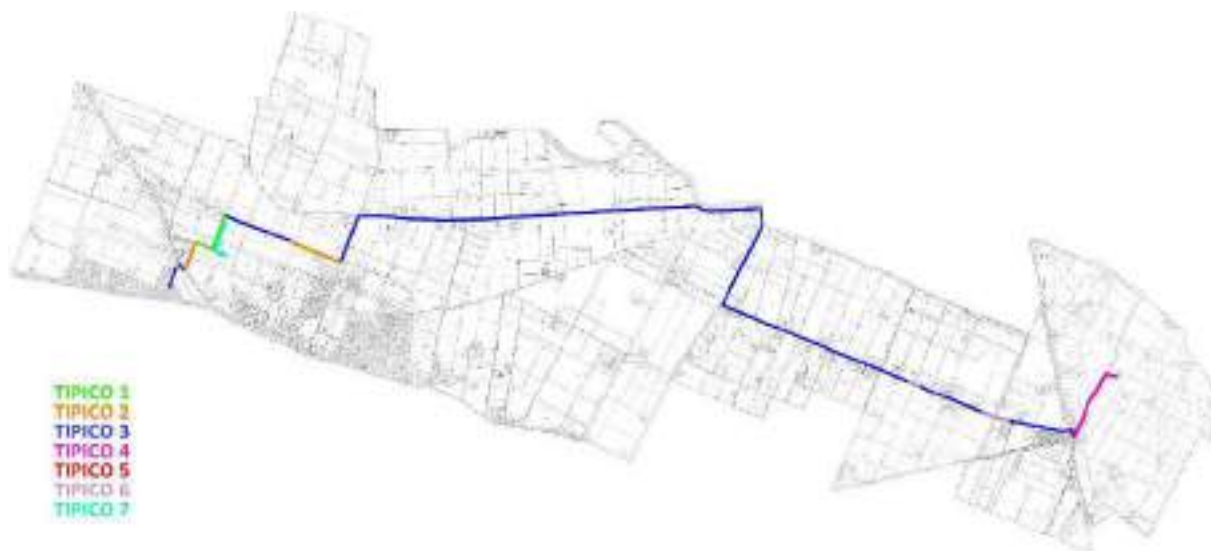
Per realizzare tali collegamenti sarà necessario posare un nuovo cavidotto in Media Tensione.

I cavi utilizzati per la realizzazione del cavidotto saranno rispondenti alle prescrizioni di e-distribuzione ed in particolare saranno di tipo elicordato con elica visibile.

Il cavidotto interrato in MT a 15 kV avrà una lunghezza pari a circa 9000 metri (collegamento principale alla CP di San Giovanni in Persiceto) e 850m (collegamento alla cabina esistente di via delle Viole).

Il cavidotto, a livello costruttivo, presenta diverse configurazioni a seconda delle caratteristiche del suolo che viene attraversato o delle interferenze fisiche che si incontrano. Per questo motivo, in base alla presenza di una strada o di un terreno agricolo variano le stratigrafie in sezione. Si riscontrano quindi 7 diversi scenari denominati Tipico 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

I Tipici 5 e 6 mostrano le modalità di superamento delle interferenze fisiche tramite trivellazione orizzontale controllata (TOC), nello specifico canali di varia grandezza.



**Figura 6.** Schema di funzionamento del cavidotto sovrapposto a mappe catastali: differenziazione delle 7 stratigrafie individuate a seconda del suolo esistente

Per ulteriori dettagli sulle diverse stratigrafie si rimanda alla "Tav. 8.0 - Opere di connessione alla RTN".

Il progetto dell'elettrodotta è stato elaborato:

- considerando la planimetria del percorso fornita dall'ente distributore;
- considerando le indicazioni dell'ente distributore per le dimensioni del cavidotto.

Il cavidotto sarà posato lungo il percorso indicato da e-distribuzione nella relativa specifica tecnica ricevuta da Tozzi Green. Tale percorso viene individuato nella planimetria di dettaglio TAV.6.1 "Corografia cavidotto e tipici sezioni" dove vengono inoltre evidenziate le varie modalità di posa del cavidotto.

La soluzione tecnica di e-distributore prevede una cabina di consegna presso l'impianto fotovoltaico (vicinanze di San Matteo della Decima) che risulterà essere il punto di connessione dell'impianto utente (HUB di ricerca ed impianto fotovoltaico). Da qui partirà un cavidotto MT che percorrerà la strada SP255 per poi spostarsi su via Samoggia Vecchia, transitare lungo via Levratica

e via Tassinara ove sarà presente una cabina di sezionamento. Dalla cabina di sezionamento il cavidotto continuerà fino all'incrocio tra via Biancolina per proseguire lungo via Puglia ed infine collegarsi alla CP esistente di San Giovanni in Persiceto.

È previsto anche un secondo collegamento via cavo alla cabina MT di via delle Viole di San Matteo della Decima passando attraverso la viabilità interna del parco fotovoltaico, via Cento e via delle Viole.

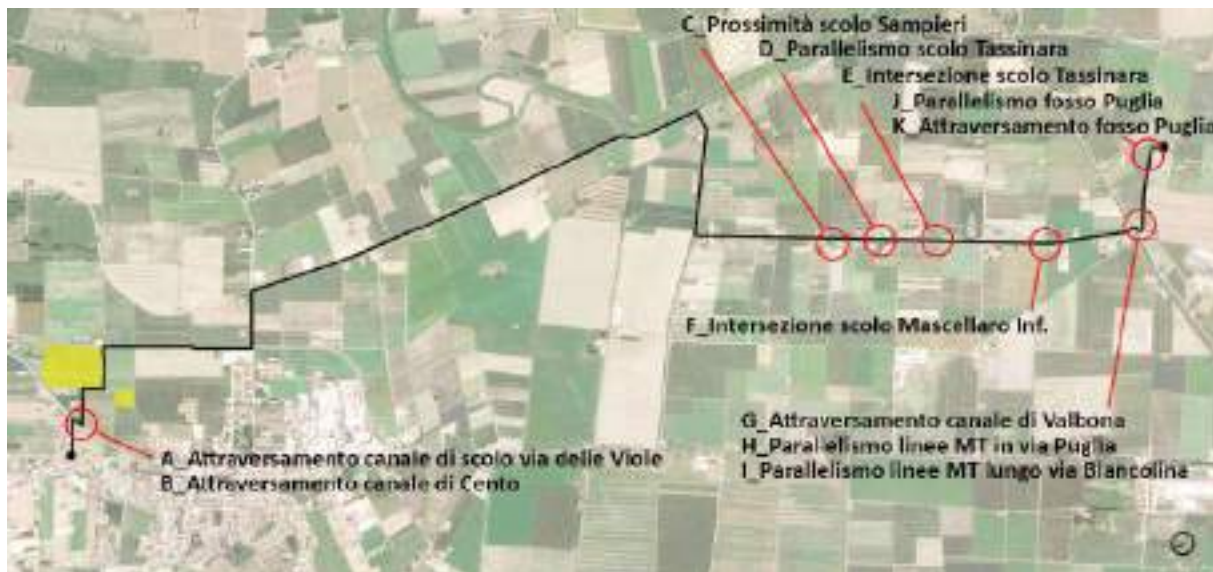
Lungo il percorso del cavidotto si incontrano interferenze naturali e antropiche di estensione ridotta, superabili, nel caso delle intersezioni, grazie ad interventi "puntuali" con l'adozione di trivellazioni orizzontali controllate (TOC) che saranno meglio descritte nel seguito.

Nel caso di parallelismi, pur non essendoci un'effettiva sovrapposizione, viene tenuta sotto controllo la sezione trasversale, per avere cognizione della distanza tra le due linee.

Si elencano di seguito tutte le interferenze di carattere fisico che intercettano il percorso del cavidotto. L'ordine di elencazione parte dalla cabina di distribuzione esistente in via delle Viole proseguendo in direzione sud:

- A. Attraversamento tramite TOC del canale di scolo di via delle Viole, in corrispondenza dell'immissione in via delle Viole provenendo da via Cento (Tipico 6). La larghezza del canale è di circa 4 metri;
- B. Attraversamento tramite TOC del Canale di Cento, in corrispondenza dell'intersezione, servita da un ponte, tra la SP 255 R (Via Cento) e lo Stradello di servitù. La larghezza del canale è di circa 8 metri (Tipico 6);
- C. Prossimità allo scolo Sampieri in corrispondenza di via Tassinara;
- D. Parallelismo con scolo Tassinara in via Tassinara;
- E. Superamento tramite TOC dello scolo Tassinara in corrispondenza del suo cambio di direzione lungo via Tassinara (Tipico 6);
- F. Attraversamento tramite TOC dello Scolo Mascellaro Inferiore in corrispondenza del ponte esistente lungo via Tassinara (Tipico 6);
- G. Attraversamento tramite TOC del canale Collettore Acque Alte (canale di Valbona), in corrispondenza dell'immissione da via Biancolina a via Tassinara (Tipico 5);
- H. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Biancolina;
- I. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Puglia;
- J. Parallelismo con fosso Puglia.
- K. Attraversamento fosso Puglia tramite tubazione esistente di proprietà di E-distribuzione.





**Figura 7.** Schema generale delle interferenze fisiche con il cavidotto

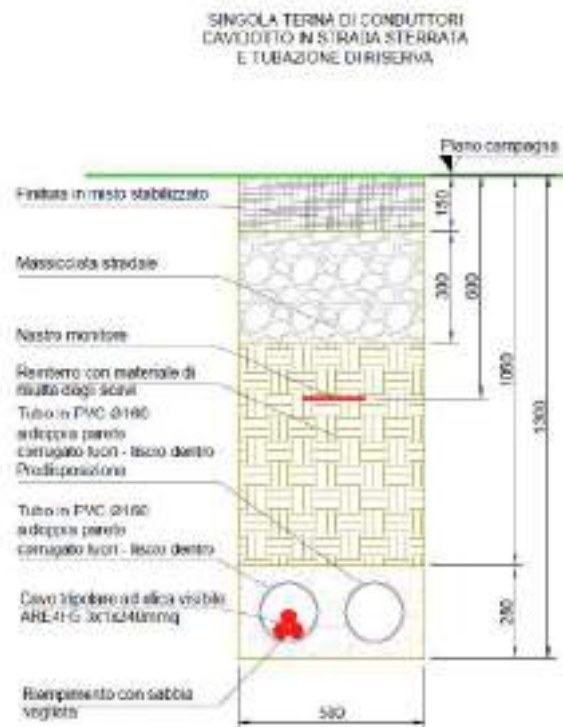
La terna di cavi costituente il cavidotto, come indicato in precedenza, sarà di tipo elicordato ad elica visibile e sarà posata all'interno di una tubazione a doppia parete con resistenza allo schiacciamento pari a 450N/m. Tale tubazione sarà posata su un letto di sabbia e di seguito ricoperta con altra sabbia. Oltre alla tubazione appena menzionata verrà posata un'ulteriore tubazione vuota come predisposizione per ampliamenti futuri. Tale tubazione risulterà non utilizzata per lo scopo di questo progetto ma rimarrà a disposizione qualora in futuro si renda necessario da parte di e-distribuzione il rafforzamento delle linee di potenza esistenti. La tubazione vuota avrà le stesse caratteristiche meccaniche di quella entro la quale è posata la terna di cavi MT a servizio dell'impianto fotovoltaico.

La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1,20 m e larghezza indicativa di 0,50 m.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- predisposizione del letto di sabbia;
- posa delle tubazioni a doppia parete (per infilaggio cavo MT e predisposizione);
- copertura delle tubazioni a doppia parete tramite sabbia;
- posa dei conduttori all'interno della relativa tubazione a doppia parete;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato cavidotto;
- reinterro con terreno di scavo o nel caso di cavidotto su strada, rifacimento dello strato stabilizzato, binder e manto di usura.

Di seguito viene riportato a titolo esemplificativo un tipico di trincea con scavo a sezione obbligata.

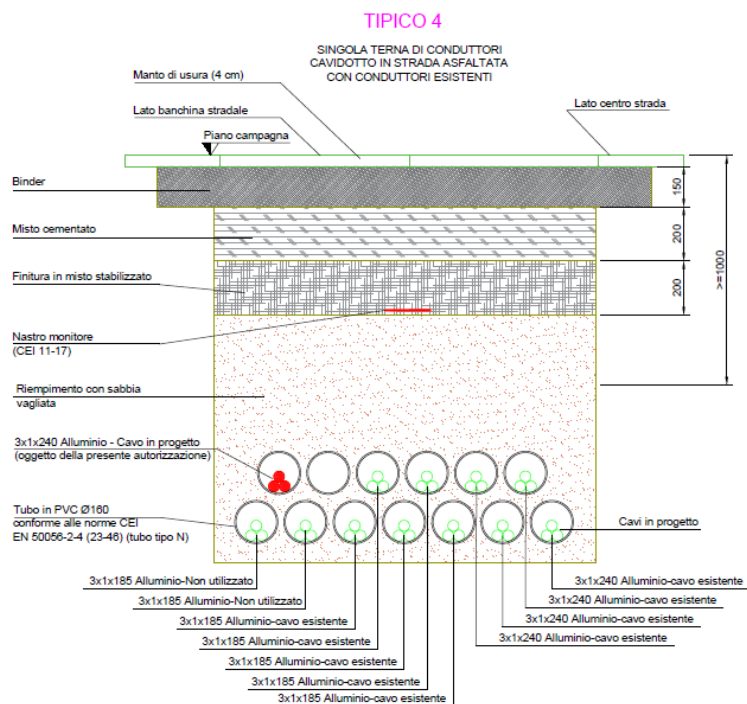


**Figura 8.** Tipico di trincea con cavo a sezione obbligata

Questo tipo di lavorazione è quella principalmente utilizzata per la posa del cavidotto MT.

Lungo il percorso del cavidotto si verranno a realizzare 4 tipologie di trincea a scavo a sezione obbligata. Tali tipologie sono rappresentate nel documento progettuale TAV.6.1 "Corografia cavidotto e tipici sezioni".

Va menzionato che, lungo via Puglia il cavidotto sarà posato all'interno di una tubazione resa disponibile da e-distribuzione e quindi non si procederà allo scavo della relativa trincea. In questo caso si procederà solo all'infilaggio della terna di cavi elicordati ad elica visibile nella tubazione disponibile. La configurazione del cavidotto è rappresentata nel tipico di sezione seguente.

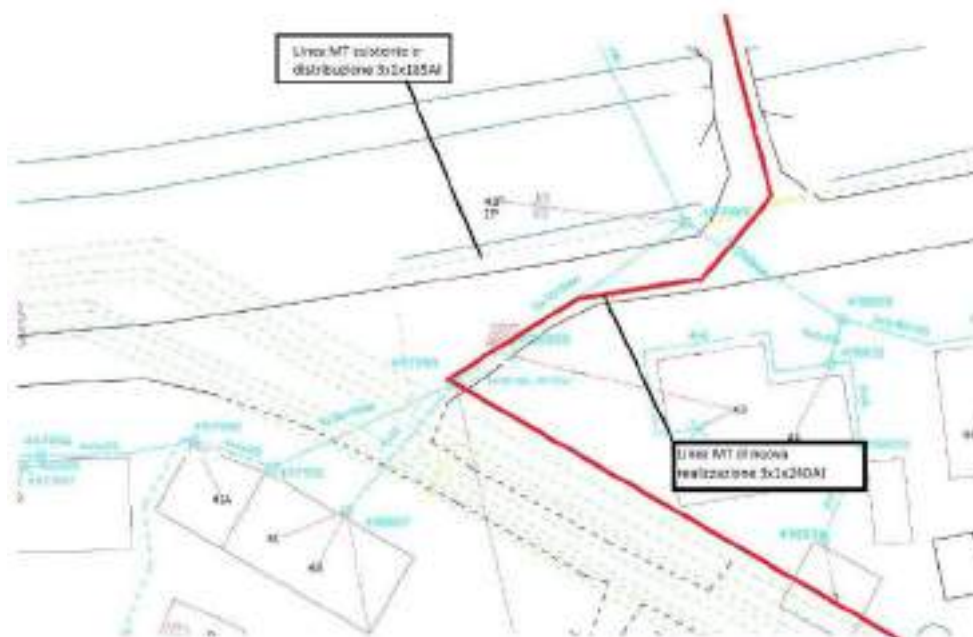


**Figura 9.** Tipico di sezione cavidotto di via Puglia

In tale sezione sono evidenziati le terne di cavi esistenti di proprietà di e-distribuzione (colore verde) ed il cavidotto di nuova realizzazione (colore rosso).

In questo caso si avrà parallelismo tra i cavi esistenti ed il nuovo cavidotto.

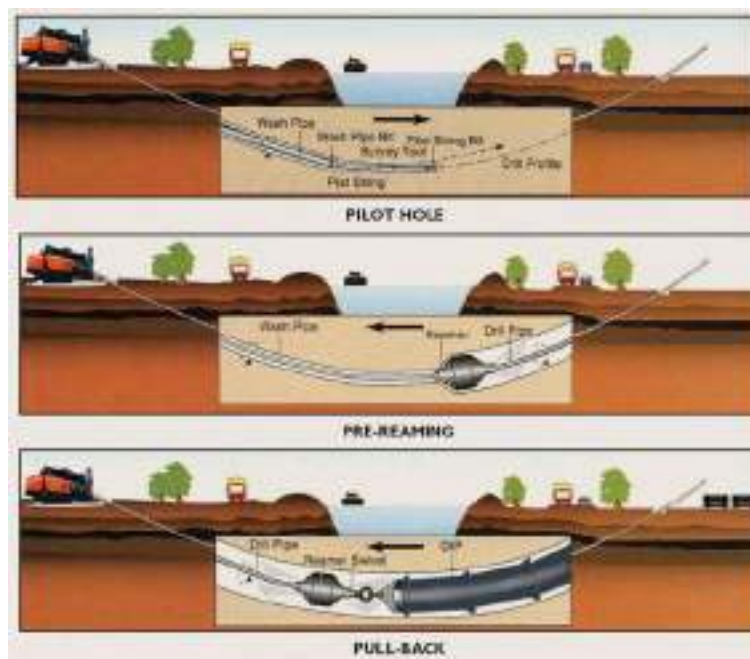
Oltre a questo parallelismo con cavidotti esistenti, ve ne sarà uno ulteriore lungo via Biancolina (vedere immagine seguente).



**Figura 10.** Parallelismo di via Biancolina

In questo caso i due cavi risultano essere ad una distanza elevata l'uno dall'altro per cui non vi sono interazioni né meccaniche né elettromagnetiche.

Per particolari attraversamenti, dove non è possibile utilizzare la trincea con scavo a sezione obbligata, verrà utilizzata la tecnologia della TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata). Tale tecnologia permette di "posare" tubazioni interrato senza effettuare uno scavo. Una volta "posate" le tubazioni, verrà infilato la terna di cavi MT elicordati. Questo tipo di lavorazione verrà utilizzata negli attraversamenti di canali d'acqua o laddove non è possibile realizzare uno scavo a sezione obbligata. Di seguito viene riportata un'immagine rappresentativa della tecnica utilizzata.



**Figura 11.** Esempio di TOC

La tecnologia permette di realizzare un posizionamento molto accurato della tubazione, entro la quale verrà infilato il cavidotto MT, con ridotti margini di errore. Inoltre, tale lavorazione risulterà meno invasiva rispetto alle tradizionali soluzioni con scavo.

In particolare, questo tipo di lavorazione sarà utilizzata per i seguenti attraversamenti:

- attraversamento del Canale di Valbona – incrocio tra via Tassinara e via Biancolina
- attraversamento del Canale di Cento – incrocio tra la strada vicinale del parco fotovoltaico e via Cento
- attraversamento del canale di scolo di via delle Viole – incrocio tra via delle Viole e via Cento
- attraversamento canale demaniale “scolo Tassinara”
- attraversamento canale demaniale “scolo Mascellaro inferiore”

Si precisa inoltre che in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell’avvio dei lavori di scavo e posa dei cavi, verranno svolte, lungo il tracciato autorizzato, indagini geo-radar finalizzate all’individuazione di eventuali manufatti, tubazioni e sottoservizi esistenti e alla predisposizione di eventuali infrastrutture di attraversamento.

#### **5.4. Verifica sezione cavidotto**

Il cavidotto indicato da e-distribuzione per il collegamento alla CP di San Giovanni in Persiceto ed alla cabina a giorno di San Matteo della Decima (via delle Viole), ha sezione pari a 240mmq.

Il cavo utilizzato sarà elicordato ad elica visibile di tipo ARP1H5E o ARE4H5E o similare adatta per la posa interrata come da specifica di e-distribuzione.

Il cavo ha conduttore e schermo in alluminio mentre l'isolamento è in elastomero o XLPE con guaina esterna in PE.

La portata del cavo è definita secondo le tabelle di e-distribuzione tenendo conto dei fattori di riduzione legati alla posa. Tale portata è pari a 400A.

Considerando i valori di portata forniti da e-distribuzione e la corrente nominale di impianto pari a 337A@cosfi=1 ne risulta che il cavidotto è in grado di trasportare la massima potenza generata dall'impianto fotovoltaico.

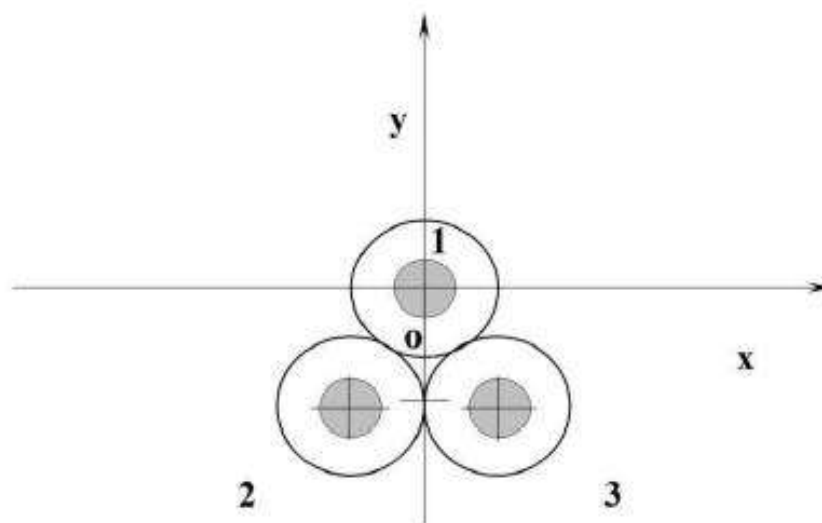
Di seguito viene riportata la scheda con le caratteristiche elettriche e geometriche salienti del cavo MT.



## LINEA IN CAVO SOTTERRANEO IN TUBAZIONE CAVO SOTTERRANEO (3 x 1 x 240 mm<sup>2</sup>) in ALLUMINIO

### CARATTERISTICHE TECNICHE

Tipo di linea	in cavo		
Tipo di posa	in tubazione		
Tipo di terreno	qualsiasi		
Tensione	(kV)	15	
Frequenza	(Hz)	50	
Corrente di esercizio in condizioni normali	(A)	400	
Materiale		Al	
Numero		3	
Sezione	(mm <sup>2</sup> )	240	
Diametro	(mm)	18,2	
Passo di elicordatura	m	1,65	
		x	y
Conduttore n.1	(mm)	0	0
Conduttore n.2	(mm)	-22	-38
Conduttore n.3	(mm)	22	-38



**Figura 12.** Caratteristiche del cavo MT



### **5.5. Manufatti per opere di rete per la connessione**

Come menzionato in precedenza in questo capitolo, le opere di connessione includono anche la realizzazione di due nuove cabine di e-distribuzione. Tali cabine sono:

- Cabina di sezionamento;
- Cabina di consegna.

La cabina di sezionamento sarà posizionata lungo il percorso del cavidotto principale che connette la CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di consegna. La cabina è posizionata in maniera da suddividere il cavidotto in parti uguali e rispettando i vincoli presenti nell'area di installazione. Tale cabina è posizionata nella particella 13 del Foglio 47 Comune di San Giovanni in Persiceto.

La cabina di consegna è posizionata ai bordi dell'appezzamento di terreno utilizzato per l'impianto fotovoltaico, in particolare 15 particella Foglio 22.

Queste cabine saranno realizzate secondo gli standard di e-distribuzione ed in particolare saranno utilizzate le seguenti tipologie:

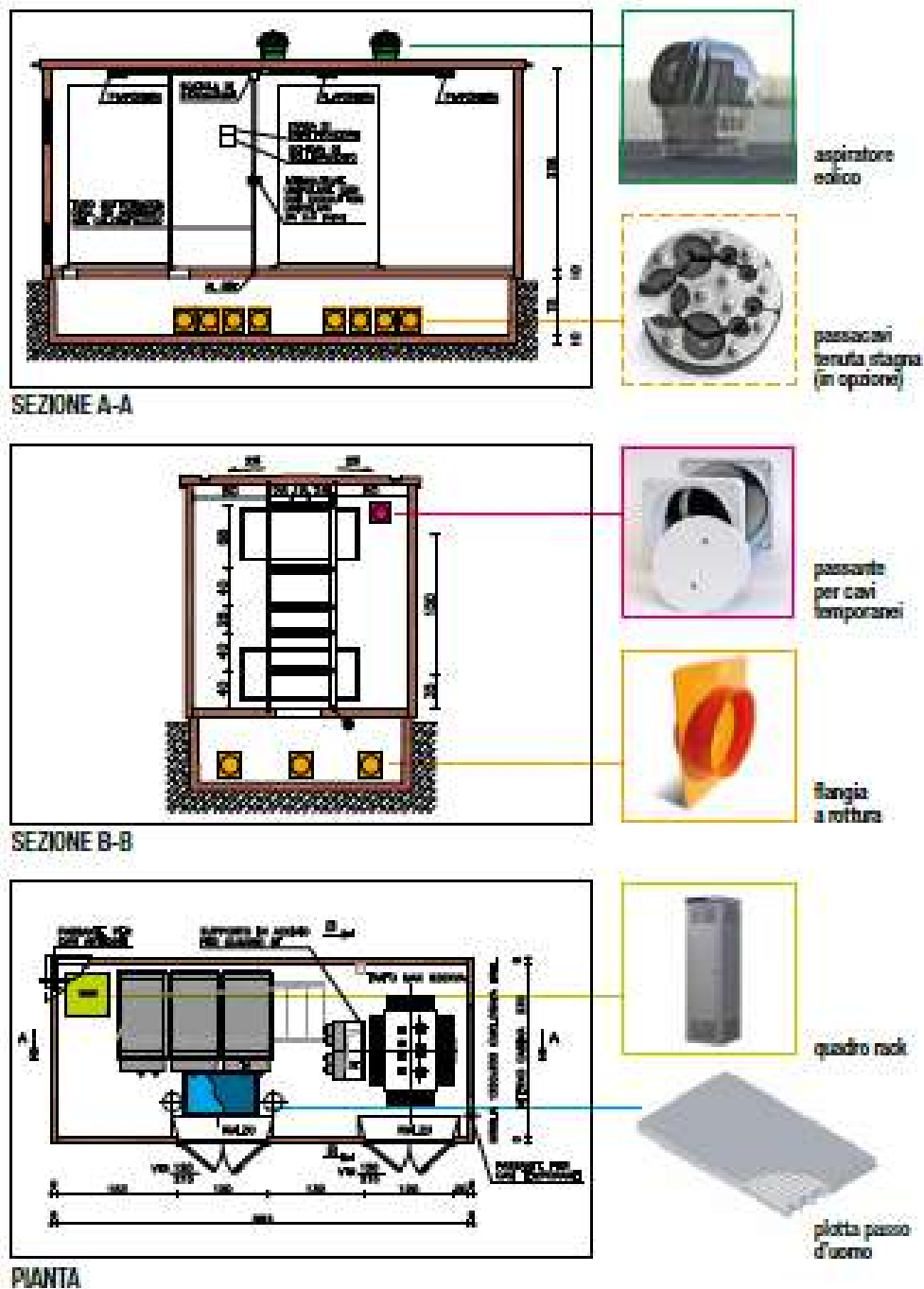
- DG-2061 per la cabina di sezionamento – dimensioni indicative 5,7mx2,5mx2,5m (LxPxH)
- DG-2092 per la cabina di consegna – dimensioni indicative 6,7mx2,5mx2,5m (LxPxH)

Le cabine saranno preferibilmente di tipo prefabbricato complete di vasca cavi e le relative predisposizioni per l'ingresso cavi da esterno.

All'interno di tali cabine saranno presenti le apparecchiature necessarie per la trasformazione e la distribuzione dell'energia in Media Tensione. In particolare, saranno presenti le seguenti apparecchiature:

- Quadro di media tensione (cabina di consegna e sezionamento);
- Apparecchiature di misura energia elettrica (cabina di consegna);
- Trasformatore MT/BT di distribuzione (Cabina di consegna e sezionamento – da 630 kVA).

La cabina di tipo DG-2061 è progettata per contenere le apparecchiature MT per i diversi equipaggiamenti unificati e-distribuzione con riferimento ad una tensione di isolamento di 24 kV in un'unica tensione da impiegare sulle reti in cavo interrato a 20-15-10 kV, inoltre consente la connessione di 2 o 3 linee e l'alloggiamento di trasformatore (con terminali sconnettibili a spina) con potenza massima 630 kVA. La struttura prefabbricata in calcestruzzo armato vibrato è completamente assemblata e viene in genere trasportata già completa per la messa in servizio. Nella normale fornitura sono comprese la cabina con gli infissi in vetroresina, due aspiratori eolici in acciaio inox, un passante per cavi temporanei, una plotta passo d'uomo, un sistema passacavo a parete per antenna, l'impianto elettrico d'illuminazione con quadro servizi ausiliari, il telaio porta quadri BT, la rete di messa a terra esterna, la fondazione prefabbricata a vasca con le tubazioni per il passaggio dei cavi e l'impianto di messa a terra esterno in corda di rame integrato da n. 4 dispersori d'acciaio zincato. Di seguito si riporta un'immagine esemplificativa di una cabina elettrica prefabbricata di questo tipo.



**Figura 13.** Esempio di cabina di tipo DG 2061

Le cabine di tipo DG-2092 sono caratterizzate dalle specifiche riportate di seguito. Il basamento d'appoggio prefabbricato realizzato in monoblocco con profondità interna di 50 cm verrà interrato in sito preliminarmente alla posa in opera della cabina. Tra il box ed il basamento è previsto un collegamento meccanico (come da punto 7.2.1 del DM 14/01/2008) prevedendo un sistema di

accoppiamento tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso ed un sistema di sigillatura al contatto box-vasca, tale da garantire una perfetta tenuta all'acqua. Il pavimento della cabina Enel è a struttura portante ed è realizzato in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armato di spessore non inferiore a 13 cm e resistente ai seguenti carichi:

- carico permanente, uniformemente distribuito di 600 daN/m<sup>2</sup>;
- carico mobile lato trasformatore di 4500 daN.
- carico mobile lato scomparti MT di 3000 daN.

Le pareti delle cabine elettriche verranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm. Durante la fase di getto, posizionati come indicato negli elaborati grafici, sono incorporati gli inserti di acciaio, necessari per il fissaggio della struttura di sostegno dei quadri BT (sia a pavimento che a copertura), per il fissaggio del quadro rack e per l'impianto di messa a terra.

La copertura delle cabine garantisce un coefficiente medio di trasmissione del calore minore di 3,1 W/°C m<sup>2</sup>, sarà a due falde – lati corti – ed avrà una pendenza del 2% su ciascuna falda e dovrà essere dotata per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua piovana, sui lati lunghi, di due canalette in VTR di spessore di 3 mm, inoltre è protetta da un idoneo manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero.

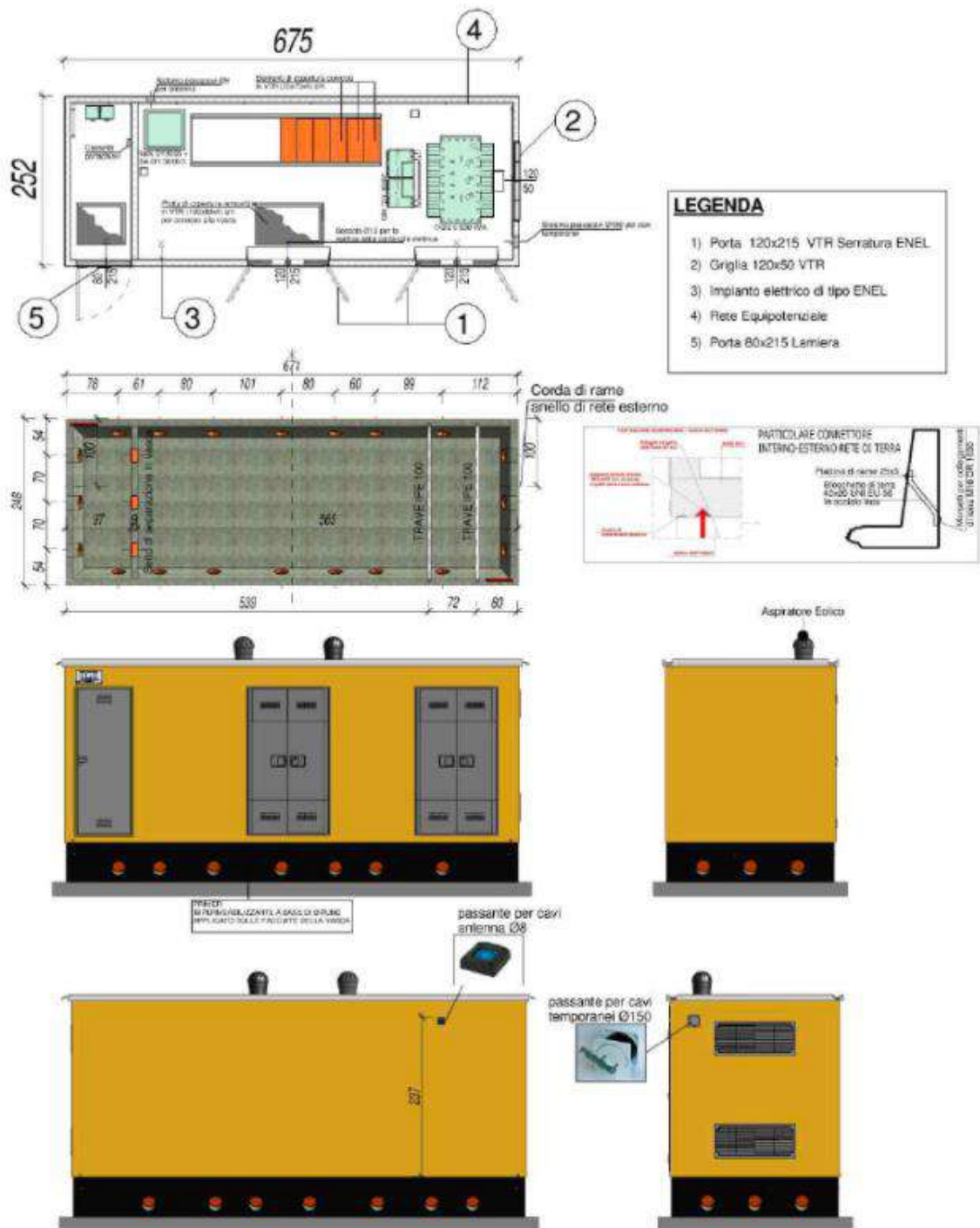
Sulla copertura sono generalmente installati due aspiratori eolici in acciaio inox, del tipo con cuscinetto a bagno d'olio. L'acciaio inox è del tipo AISI 304 (acciaio al Cr-Ni austenitico) come da UNI EN 10088-1:2005. Oltre agli aspiratori eolici, la ventilazione all'interno delle cabine Enel è integrata da due finestre di aerazione in resina o in acciaio (DS 927 – DS 926).

L'impianto elettrico delle cabine Enel, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare di tipo antifiama, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo consente la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina.

Di seguito uno schema esemplificativo del modello DG 2092.

Realizzazione di un hub di ricerca, sviluppo, produzione, stoccaggio, riconversione e distribuzione dell'idrogeno, alimentato da un impianto fotovoltaico da 8,982 MWp e relative opere di connessione alla rete di distribuzione di e-distribuzione

**RELAZIONE DI CALCOLO, DI PROCESSO E DIMENSIONAMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**



**Figura 14.** Esempio di cabina di tipo DG 2092

Entrambe le cabine saranno dotate di impianto di terra secondo le indicazioni dei relativi standard ed impianti ausiliari come da indicazioni di e-distribuzione.

I dettagli costruttivi delle cabine saranno definiti in fase esecutiva del progetto ma comunque sempre rispettando gli standard di e-distribuzione di seguito descritti:

- i locali saranno dotati di un accesso diretto ed indipendente da via aperta al pubblico, sia per il personale, sia per un'autogrù con peso a pieno carico di 180 q.;
- le aperture dovranno garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;
- le tubazioni di ingresso dei cavi dovranno essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura sarà adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua;
- i locali avranno ampiezza tale da permettere, a seconda delle esigenze di rete, l'installazione di una trasformazione MT/BT ENEL DISTRIBUZIONE;
- l'organo di manovra lato utente sarà telecomandato e in generale costituito da quadro MT con interruttore;

Sarà in generale consentito l'accesso, al personale Enel Distribuzione o Terzi, per l'esercizio e/o la manutenzione in linea agli standard di sicurezza, permettendo anche l'utilizzo di mezzi d'opera ed attrezzature di normale dotazione. Il manufatto da impiegare sarà conforme alla tabella di Unificazione UE DG2092 in vigore relativa alla specifica costruttiva per cabine secondarie in box e negli edifici civili.

## INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1.</b>	Dati tecnici modulo fotovoltaico .....	9
<b>Figura 2.</b>	Layout generale di impianto .....	11
<b>Figura 3.</b>	Inverter.....	12
<b>Figura 4.</b>	Dati tecnici inverter - 1 .....	12
<b>Figura 5.</b>	Dati tecnici inverter – 2.....	13
<b>Figura 6.</b>	Schema di funzionamento del cavidotto sovrapposto a mappe catastali: differenziazione delle 6 stratigrafie individuate a seconda del suolo esistente.....	21
<b>Figura 7.</b>	Schema generale dell'interferenze fisiche con il cavidotto .....	23
<b>Figura 8.</b>	Tipico di trincea con scavo a sezione obbligata .....	24
<b>Figura 9.</b>	Tipico di sezione cavidotto di via Puglia .....	25
<b>Figura 10.</b>	Parallelismo di via Biancolina .....	26
<b>Figura 11.</b>	Esempio di TOC.....	27
<b>Figura 12.</b>	Caratteristiche del cavo MT .....	29
<b>Figura 13.</b>	Esempio di cabina di tipo DG 2061.....	31
<b>Figura 14.</b>	Esempio di cabina di tipo DG 2092.....	33

## RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA – RELAZIONE DPA



### PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI UN HUB DI RICERCA, SVILUPPO, PRODUZIONE, STOCCAGGIO, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 8,982 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE SITO NEL COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO), LOCALITÀ SAN MATTEO DELLA DECIMA.**

<b>Committente:</b>   <b>Tozzi Green S.p.A.</b> Via Brigata Ebraica, 50 48123 Mezzano (RA) P.IVA 02132890399 R.E.A. n. RA-174504 Tel. (+39) 0544 525311 pec: <a href="mailto:tozzi.re@legalmail.it">tozzi.re@legalmail.it</a> mail: <a href="mailto:info@tozzigreen.com">info@tozzigreen.com</a> web: <a href="http://www.tozzigreen.com">www.tozzigreen.com</a>		<b>Progettista:</b>   <b>ambiente s.p.a.</b> Via Frassina, 21, 54033 Carrara (MS)			
		<b>Coordinamento di progetto:</b>   <b>ambiente s.p.a.</b> Via Frassina, 21, 54033 Carrara (MS)			
1	09/12/2021	Ing. M. Angeloni	Ing. M. Altemura	Ing. M. Altemura	<b>Revisione – integrazione interferenze</b>
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: <b>P.2.3</b>		Titolo elaborato: <b>Relazione tecnica specialistica – Relazione DPA</b>			



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CONTESTO NORMATIVO.....</b>	<b>5</b>
2.1. DPCM 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" .....	5
2.2. Legge 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" .....	5
2.3. Decreto Presidente Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003 (g.u. 29.08.2003) "Limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti" .....	6
2.4. Decreto Legislativo n.159 del 1° Agosto del 2008 .....	7
2.5. Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 – "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" .....	7
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
3.1. Definizioni.....	8
3.2. Metodologia di calcolo e misura .....	8
<b>4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE .....</b>	<b>11</b>
4.1. Inquadramento Urbanistico e Catastale .....	12
<b>5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>14</b>
5.1. Generalità .....	14
5.2. Configurazione impianto fotovoltaico .....	14
5.3. Pannelli fotovoltaici .....	15
5.4. Cabina di trasformazione .....	15
5.4.1. Dati inverters .....	16
5.4.2. Trasformatore BT/MT.....	16
5.4.3. Quadro di Media Tensione .....	17
5.5. Elettrodotto in cavo BT interrato .....	17

5.6.	Elettrodotto in cavo MT interrato .....	17
5.6.1.	Cavo interrato .....	18
<b>6.</b>	<b>VALUTAZIONE CAMPO ELETTROMAGNETICO .....</b>	<b>19</b>
6.1.	Cabina di trasformazione BT/MT (campo fotovoltaico) .....	19
6.2.	Cavi interrati (collegamento alla CP e-distribuzione e linee campo FTV) ..	20
6.3.	Cavi MT interrati (linee interne al campo fotovoltaico) .....	23
6.4.	Cavi BT interrati (collegamento lotto Sud – Cabina A) <b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>	
6.5.	Cavi interrati MT (Via Puglia) .....	25
6.6.	Cabina di consegna .....	27
6.7.	Cabina utente (cabina di ricezione di impianto) .....	27
6.8.	Sovrapposizione DPA cabina utente (cabina di ricezione di impianto) e cabina di consegna	28
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>29</b>
	<b>INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>31</b>
	<b>INDICE DELLE TABELLE .....</b>	<b>32</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione si pone quale obiettivo la valutazione previsionale dei livelli del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle linee ed apparecchiature associate alla messa in esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "San Giovanni in Persiceto" di potenza pari a 8,982 MWp in Località San Giovanni in Persiceto (BO) da parte di Società Tozzi Green S.p.A., specializzata in soluzioni, servizi e progetti per lo sviluppo d'impianti e per la generazione di energia da fonti rinnovabili, risulta soggetto.

Le principali sorgenti oggetto di analisi risulteranno essere:

- un cavidotto in MT dalla CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di consegna;
- una cabina di sezionamento da realizzare circa a metà del percorso dell'cavidotto di cui al punto precedente (secondo specifica tecnica e-distribuzione),
- un cavidotto in MT dalla cabina di consegna alla cabina esistente di e-distribuzione di via delle Viole in San Matteo della Decima,
- una cabina di consegna ai margini dell'impianto fotovoltaico (secondo specifica tecnica e-distribuzione).
- una cabina utente di ricezione in prossimità della cabina di consegna di e-distribuzione
- due cabine di trasformazione definite A e B asservite all'impianto fotovoltaico
- cavidotti interni al campo fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione presso la CP di San Giovanni in Persiceto (BO). L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita agli inverter di stringa, le linee vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà poi la trasformazione BT/MT

Lo studio ha avuto lo scopo di:

- verificare il rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento elettromagnetico da parte del nuovo impianto sia per quanto riguarda l'esposizione della popolazione che quella dei lavoratori;
- individuare la distanza di prima approssimazione (Dpa) per ciascuna sorgente la quale il campo magnetico presenta valori inferiori ai 3  $\mu$ T.

Le elaborazioni numeriche e la redazione della presente relazione è stata eseguita dall'Ing. Marco Angeloni dal Dott. Andrea Ricci

Conferme del raggiungimento dei risultati potranno essere verificati successivamente da misure strumentali.

## **2. CONTESTO NORMATIVO**

### **2.1. DPCM 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"**

Il decreto fissa i limiti massimi di esposizione per la popolazione, relativamente all'ambiente esterno ed abitativo, ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza di 50Hz. La normativa contiene tuttavia una grave contraddizione interna tra l'art.4 e l'art.5, laddove stabilisce sia dei limiti ai valori dei campi elettrici e magnetici (rispettivamente 5 kV/m e 100  $\mu$ T), sia dei limiti alle distanze di rispetto. Queste due condizioni non sono tuttavia congruenti, poichè le distanze minime imposte sono traducibili in termini di valori di campo magnetico inferiori (dell'ordine di 3 - 4  $\mu$ T). Con il successivo D.P.C.M. 28/09/1995 poi sono state emanate le norme tecniche di attuazione del presente decreto che relativamente agli elettrodotti prevede di fare riferimento solamente ai valori di campo e non alle distanze, allineandosi sostanzialmente con le indicazioni di tutti gli Enti internazionali.

### **2.2. Legge 22 febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"**

La legge nazionale quadro sull'elettromagnetismo ha l'innegabile pregio di tentare di porre ordine nella variegata situazione italiana, attraverso le definizioni delle competenze di stato, regioni, province e comuni. Il carattere innovativo della nuova legge sta nel fatto che, accanto al concetto di limite di esposizione inteso come valore che non deve mai essere superato in alcuna condizione di esposizione, vengono introdotti quelli di valore di attenzione e di obiettivo di qualità. Ad essi è attribuito il seguente significato (dalle definizioni riportate nella legge):

- valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivi di qualità sono: i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'art. 8; 2) i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'art. 4, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

La legge, tuttavia, non indica direttamente i valori numerici delle quantità suddette ma stabilisce che essi dovranno essere fissati da appositi decreti.

La legge stabilisce inoltre che, entro 10 anni dalla sua entrata in vigore, la rete elettrica esistente dovrà essere risanata, secondo criteri che verranno anch'essi definiti attraverso un apposito decreto, allo scopo di rispettare i limiti di esposizione e i valori di attenzione, nonché di raggiungere gli obiettivi di qualità stabiliti (...).

Più in dettaglio questa normativa ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a:

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione [1];
- promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, comma 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea [2];
- assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili

In particolare, l'art. 4, Comma 2 afferma che i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico e i parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti, di cui al comma 1, lettere a), e) e h), sono stabiliti, entro sessanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge:

- per la popolazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro dell'ambiente, di concerto con il Ministro della sanità, sentiti il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, di seguito denominata «Conferenza unificata»;
- per i lavoratori e le lavoratrici, ferme restando le disposizioni previste dal Decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni, con Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della sanità, sentiti i Ministri dell'ambiente e del lavoro e della previdenza sociale, il Comitato di cui all'articolo 6 e le competenti Commissioni parlamentari, previa intesa in sede di Conferenza unificata. Il medesimo decreto disciplina, altresì, il regime di sorveglianza medica sulle lavoratrici e sui lavoratori professionalmente esposti.

### **2.3. Decreto Presidente Consiglio dei Ministri del 8 luglio 2003 (g.u. 29.08.2003) "Limiti di esposizione ai campi elettrici e magnetici generati da elettrodotti"**

Nel presente decreto sono fissati i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti (vedi tabella 1).

	<b>Intensità campo elettrico E (kV/m)</b>	<b>Intensità induzione magnetica B (uT)</b>
Limiti esposizione	5	100
Limiti attenzione	5	10

**Tabella 1.** Limiti campi bassa frequenza

Nel caso di aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere, gli elettrodotti di nuova costruzione l'induzione magnetica deve rispettare il valore di qualità di 3 uTesla

#### **2.4. Decreto Legislativo n.159 del 1° Agosto del 2008**

Il D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico) al Capo IV del Titolo VIII, che stabilisce prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici, è stato modificato dal Decreto Legislativo n.159 del 1° Agosto del 2008.

Il d.lgs. 159/2016 si inserisce nel contesto del decreto sulla sicurezza nei luoghi di lavoro d.lgs. 9 aprile 2008 n°814 indicando nel primo dei suoi due articoli, le modifiche introdotte al d.lgs. 81/2008, in particolare agli art. 206, 207, 208, 209, 210, 210-bis, 211 e 212. Il d.lgs. 159/2016 riporta in Allegato 1 la descrizione delle grandezze fisiche concernenti l'esposizione ai campi elettromagnetici, la definizione dei valori limite di esposizione (VLE) per gli effetti sensoriali e sanitari relativi ai campi elettrici interni, dei valori di azione (VA) espressi nelle grandezze misurabili per consentire la conformità ai pertinenti VLE. Sia per i VLE che per i VA sono riportate le relative Tabelle con i limiti da rispettare per la valutazione dei rischi.

#### **2.5. Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29 maggio 2008 – "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"**

Il provvedimento, in riferimento alla legge quadro n. 36/2001 e al DPCM 8 luglio 2003 (protezione dalla esposizione ai campi elettromagnetici) ha lo scopo di fornire il metodo per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate.

La presente metodologia di calcolo si applica, quindi, agli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee aeree o interrate.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Definizioni**

- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma I lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.
- Distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (Scheda B10).
- Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Valore di attenzione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 2): a titolo di misura di cautela per la protezione della popolazione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

#### **3.2. Metodologia di calcolo e misura**

Il DPCM dell'8 luglio 2003 stabilisce diversi criteri di valutazione dei campi elettromagnetici in prossimità di linee elettriche ad alta tensione e fissa i limiti di esposizione nei confronti dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti eserciti alla frequenza di 50 Hz. In particolare viene fissato il valore di attenzione di induzione magnetica pari a 10  $\mu$ T (microtesla) ovvero il valore di



induzione magnetica pari a 3 uT che non deve essere superato nei luoghi definiti "a permanenza prolungata di persone". Questo valore è da intendersi con riferimento alla mediana nelle 24 ore.

Per una migliore composizione della metodologia di calcolo è importante riassumere i seguenti concetti:

- la determinazione dei livelli di campo, elettrico e magnetico (CEM), in un luogo è elemento chiave per stabilire se il rischio esiste o no.
  - l'intensità del CEM dipende dalla distanza dalla sorgente e di norma diminuisce rapidamente allontanandosi da quest'ultima. Per questo spesso, per assicurare la sicurezza delle persone, si utilizzano recinzioni, barriere o altre misure protettive che impediscano l'accesso non autorizzato ad aree dove i limiti di esposizione possono essere superati.
  - in genere i limiti di esposizione sono diversi per il pubblico generico e per i lavoratori.
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali.

L'impatto magnetico dovuto alle linee elettriche aeree percorse da corrente è stato determinato dai seguenti fattori:

- la corrente circolante nei conduttori
- la disposizione delle fasi.

Per lo svolgimento del presente studio si è effettuato un sopralluogo per determinare l'inquadramento territoriale ed acquisire una conoscenza dei luoghi allo stato attuale. Nel contempo si sono ottenute informazioni per determinare l'inquadramento elettromagnetico dell'area nel contesto della normativa vigente.

In riferimento alla previsione dei livelli di campo elettromagnetici nell'area e presso i ricettori più esposti, a seguito della messa in opera delle nuove apparecchiature nell'area sede dell'intervento, sono stati acquisiti i dati relativi:

- alle nuove sorgenti elettromagnetiche da installare;
- alla posizione delle stesse all'interno dell'area di progetto;
- alle caratteristiche fisiche delle linee;
- ai dati di targa delle appaere;

Lo studio è stato effettuato tenendo conto di quanto indicato nella normativa cogente relativamente al calcolo ed alla valutazione dei campi elettromagnetici, indicando per ciascun risultato ottenuto i metodi e le formule adottate nel computo.

In particolare, i calcoli sono stati eseguiti seguendo quanto contenuto nel:

- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008 e allegato - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti (G.U. 5 luglio 2008 n. 156, S.O. n. 160);
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo" Prima edizione, 2006;

- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche” Seconda edizione 2008;

utilizzando contestualmente le:

- Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08 “Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” redatte da Enel Distribuzione S.p.A., a cura della funzione Qualità, Sicurezza ed Ambiente (QSA).

#### 4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Il sito oggetto del progetto HUB di Ricerca H2 è posto nella frazione di San Matteo della Decima del Comune di S. Giovanni in Persiceto ed ha la peculiarità, dal punto di vista geografico, di essere equidistante dalle Città di Bologna e Modena.

L'area in esame si trova nella parte Nord del Comune di San Giovanni in Persiceto, in prossimità del confine amministrativo con l'adiacente provincia di Modena, circa 1,5 km a Nord dello stesso centro abitato, in un contesto prevalentemente agricolo, scarsamente antropizzato e popolato



**Figura 1.** Inquadramento generale dell'area (Google earth)

Geograficamente oltre che per la posizione rispetto alla Città Metropolitana di Bologna e rispetto alla Provincia di Modena è di particolare interesse anche la vicinanza con una decina di comunità più piccole quali Cento, San Pietro in Casale, San Giorgio di Piano, Castel Maggiore, Anzola Dell'Emilia, Spilamberto, Castel Franco Emilia, Nonantola e Crevalcore.



**Figura 2.** Ubicazione del sito produttivo (fonte: Google Earth)

In area contigua al sito, sorgono prevalentemente aree ad uso agricolo.

I Centri abitati più prossimi al sito sono rappresentati dalla Frazione di San Matteo della Decima situata a meno di 1 km in direzione sud-ovest e il paese di Cento distante circa 4 km in direzione nord-est. Sono inoltre da segnalare case sparse nei dintorni del sito, soprattutto nell'area nord-ovest, e il confine settentrionale delimitato dal canale Cento.

#### **4.1. Inquadramento Urbanistico e Catastale**

L'impianto fotovoltaico verrà installato sui terreni nella disponibilità del Proponente. L'impianto si svilupperà su due lotti di terreno separati. Il lotto NORD è catastalmente individuato dalle particelle 1, 19, 20, 253 del Foglio 21 e dalle particelle 1, 5, 11, 14, 15, 143, 147, 150, 152 del Foglio 22 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) mentre il lotto SUD è catastalmente individuato dalle particelle 411, 414 del Foglio 21 del Comune di San Giovanni in Persiceto (BO). Di seguito viene indicato un estratto della Mappa Catastale, disponibile nell'elaborato TAV. 2.0 – Planimetria catastale. In rosso è evidenziata l'area oggetto di intervento.



**Figura 3.** Estratto di Mappa Catastale disponibile in Tavola 2.0.

## **5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

### **5.1. Generalità**

Il progetto HUB di Ricerca H2 comprende la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "San Giovanni in Persiceto" di potenza elettrica pari a 8,982 MWp quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n. 2 sottocampi di potenza di 3,006 MWp e 5,976 MWp.

Il campo fotovoltaico è costituito da n. 14.970 moduli monocristallini di potenza unitaria pari a 600 W. L'energia prodotta dal campo fotovoltaico in corrente continua verrà convogliata e trasformata tramite n.33 inverter di campo. Gli inverter verranno poi convogliati su n.2 cabine di trasformazione (sottocampi) per l'innalzamento della tensione da 800V alla tensione di rete pari a 15 kV.

Il progetto del sistema elettrico a 15 kV è stato elaborato con l'intento di assicurare una adeguata funzionalità e flessibilità di esercizio e di ridurre, nel contempo, le perdite dell'impianto entro valori accettabili

Come si evince dalle tavole allegate (layout generale impianto) la cabina di consegna dell'ente distributore (e-distribuzione) sarà costruita all'interno dei terreni di proprietà e si garantirà il libero accesso al distributore a tale manufatto.

Le opere di utente per la connessione sono costituite da:

- Cavidotto in MT dalla CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di consegna,
- Una cabina di sezionamento da realizzare circa a metà del percorso dell'cavidotto di cui al punto precedente (secondo specifica tecnica e-distribuzione),
- Cavidotto in MT dalla cabina di consegna alla cabina esistente di e-distribuzione di via delle Viole in San Matteo della Decima,
- Una cabina di consegna ai margini dell'impianto fotovoltaico (secondo specifica tecnica e-distribuzione).

Per la porzione di campo fotovoltaico separata da quella principale (lotto sud) è prevista inoltre la realizzazione di un cavidotto BT di collegamento, in modo da trasportare l'energia prodotta alla relativa cabina di trasformazione (cabina A).

### **5.2. Configurazione impianto fotovoltaico**

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è destinato a produrre energia elettrica; esso sarà collegato alla rete elettrica di distribuzione presso la CP di San Giovanni in Persiceto (BO). L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita agli inverter di stringa, le linee vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà poi la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascuna cabina verrà, quindi, vettoriata verso la cabina generale di impianto (affiancata alla cabina di consegna dell'ente distributore), dove



avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione, presso la nuova cabina di consegna.

L'impianto fotovoltaico in oggetto avrà una potenza nominale pari a 8,982 MWp, quale risultante dalla somma delle potenze elettriche di n.2 sottocampi di potenza pari a 3,006 MWp e 5,976 MWp, pari al prodotto tra il numero totale dei moduli da utilizzare e la potenza nominale del singolo modulo:  $14.970 \text{ moduli} \times 600 \text{ W/modulo} = 8,982 \text{ MWp}$ .

I moduli fotovoltaici saranno installati su apposite strutture metalliche infisse nel terreno tramite la tecnica del battipalo. Tali strutture saranno collegate all'impianto generale di messa a terra dell'impianto.

L'impianto sarà costituito da n.499 stringhe ciascuna formata da n.30 pannelli collegati in serie.

Il sezionamento e la protezione delle stringhe saranno realizzati mediante quadri elettrici di campo opportunamente accessoriati.

Il gruppo di conversione da corrente continua a corrente alternata dell'energia elettrica prodotta sarà costituito complessivamente da n. 33 inverter di potenza massima pari a 250 kVA. A ciascun inverter afferisce una quota-parte del generatore fotovoltaico (circa 15 stringhe).

Gli inverter sono raggruppati assieme tramite due cabine di trasformazione (cabina A e B) opportunamente dislocate all'interno dell'area di proprietà del committente. Ogni cabina ospiterà il quadro di Bassa Tensione di parallelo e misura dell'energia elettrica di ogni sottocampo, il trasformatore innalzatore 0,8/15 kV, il quadro MT di distribuzione.

Le "cabine di trasformazione" saranno in muratura e dotate di adeguato impianto di terra. Le cabine sono dislocate all'interno del campo fotovoltaico in maniera da ottimizzare le perdite elettriche sui vari elementi costituenti l'impianto di generazione e trasformazione.

### **5.3. Pannelli fotovoltaici**

I moduli previsti dal presente progetto sono tutti della medesima tipologia e taglia. Si tratta dei moduli in silicio monocristallino la cui potenza di picco è pari a 600 Wp. Il numero di moduli che compongono una stringa è pari a 30, per cui la tensione della stringa risulta essere variabile dai 1329 V alla temperatura di 0°C fino ai 1141 V alla temperatura di 60°C (temperature limite di progetto).

I moduli previsti in progetto sono del tipo "monofacciali", con vetro da 2,0 mm.

Coerentemente con la definizione delle stringhe, le strutture di supporto sono state progettate in modo tale da garantire l'installazione dei moduli appartenenti ad una stringa tutti sulla stessa struttura, al fine di facilitare le operazioni di installazione e di manutenzione ordinaria

### **5.4. Cabina di trasformazione**

Gli inverter saranno installati in campo nelle vicinanze delle relative stringhe di pannelli. L'inverter ha la funzione di trasformare l'energia prodotta in corrente continua dai pannelli, in energia in corrente alternata.



L'energia prodotta dagli **inverters** in corrente alternata sarà "trasportata" tramite appositi cavi in cabina di trasformazione.

I cavi provenienti dagli inverter saranno collegati al **quadro generale di Bassa Tensione** di cabina. Il quadro di bassa tensione a sua volta alimenta il **trasformatore** innalzatore che ha la funzione di adeguare la tensione al livello della rete di distribuzione in Media Tensione (15kV - MT).

Il trasformatore elevatore sarà a sua volta connesso ad un **quadro di Media Tensione** che svolge la funzione di protezione ed interfacciamento verso la cabina di consegna dell'ente distributore.

Le cabine saranno realizzate in muratura e saranno dotate di locali separati per le apparecchiature di Media Tensione, Bassa Tensione e Controllo.

Le cabine utente di trasformazione presenti in impianto saranno le seguenti:

- Cabina A
- Cabina B

Tutte le apparecchiature saranno posate su un basamento in calcestruzzo di adeguate dimensioni, ove saranno stati predisposti gli opportuni cavedi e tubazioni per il passaggio dei cavi di potenza e segnale.

Le cabine saranno equipaggiate del relativo impianto elettrico completo di cavi di alimentazione, di illuminazione, di prese elettriche di servizio, dell'impianto di messa a terra adeguatamente dimensionato e quanto necessario al perfetto funzionamento delle apparecchiature. Saranno inoltre presenti le protezioni di sicurezza e il sistema centralizzato di comunicazione con interfacce in rame e fibra ottica.

Tutte le componenti esterne saranno dotate di tutti quegli accorgimenti atti a garantire la massima protezione in condizioni climatiche quale che sia l'ambiente di installazione. Per una completa accessibilità ai vari comparti, saranno adottati tutti quei provvedimenti in modo che tutti i dispositivi installati siano immediatamente accessibili, rendendo più agevole l'ispezione, la manutenzione e la riparazione.

Le cabine saranno dotate di adeguato sistema di raffreddamento quale aria condizionata per i locali MT, BT e controllo e ventilazione per i locali trasformatori

#### **5.4.1. Dati inverters**

In progetto sono previste n.33 inverter con potenza nominale di 250kVA/cad.

Max output AC current : 180,5 A  
AC Cable : Four Core cable  
Outer diameter 38/56 mm  
Conductor cross section 70/240 mm<sup>2</sup>

#### **5.4.2. Trasformatore BT/MT**

Nelle cabine di trasformazione dell'impianto fotovoltaico saranno installati trasformatori 15/0,8kV con potenza nominale pari a 3150kVA (n°1 in cabina A e n°2 in cabina B)

### **5.4.3. Quadro di Media Tensione**

All'interno della cabina di trasformazione verrà posizionato un quadro di media tensione. Il quadro avrà tensione nominale di 24kV, corrente nominale di 630A e corrente di corto circuito di 20kA/1s.

### **5.5. Elettrodotto in cavo BT interrato**

Il cavidotto di collegamento tra lotto sud e lotto nord per il trasporto dell'energia prodotta alla relativa cabina di trasformazione (cabina A) attraverserà una particella catastale (foglio 21, part. 410) di proprietà terza. Dal lotto sud partiranno, da n.4 inverter (da 250 kVA, 800 V), 4 terne di cavi con formazione 3x1x400+PE (una terna per ciascun inverter).

Per i cavidotti in BT e di segnale è prevista la posa entro tubi protettivi in PVC. La profondità di posa sarà pari a 0,8-1,0m e saranno presenti pozzetti rompitratta per permettere l'infilaggio e sfilaggio dei cavi.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti saranno le seguenti:

- scavo a sezione obbligata;
- posa dei tubi in PVC;
- Posa dei pozzetti rompitratta;
- reinterro parziale con terreno di scavo;
- posa di nastro segnalatore del tracciato;
- reinterro con terreno di scavo;

Una volta terminate queste lavorazioni vengono posati i cavi BT e di segnale all'interno dei tubi in PVC.

### **5.6. Elettrodotto in cavo MT interrato**

L'impianto di produzione sarà collegato alla nuova cabina di consegna da realizzare presso l'impianto stesso. Tale cabina è poi collegata alla rete di distribuzione (cabina esistente di via delle Viole) ed alla CP di San Giovanni in Persiceto. Sarà necessario per cui realizzare un cavidotto per effettuare tali collegamenti. In particolare, il cavidotto interrato in MT a 15 kV avrà una lunghezza pari a circa 9000 metri (collegamento alla CP) e 850m (collegamento alla cabina di via delle Viole).

Tale percorso viene individuato nella planimetria di dettaglio "Corografia cavidotto e tipici sezioni" dove vengono inoltre evidenziate le varie modalità di posa del cavidotto.

La soluzione tecnica di e-distribuzione prevede una cabina di consegna presso l'impianto fotovoltaico (vicinanze di San Matteo della Decima) che risulterà essere il punto di connessione dell'impianto utente (HUB di ricerca ed impianto fotovoltaico). Da qui partirà un cavidotto MT che percorrerà la strada SP255 per poi spostarsi su via Samoggia Vecchia, transitare lungo via Levratica e via Tassinara ove sarà presente una cabina di sezionamento. Dalla cabina di sezionamento il

cavidotto continuerà fino all'incrocio tra via Biancolina per proseguire lungo via Puglia ed infine collegarsi alla CP esistente di San Giovanni in Persiceto.

E' previsto anche un secondo collegamento via cavo alla cabina MT di via delle Viole di San Matteo della Decima passando attraverso via Cento e via delle Viole.

La terna di cavi costituente il cavidotto sarà posata all'interno di una tubazione a doppia parete con resistenza di 450N/m. Tale tubazione sarà posata su un letto di sabbia e di seguito ricoperta con altra sabbia.

Il cavidotto sarà posato ad una profondità di circa 1,2m e quindi superiore ad 1,0 m dal piano campagna come richiesto dall'attuale normativa. Il cavidotto sarà segnalato apponendo nello scavo, durante il rinterro, apposito nastro monitore riportante l'indicazione "pericolo cavo in tensione".

Inoltre, sono presenti cavidotti interrati all'interno del campo fotovoltaico per il trasporto dell'energia elettrica dalle cabine di trasformazione alla cabina di ricezione di e-distribuzione.

I cavi saranno direttamente interrati nel terreno ad una profondità compresa tra 1 e 1,2m.

#### **5.6.1. Cavo interrato**

Il cavo utilizzato sarà tipo ARP1H5E o ARE4H5E o similare adatta per la posa interrata. Il cavo ha conduttore e schermo in alluminio mentre l'isolamento è in elastomero o XLPE con guaina esterna in PE. La potenza massima di impianto è pari a 8982 kWp mentre la potenza di immissione in rete è pari a 8750 kW, cui corrisponde una corrente massima di impianto è  $I_b = 337 \text{ A @cos}\phi$  (con  $\cos\phi = 1$ ) e la portata del cavo interrato, di tipo elicordato ad elica visibile con sezione pari a  $240 \text{ mm}^2$ , in condizioni nominali pari a  $I_n = 400 \text{ A}$ .

Per i cavidotti interni al parco fotovoltaico saranno utilizzati cavi con sezione di 300 e  $400 \text{ mm}^2$ , con portata rispettivamente pari a 390 A e 446 A.

## **6. VALUTAZIONE CAMPO ELETTROMAGNETICO**

### **6.1. Cabina di trasformazione BT/MT (campo fotovoltaico)**

Al punto 5.2.1. (CABINE ELETTRICHE) del DM 29/05/08 viene presentato un metodo per l'individuazione di massima delle DPA per cabine realizzate secondo gli standard di riferimento nazionale realizzate principalmente in box per la distribuzione MT primaria. Viene specificato che per tipologie differenti di costruzioni elettriche, si dovrà valutare se tale metodologia è applicabile o meno altrimenti dovranno essere calcolate le fasce di rispetto con metodi di calcolo tridimensionali opportuni.

All'interno della cabina di trasformazione in oggetto è presente il trasformatore principale, apparecchiatura con le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale:	3150 kVA
Tensione nominale:	15/0,80 kV
Raffreddamento:	ONAF/ONAN

Nel caso specifico si deve stimare la DPA per un solo trasformatore di potenza superiore a 630 kVA: si propone di utilizzare la formula riportata di seguito ipotizzando che tutta la corrente del lato bassa tensione sia canalizzata in un unico cavo collocato adiacente il muro interno della cabina, la formula non è altro che una derivazione della legge di Biot e Savart.

$$B = (0,35 \cdot I \cdot D) / R^2$$

I = corrente circolante nei cavi in ampere (A)

D = distanza tra i conduttori in metri (m)

R = distanza dai cavi.

Come valore di corrente (I) occorre inserire la massima corrente circolante sul lato bassa tensione del trasformatore. La corrente si può essere calcolata con la formula seguente, di derivazione CEI per conduttori in rame, in funzione della potenza del trasformatore (P in kVA):

$$I = P / (V \cdot \text{RADQ}(3))$$

da cui I = 2273 A. La distanza d in metri (diametro conduttori) può essere stimata se non conosciuta considerando la massima corrente circolante in un cavo in funzione della sezione fissata pari a 1,3 A/mm<sup>2</sup>:

$$d = 0,0021 \cdot \text{RADQ}(I/4)$$

da cui d = 50 mm ed una DPA = 3,64 m

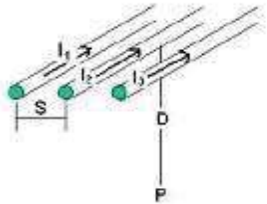
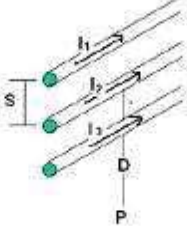
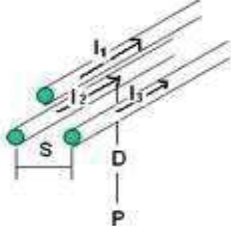
## 6.2. Cavi interrati (collegamento alla CP e-distribuzione e linee campo FTV)

La linea di collegamento tra trasformatore AT ed il generatore è costituita da cavi unipolari tipo ARP1H5E o ARE4H5E aventi le seguenti caratteristiche:

lunghezza:	9000 m
sezione:	240 mm <sup>2</sup>
portata corrente cavo interrato:	400 A

Il valore del campo magnetico indotto dipende dal valore di corrente elettrica che attraversa il conduttore, pertanto, per il calcolo del valore del campo magnetico si è preso in considerazione la linea elettrica interrata destinata al trasporto dell'energia elettrica prodotta considerando che il cavidotto raccolga tutta l'energia elettrica prodotta dall'impianto (caso peggiore dal punto di vista dell'induzione di campi elettromagnetici).

La situazione in esame è rappresentata da terne di cavi posati in piano lungo direttrici parallele:

a) Terna trifase di conduttori in piano	b) Terna trifase di conduttori in verticale	c) Terna trifase di conduttori a triangolo
		
$B(\mu T) = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$		$B(\mu T) = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{I \cdot S}{D \cdot D}$

**Figura 4.** Esempio disposizione cavi

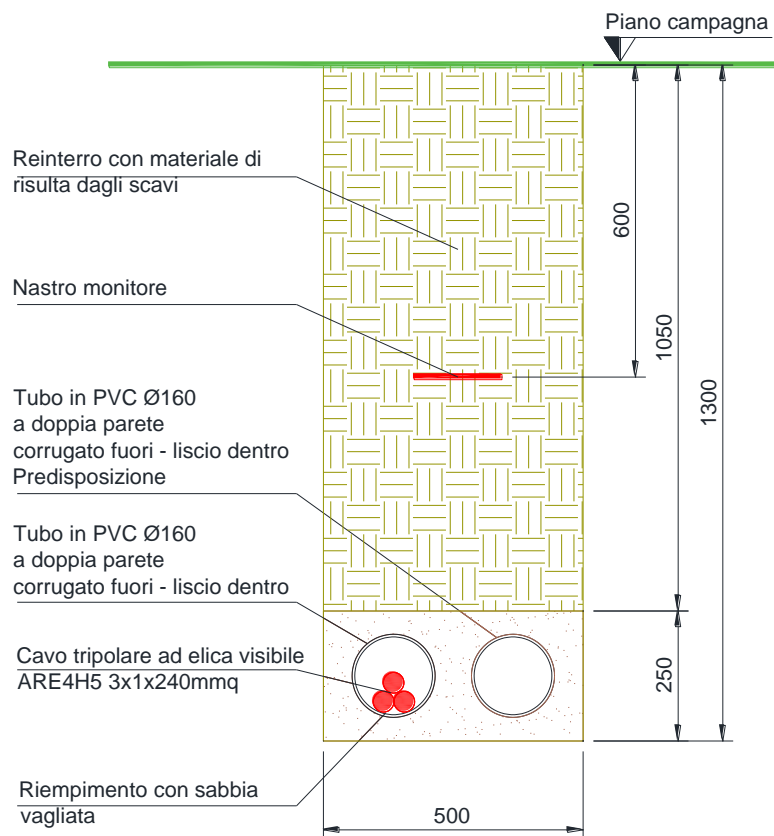
La formula della distanza dal baricentro della configurazione di terne di conduttori è la seguente dove:

$$B = 0,1 \cdot \text{RADQ}(6) \cdot (D \cdot I) / R^2$$

D = rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori

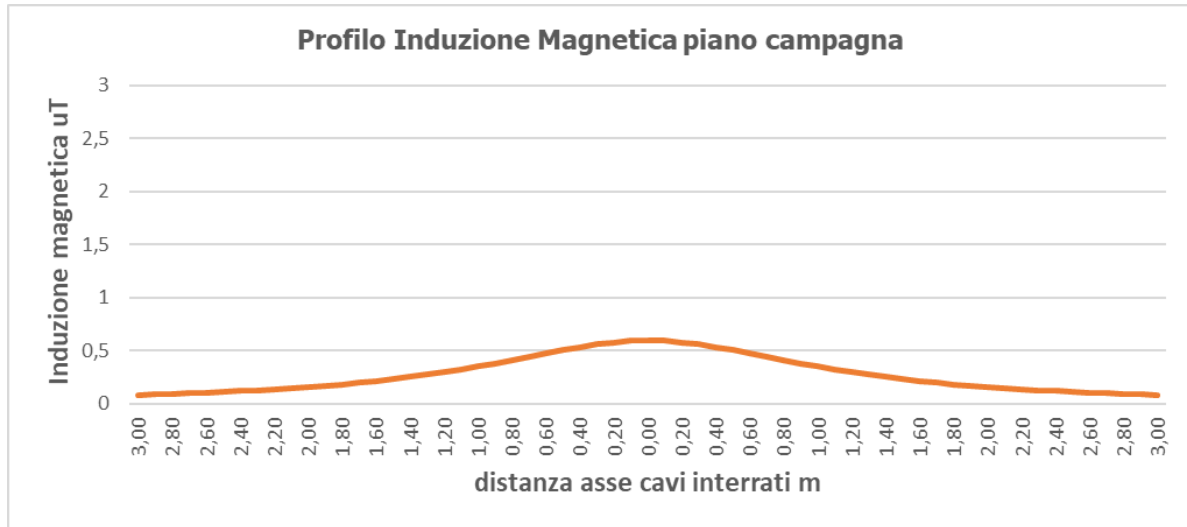
R = è la distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori rispetto al quale corrisponde un valore di induzione magnetica B.

Tale situazione in esame è rappresentata da terne di cavi posati in piano lungo direttrici parallele. Al variare di R è possibile calcolare la distribuzione dell'induzione magnetica a quota = 0 (piano di campagna).



**Figura 5.** Dimensioni R ed S nello schema di progetto di posa dei cavi

Nel grafico successivo si mostra la distribuzione dell'induzione magnetica B alla quota 0 del piano di campagna avendo assunto il baricentro della configurazione geometrica di posa pari a -1,2 m.



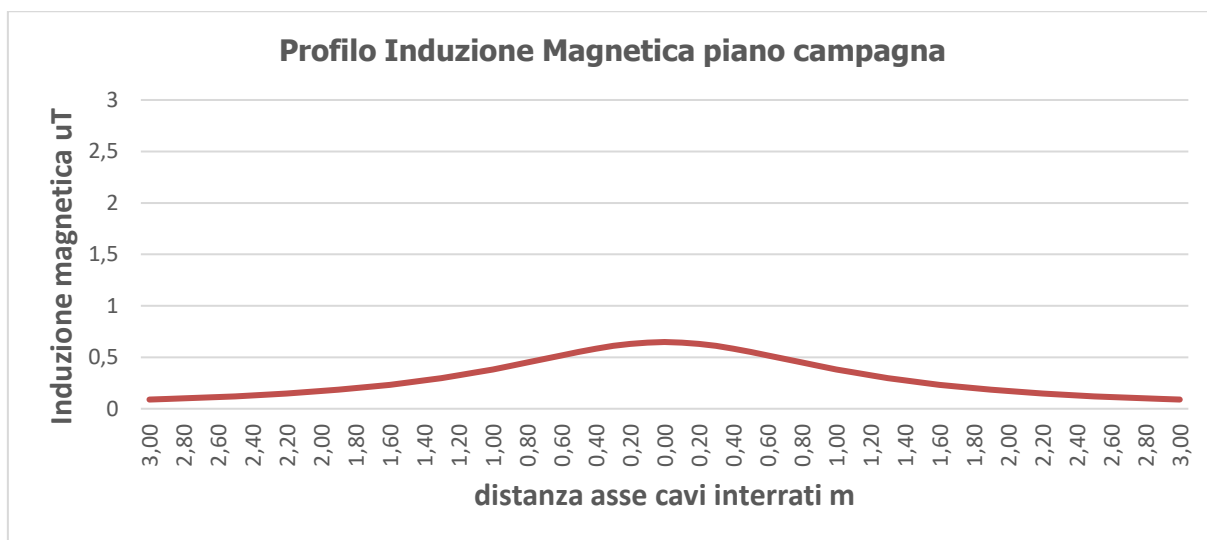
**Figura 6.** Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata di collegamento alla CP e-distribuzione e linee campo FTV

La curva isolivello dell'induzione magnetica pari a 3 uT è interamente contenuta sotto il piano di campagna (sull'asse del cavidotto al livello del piano di campagna si ottiene  $B = 0,59 \text{ uT}$ ).

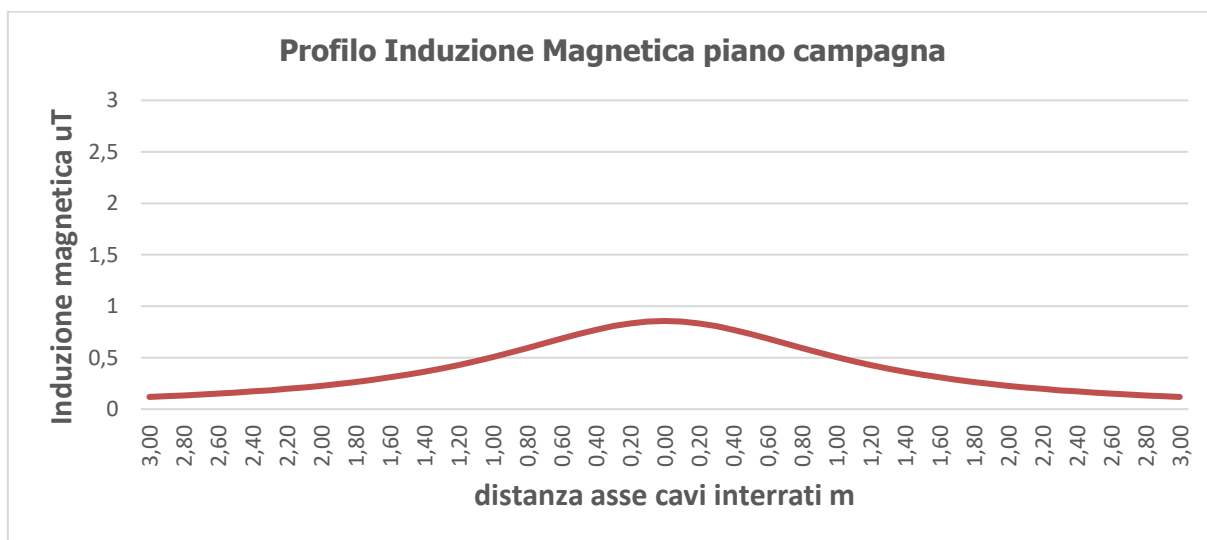


### 6.3. Cavi MT interrati (linee interne al campo fotovoltaico)

Per linee interne al campo fotovoltaico sono impiegati cavi MT con sezione di 300 mm<sup>2</sup> e 400 mm<sup>2</sup> aventi rispettivamente portate pari a 390 A e 446 A, da cui applicando le relazioni di cui al punto precedente si ottiene:



**Figura 7.** Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata interna al campo fotovoltaico (cavo 300 mm<sup>2</sup>)

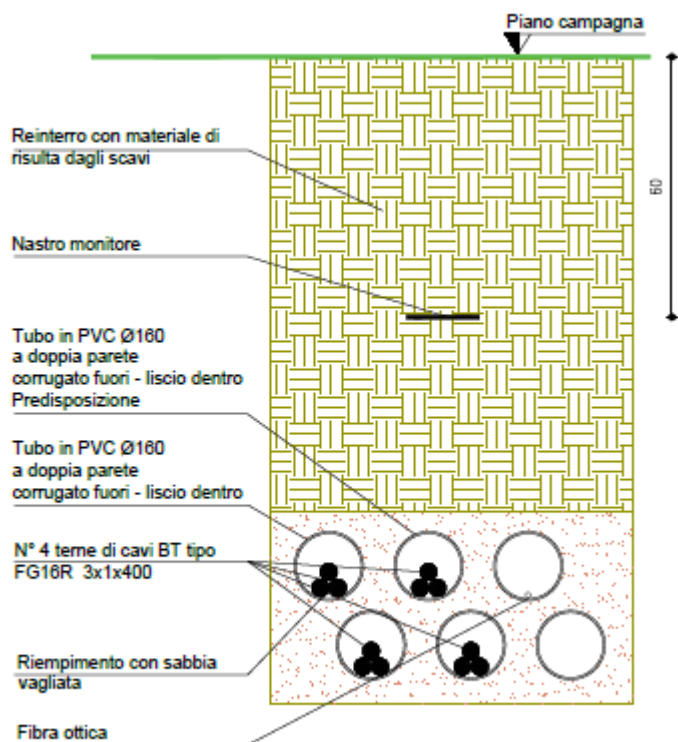


**Figura 8.** Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata interna al campo fotovoltaico (cavo 400 mm<sup>2</sup>)

da cui per entrambe le linee una curva isolivello dell'induzione magnetica pari a 3 uT è interamente contenuta sotto il piano di campagna (sull'asse del cavidotto al livello del piano di campagna si ottiene  $B = 0,64$  uT per il cavo da 300 mm<sup>2</sup> e  $B = 0,85$  uT per il cavo da 400 mm<sup>2</sup>).

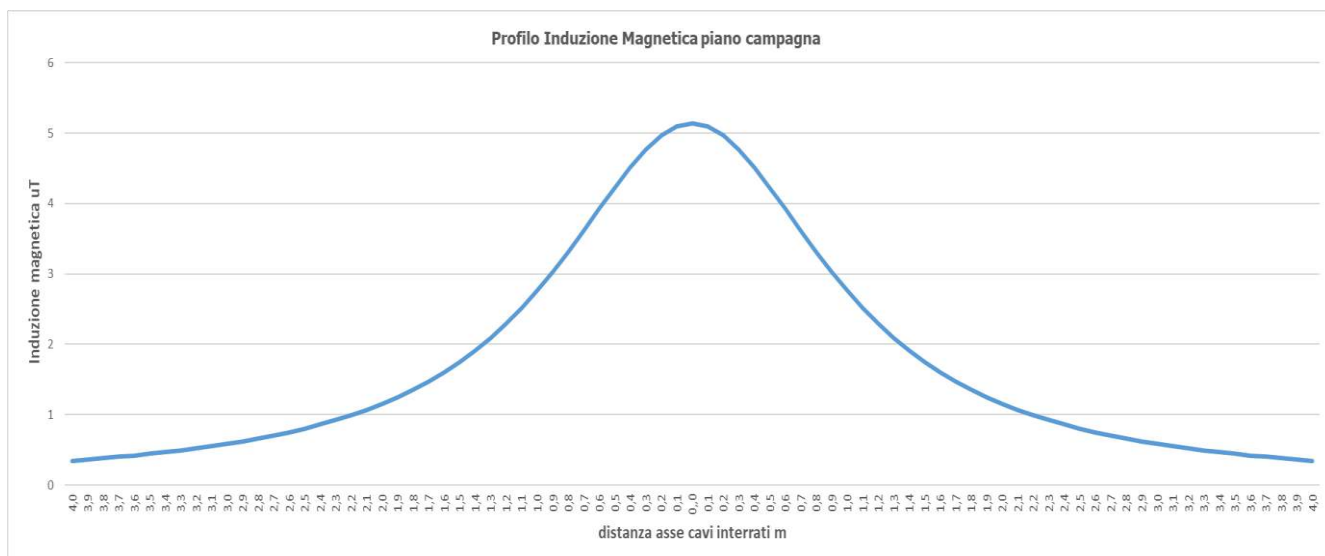
#### 6.4. Cavi interrati (linee interne al campo fotovoltaico)

Il cavidotto a bassa tensione che collega gli inverter del lotto Sud alla Cabina A consta di 4 linee (una linea per inverter) realizzate con cavo tipo FG16R 3x1x400+PE400 (vedere figura 1 per la configurazione e le distanze di posa), per una portata nominale del cavo a 380 A.



**Figura 9.** Esempio configurazione e distanze di posa cavidotto bassa tensione

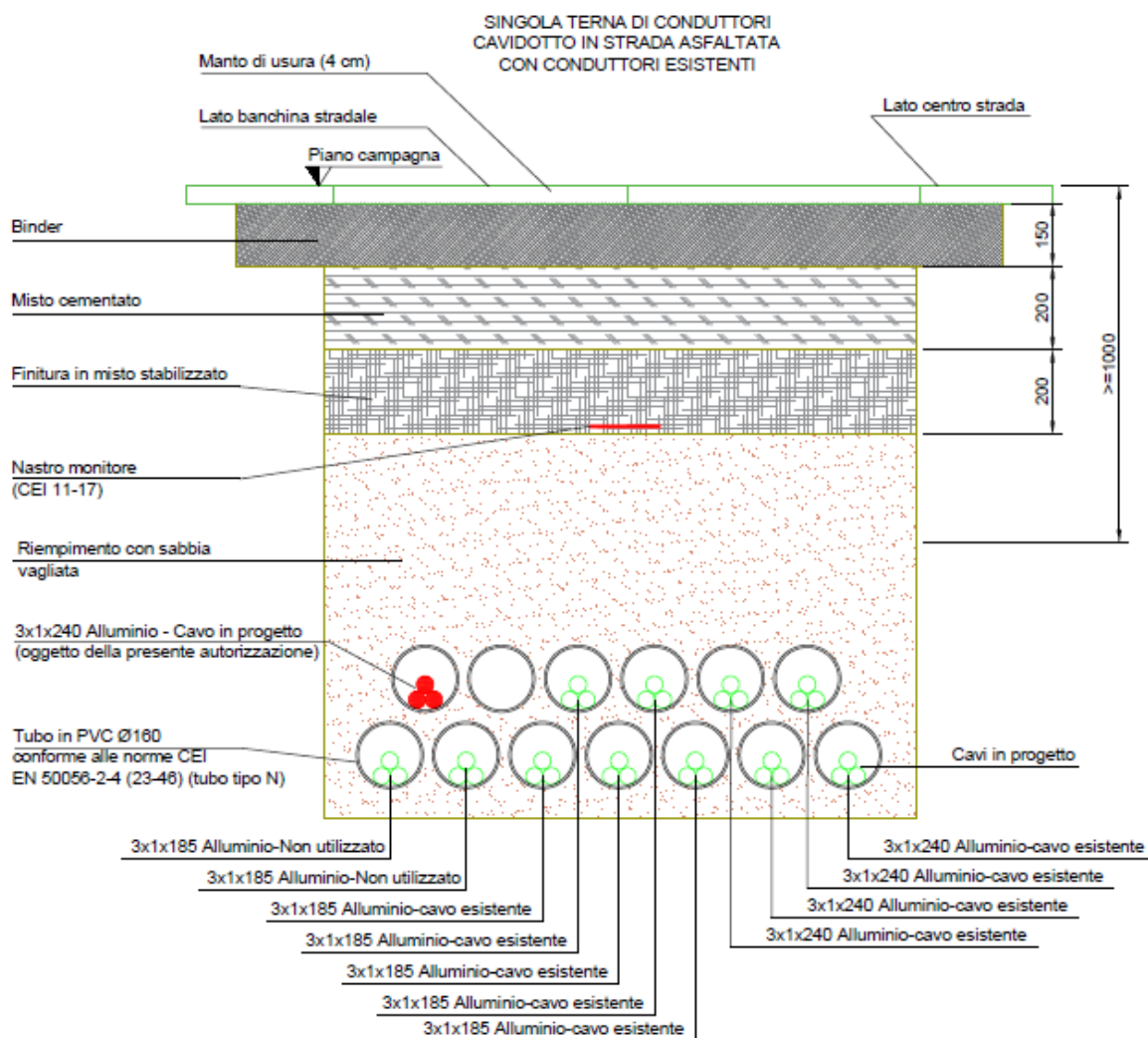
Utilizzando la relazione di calcolo del paragrafo 6.1 si ottiene un profilo della DPA sul piano di campagna pari a 1,0 m.



**Figura 10.** Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna delle linee interrato che collega gli inverter del lotto Sud alla Cabina A

## 6.5. Cavi interrati MT (Via Puglia)

Va menzionato che, lungo via Puglia, il cavidotto sarà posato all'interno di una tubazione resa disponibile da e-distribuzione e quindi non si procederà allo scavo della relativa trincea. In questo caso si procederà solo all'infilaggio della terna di cavi elicordati ad elica visibile nella tubazione disponibile. La configurazione del cavidotto è rappresentata nel tipico di sezione seguente.



**Figura 11.** Tipico di sezione di Via Puglia

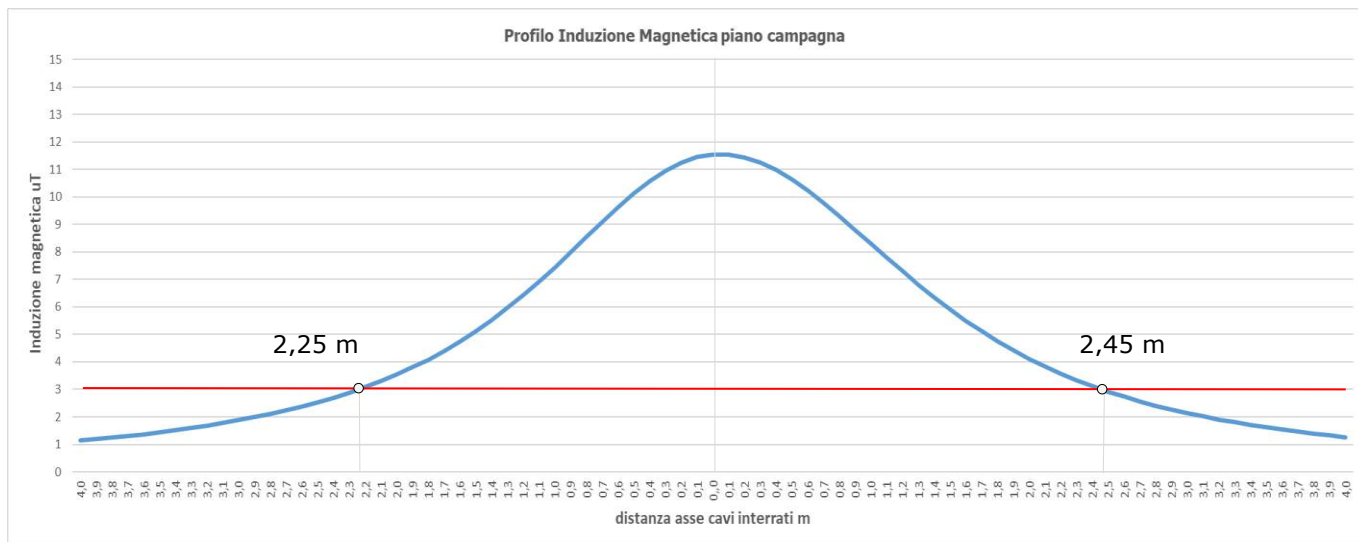
In tale sezione sono evidenziati le terne di cavi esistenti di proprietà di e-distribuzione (colore verde) ed il cavidotto di nuova realizzazione (colore rosso). In questo caso si avrà parallelismo tra i cavi esistenti:

- 4 terne esistenti con cavi da 240 mm<sup>2</sup> (400A)
- 7 terne esistenti con cavi da 185 mm<sup>2</sup> (240A)

ed il nuovo cavidotto:

- 1 terna con cavi da 240 mm<sup>2</sup> (400A)

Da cui applicando le relazioni di cui ai punti precedente si ottiene:



**Figura 12.** Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna delle linee interrata parallele di Via Puglia

La DPA del cavidotto di via Puglia consta di una fascia che dista 2,45 m e 2,25 m dall'asse del cavidotto sul piano di campagna.

## 6.6. Cabina di consegna

Per la cabina di consegna ai margini dell'impianto fotovoltaico, realizzata secondo specifica tecnica DG2092 di e-distribuzione, si assume una DPA pari a 2 m (vedere scheda B10 delle Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 di e-distribuzione), in considerazione del fatto che all'interno della cabina potrà essere prevista l'installazione di un trasformatore da 630 kVA.

## 6.7. Cabina utente (cabina di ricezione di impianto)

La cabina utente (cabina generale di impianto) conterrà un trasformatore con le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale:	800 kVA
Tensione nominale:	15/0,40 kV
Raffreddamento:	ONAF/ONAN

con corrente nominale pari a 1156 A. Applicando le formule e le considerazioni effettuate per la cabina di trasformazione BT/MT (campo fotovoltaico) si ottiene una DPA = 2,19 m.

### **6.8. Sovrapposizione DPA cabina utente (cabina di ricezione di impianto) e cabina di consegna**

Considerata la distanza tra la cabina utente (cabina di ricezione di impianto) e la cabina di consegna le corrispondenti DPA si sovrappongono parzialmente. Cautelativamente ai fini del calcolo di una DPA complessiva, risultante della sovrapposizione delle due DPA di 2 m e 2,19 m, si definisce quale DPA una distanza pari a 4,19 m, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina utente e della cabina di consegna.

## **7. CONCLUSIONI**

La società committente, Tozzi Green S.p.A., specializzata in soluzioni, servizi e progetti per lo sviluppo d'impianti e per la generazione di energia da fonti rinnovabili ha in progetto la realizzazione, in Località San Giovanni in Persiceto (BO), di un impianto fotovoltaico denominato "San Giovanni in Persiceto" di potenza pari a 8,982 MWp

Le principali sorgenti elettromagnetiche presenti nel progetto di Società Tozzi Green S.p.A. asservite all' impianto fotovoltaico di prossima realizzazione risultano essere:

Le principali sorgenti oggetto di analisi risulteranno essere:

- due cabine BT/MT (A e B) di trasformazione all'interno del campo fotovoltaico;
- un cavidotto MT di distribuzione interno al campo fotovoltaico
- una cabina MT di ricezione in prossimità dell'impianto fotovoltaico (cabina e distribuzione);
- una cabina utente: cabina generale di impianto con inclusa la trasformazione a servizio dell'HUB di ricerca, generatore H<sub>2</sub> e distributore H<sub>2</sub>
- un cavidotto in MT dalla CP di San Giovanni in Persiceto alla cabina di ricezione,
- Un cavidotto verso la cabina esistente di e-distribuzione (via delle Viole)
- una cabina di sezionamento da realizzare circa a metà del percorso dell'cavidotto di cui al punto precedente (secondo specifica tecnica e-distribuzione).

Dalle indicazioni acquisite dalle Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" redatte da Enel Distribuzione S.p.A., a cura della funzione Qualità, Sicurezza ed Ambiente (QSA)" sono state indicate le Distanze di Prima Approssimazione per la stazione MT/BT e per il cavo interrato di collegamento tra la cabina di ricezione ed i punti di consegna.

Dalle valutazioni effettuate risulta che:

- la DPA delle cabine A e B di trasformazione BT/MT risulta, nelle condizioni di calcolo conservative ipotizzate nella valutazione, pari a 3,64 m (distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa);
- la DPA della cabina di consegna, realizzata secondo specifica tecnica DG2061 di e-distribuzione, risulta pari a 2 m (distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa);
- la DPA della cabina utente (cabina generale di impianto), risulta pari a 2,19 m (distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa);
- la DPA complessiva, dovuta alla sovrapposizione delle DPA della cabina di consegna e della cabina di ricezione a causa della reciproca prossimità, è stata conservativamente definita come la somma delle rispettive DPA e quindi pari a 4,19 m (distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti per entrambe le cabine);



- le DPA del cavidotto BT relativi alle linee interne al campo fotovoltaico di sezione 300 mm<sup>2</sup> e 400 mm<sup>2</sup> sono interamente contenute sotto il piano di campagna (sull'asse del cavidotto al livello del piano di campagna si ottiene rispettivamente  $B = 0,64 \text{ uT}$  e  $B = 0,85$ );
- la DPA di collegamento tra lotto sud e lotto nord consta di una fascia che dista 1,0 m per lato dall'asse del cavidotto sul piano di campagna;
- la DPA del cavidotto di collegamento alla CP e-distribuzione e linee campo FTV è interamente contenuta sotto il piano di campagna (sull'asse del cavidotto al livello del piano di campagna si ottiene  $B = 0,59 \text{ uT}$ );
- la DPA del cavidotto di via Puglia consta di una fascia che dista 2,45 m e 2,25 m per lato dall'asse del cavidotto sul piano di campagna.

**INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1.	Inquadramento generale dell'area (google earth) .....	11
Figura 2.	Ubicazione del sito produttivo (fonte: google earth).....	12
Figura 3.	Estratto di mappa catastale disponibile in tavola 2.0. ....	13
Figura 4.	Esempio disposizione cavi .....	20
Figura 5.	Dimensioni r ed s nello schema di progetto di posa dei cavi .....	21
Figura 6.	Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata di collegamento alla cp e-distribuzione e linee campo ftv .....	22
Figura 7.	Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata interna al campo fotovoltaico (cavo 300 mm <sup>2</sup> ) .....	23
Figura 8.	Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna della linea interrata interna al campo fotovoltaico (cavo 400 mm <sup>2</sup> ) .....	23
Figura 9.	Esempio configurazione e distanze di posa cavidotto bassa tensione .....	24
Figura 10.	Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna delle linee interrate che collega gli inverter del lotto sud alla cabina a .....	25
Figura 11.	Tipico di sezione di via puglia.....	26
Figura 12.	Distribuzione dell'induzione magnetica alla quota del piano di campagna delle linee interrata parallele di via puglia.....	27

**INDICE DELLE TABELLE**

**Tabella 1.** Limiti campi bassa frequenza ..... 7

## OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE E INTERFERENZE



### PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI UN HUB DI RICERCA, SVILUPPO, PRODUZIONE, STOCCAGGIO, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO, ALIMENTATO DA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 8,982 MWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE SITO NEL COMUNE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO), LOCALITÀ SAN MATTEO DELLA DECIMA**

#### Committente:



**Tozzi Green S.p.A.**  
Via Brigata Ebraica, 50  
48123 Mezzano (RA)  
P.IVA 02132890399  
R.E.A. n. RA-174504  
Tel. (+39) 0544 525311  
pec: [tozzi.re@legalmail.it](mailto:tozzi.re@legalmail.it)  
mail: [info@tozzigreen.com](mailto:info@tozzigreen.com)  
web: [www.tozzigreen.com](http://www.tozzigreen.com)

#### Progettista:



**ArchLiving s.r.l.**  
Via Monsignor Maverna, 4 - 44122  
Ferrara (FE)  
Tel: (+39) 0532 733683 - Fax:  
(+39) 0532 692608  
web: [www.archliving.it](http://www.archliving.it)

#### Coordinamento di progetto:



**ambiente s.p.a.**  
Via Frassina, 21, 54033  
Carrara (MS)

2	09/12/2021	Arch. Andrea Giugliarelli	Ing. Gessica Grossi		Seconda emissione
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: <b>TAV.8.0</b>		Titolo elaborato: <b>OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE E INTERFERENZE</b>			



## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ANALISI PERCORSO DEL CAVIDOTTO .....</b>	<b>3</b>
2.1.       Analisi della viabilità percorsa .....	3
2.2.       Posizionamento del cavidotto .....	4
<b>3. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE.....</b>	<b>6</b>
3.1.       Descrizione delle opere di rete per la connessione.....	6
3.2.       Posizione nuove cabine e fascia di rispetto .....	6
<b>4. TIPICI E INTERFERENZE.....</b>	<b>10</b>
4.1.       Interferenze .....	14
4.1.1.   Interferenze naturali.....	16
4.1.2.   Interferenze antropiche .....	23
<b>INDICE DELLE FIGURE.....</b>	<b>25</b>
<b>INDICE DELLE TABELLE .....</b>	<b>28</b>

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento è redatto in riferimento al progetto per la realizzazione di un hub di ricerca, sviluppo, produzione, stoccaggio, riconversione e distribuzione dell'idrogeno, e dell'impianto fotovoltaico da 8,982 MWp.

Si descrivono le modalità di connessione alla rete di distribuzione di E-distribuzione e le opere necessarie perché c'ho avvenga: costruzione di nuove cabine di consegna e ricezione utente, cabina di sezionamento, cavidotto MT. Si entra inoltre nel dettaglio delle stratigrafie del terreno corrispondenti al passaggio del cavidotto nei vari tipi di suolo e quelle inerenti al superamento delle interferenze sia naturali che artificiali, quali canali idrici o prossimità ad altre linee elettriche esistenti.



## 2. ANALISI PERCORSO DEL CAVIDOTTO

Il cavidotto MT per la connessione alla rete di distribuzione di E-distribuzione è diviso principalmente di due parti: la prima, maggiore, di circa 9 km di lunghezza, connette la nuova cabina di consegna E-distribuzione installata in corrispondenza del polo di ricerca e produzione al nuovo stallo MT realizzato sulla cabina primaria esistente "CP San Giovanni in Persiceto" (traccia rossa in figura); la seconda, di circa 850 metri, connette la nuova cabina di consegna E-distribuzione (adiacente alla cabina alla cabina di ricezione) alla cabina di distribuzione esistente, situata ad ovest dell'area oggetto d'intervento, in via delle Viole (traccia azzurra in figura). In celeste è invece segnalato il cavidotto BT di connessione tra i due lotti sui quali si trova il campo FTV, di lunghezza circa 340 m.



**Figura 1.** Schema di funzionamento del cavidotto sovrapposto a foto satellitare: si mostrano i 2 tratti principali del cavidotto e le cabine nuove ed esistenti da esso interconnesse

### 2.1. Analisi della viabilità percorsa

Si analizza in questo paragrafo il percorso del cavidotto MT, tratto per tratto, in relazione alle strade lungo le quali si sviluppa o le particelle che esso attraversa, indicando la lunghezza approssimativa e la giurisdizione o proprietà privata gravante su quel suolo; si evidenzia la divisione in due parti, dalla cabina di distribuzione esistente in via delle Viole alla nuova cabina di ricezione (azzurro) e da quest'ultima sino alla cabina primaria di San Giovanni in Persiceto (rosso).

Parti	Particella/strada	Lunghezza tratto (m)	Proprietà/giurisdizione
	Via delle Viole (strada locale)	211	Comune S. Giovanni in Persiceto
	SP 255 R (Via Cento)	75	Città Metropolitana di Bologna

	Stradello di servitù	225	Tozzi Green S.p.A
	Foglio 21, part. 19	203	Tozzi Green S.p.A
	Foglio 21, part. 20	30	Tozzi Green S.p.A
	Foglio 21, part. 14	147	Tozzi Green S.p.A
	Foglio 21, part. 15	48	Tozzi Green S.p.A
	SP 255 (di S. Matteo della Decima)	542	Città Metropolitana di Bologna
	Foglio 22, part. 128	444	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Pioppe (strada locale)	384	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Samoggia Vecchia	3194	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Levratica (Strada vicinale)	838	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Tassinara (Strada comunale)	2931	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Biancolina	54	Comune S. Giovanni in Persiceto
	Via Puglia	567	Comune S. Giovanni in Persiceto

**Tabella 1.** Particelle e strade intercettate dal cavidotto

Si può notare come il cavidotto MT, lungo tutto il suo percorso principale, non attraversi aree di proprietà privata, ma rimanga sempre all'interno dei margini dei terreni su cui grava la giurisdizione comunale o all'interno delle proprietà della società Tozzi Green S.p.A., committente di questa opera. Tuttavia, il cavidotto MT, dovendosi collegare alla cabina di sezionamento, attraversa necessariamente il terreno sul quale la cabina è posizionata; il terreno è privato e il suo assoggettamento a servitù viene chiarito nella relazione del piano particellare. I dati catastali della particella sono i seguenti:

Foglio 47, part. 13	Proprietà privata
---------------------	-------------------

Per quanto riguarda invece il passaggio del cavidotto BT, le particelle assoggettate a servitù sono le seguenti (si rimanda ugualmente alla relazione del piano particellare)

Foglio 21, part. 16	Proprietà privata
Foglio 21, part. 410	Proprietà privata
Foglio 21, part. 413	Proprietà privata

:

## 2.2. Posizionamento del cavidotto

La realizzazione del cavidotto avviene per mezzo di scavi della profondità di circa 1,2 metri; questi verranno realizzati principalmente in corrispondenza dell'asse di una delle carreggiate, per poter organizzare il cantiere in modo da permettere il passaggio dei veicoli sull'altra carreggiata e bloccare

solo parzialmente il traffico urbano. La fascia di rispetto da mantenere a destra e a sinistra della linea del cavidotto è pari a 2 metri (4 metri complessivi). Considerando che le strade oggetto di cantiere possiedono carreggiate di larghezza pari a circa 3,5/4 metri e considerando la parte di strada asfaltata eccedente l'ingombro della carreggiata di larghezza pari a circa 0,5 metri, non si verificano interferenze tra lo spazio pertinenziale del cavidotto e eventuali proprietà adiacenti.

Nel documento denominato "Piano particellare", vengono mostrate le proprietà per le quali si richiede l'assoggettamento a servitù per via della costruzione del nuovo impianto, in particolare per via della cabina di sezionamento, che insiste su un terreno privato.

Si mostra di seguito uno schema generale della fascia di rispetto del cavidotto da interrare in corrispondenza della viabilità stradale.



**Figura 2.** Schema esplicativo della fascia di rispetto del cavidotto

### **3. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE**

La connessione alla rete di distribuzione di E-distribuzione, come da accordi con il gestore, avviene tramite Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG). Questa prevede che l'impianto fotovoltaico che alimenta l'intero centro di ricerca, produzione, stoccaggio, riconversione e distribuzione di idrogeno, sia collegato alla nuova cabina di consegna E-distribuzione presente ai margini del campo FTV, in modo tale che quest'ultima sia accessibile da strada pubblica. Un cavidotto MT di nuova posa collega invece la nuova cabina di ricezione utente (adiacente alla suddetta cabina di consegna) alla CP di San Giovanni in Persiceto. È prevista una cabina di sezionamento intermedia della stessa linea MT.

#### **3.1. Descrizione delle opere di rete per la connessione alla rete di distribuzione**

Le opere di rete per la connessione consistono nei seguenti interventi:

- Realizzazione stallo MT nei locali della CP "San Giovanni in Persiceto". Tale opera consiste nell'installazione di una nuova cella sul quadro MT esistente.
- Posa di un cavidotto MT dalla cabina di consegna fino alla Cp di San Giovanni in Persiceto;
- Posa di un cavidotto dalla cabina di consegna fino alla cabina MT esistente di via delle Viole di San Matteo della Decima;
- Realizzazione di una cabina di sezionamento nel tratto di cavidotto dalla cabina di consegna fino alla CP di San Giovanni in Persiceto;
- Realizzazione della cabina di consegna.

Il cavo MT sarà di tipo elicordato con elica visibile in alluminio ed avrà sezione pari a 240mmq. Tale cavo sarà posato secondo indicazioni di E-distribuzione all'interno di tubazione in PVC.

#### **3.2. Posizione nuove cabine e fascia di rispetto**

Le cabine di nuova costruzione sono quindi le seguenti:

- cabina E-distribuzione di consegna tipo DG2092 denominata "Tozzi-Green FTV", situata in prossimità del campo fotovoltaico;
- cabina di ricezione utente, situata in prossimità del campo fotovoltaico;
- cabina E-distribuzione di sezionamento tipo DG2061, situata lungo il cavidotto di connessione tra il campo fotovoltaico e la "CP San Giovanni in Persiceto".

La cabina di consegna e di ricezione utente sono installate nello stesso luogo, nella parte sud-est del centro di ricerca, produzione e distribuzione dell'idrogeno. La fascia di rispetto complessiva di queste due cabine è pari a 4,20 m.



**Figura 3.** Posizionamento nuova cabina di consegna E-distribuzione e nuova cabina di ricezione utente all'interno del centro di ricerca, produzione, riconversione e distribuzione dell'idrogeno con campo FTV e fasce di rispetto in giallo





**Figura 4.** Posizionamento nuova cabina di consegna E-distribuzione e nuova cabina di ricezione utente su mappa catastale: foglio 22, part. 14 e 15

L'intervento di costruzione della cabina di sezionamento E-distribuzione tipo DG-2061 vede la preparazione di un piazzale di dimensioni pari a circa 8,4 x 9,7 metri (**superficie: 80 m<sup>2</sup>**), perimetrato con una recinzione antintrusione in rete metallica di altezza non inferiore a 1,80 m. La cabina E-distribuzione ha dimensioni 2,3 x 5,5 m e la fascia di rispetto è pari a 2 metri (in giallo).



**Figura 5.** Piazzola con cabina di sezionamento di nuova costruzione sovrapposta a mappa catastale e fotografia satellitare; fascia di rispetto in giallo



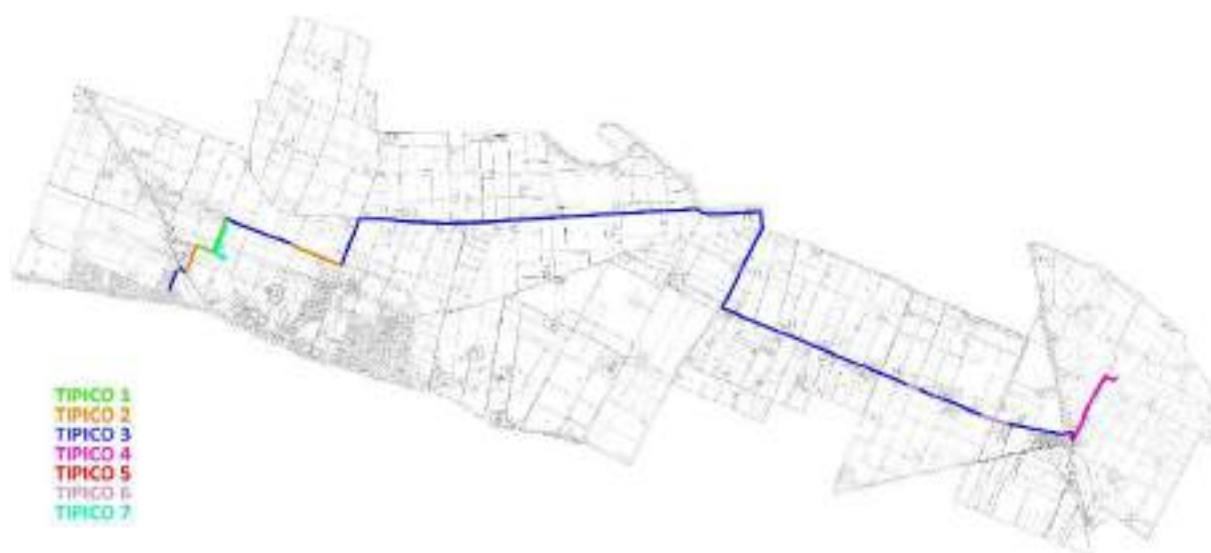
**Figura 6.** Posizione piazzola per nuova cabina di sezionamento E-distribuzione su mappa catastale: foglio 47, part. 13



#### 4. TIPICI E INTERFERENZE

Il cavidotto MT e il cavidotto BT, a livello costruttivo, presentano diverse configurazioni a seconda delle caratteristiche del suolo che viene attraversato o delle interferenze fisiche che si incontrano. Per questo motivo, in base alla presenza di una strada o di un terreno agricolo variano le stratigrafie in sezione. Si riscontrano quindi 6 diversi scenari denominati Tipico 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

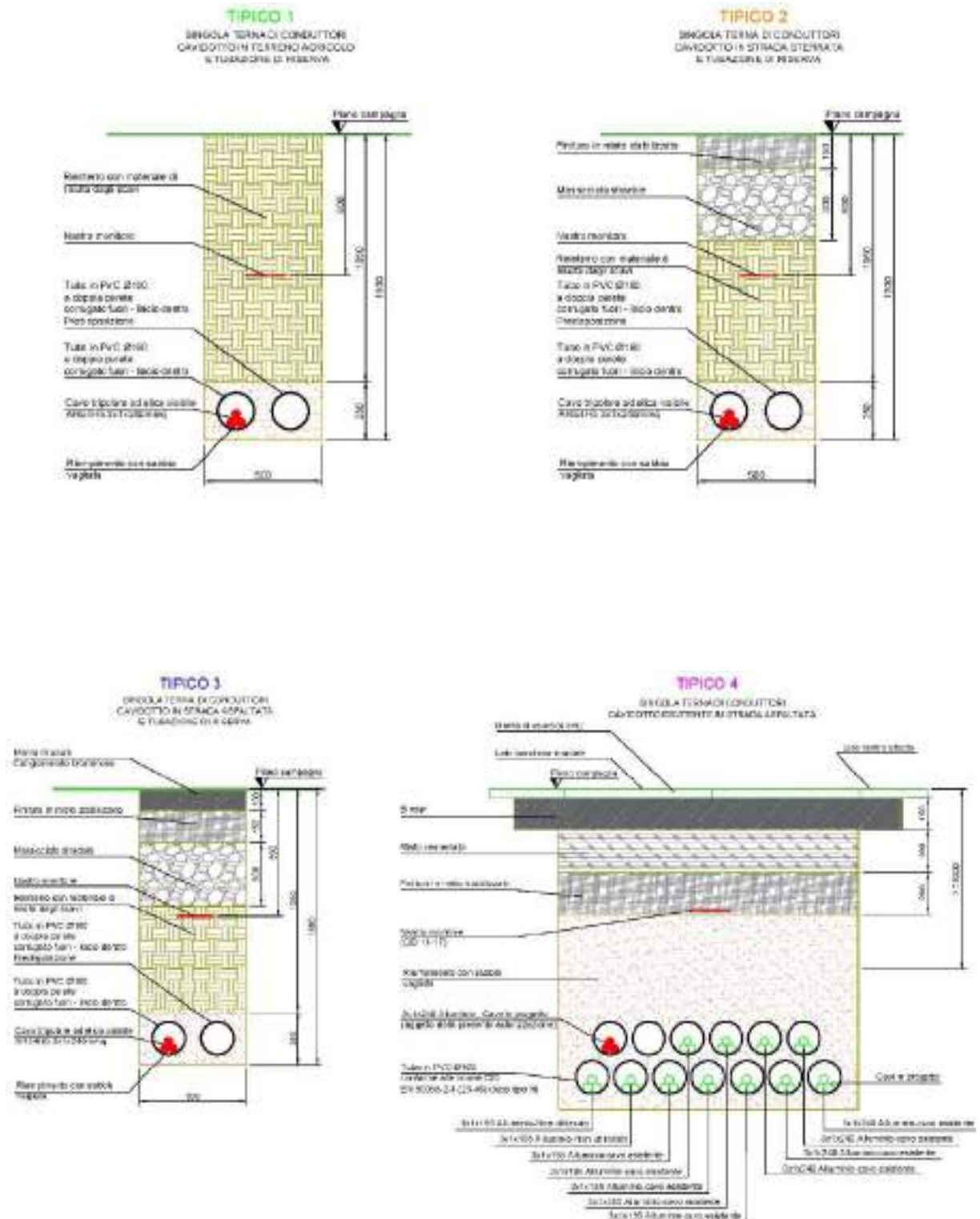
I Tipici 5 e 6 mostrano le modalità di superamento delle interferenze fisiche tramite trivellazione orizzontale controllata (TOC), nello specifico canali di varia grandezza. Per una visione dettagliata dei tipici si rimanda alla TAV.6.1.



**Figura 7.** Schema di funzionamento del cavidotto sovrapposto a mappe catastali: differenziazione delle 7 stratigrafie individuate a seconda del suolo esistente

Si riportano le stratigrafie del terreno corrispondenti ad ogni Tipico.

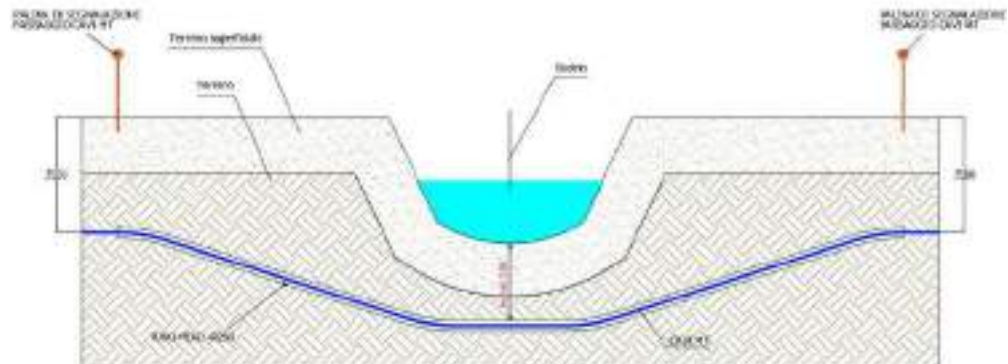
## OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE E INTERFERENZE



## OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE DI E-DISTRIBUZIONE E INTERFERENZE

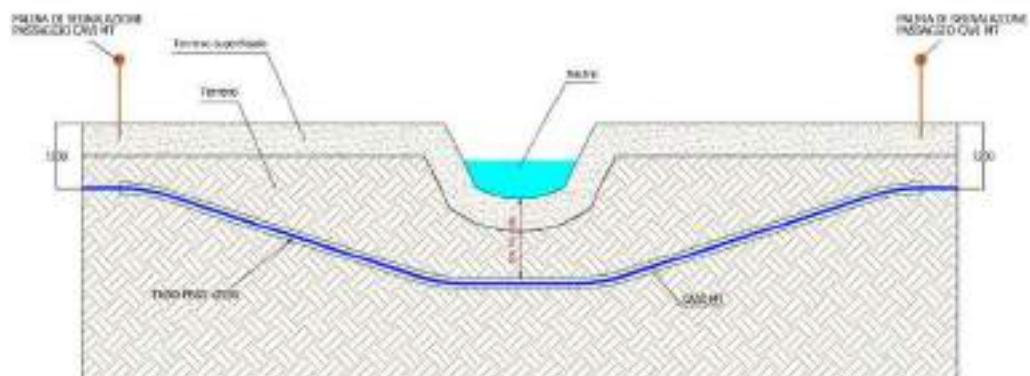
### TIPICO 5 - T.O.C. 1

TIPICO SEZIONE DI ATTRAVERGIMENTO CANALE DI MIELE DRENABILI MEDIANTE T.O.C.



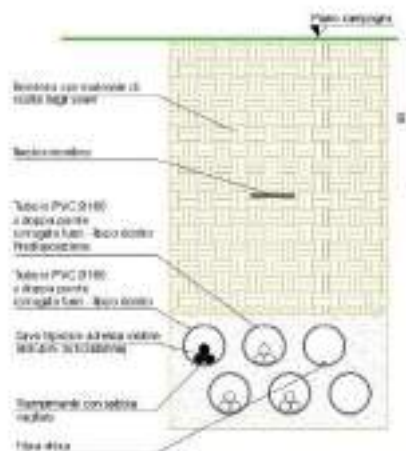
### TIPICO 6 - T.O.C. 2

TIPICO SEZIONE DI ATTRAVERGIMENTO CANALE DI MIELE DRENABILI MEDIANTE T.O.C.



### TIPICO 7

CANALE DI DRENAGGIO CON TUBO DI DRENAGGIO E TUBAZIONE DI DISTRIBUZIONE



**Figura 8.** (anche nelle pagine precedenti) Schema delle 7 stratigrafie individuate a seconda del suolo esistente

#### **4.1. Interferenze**

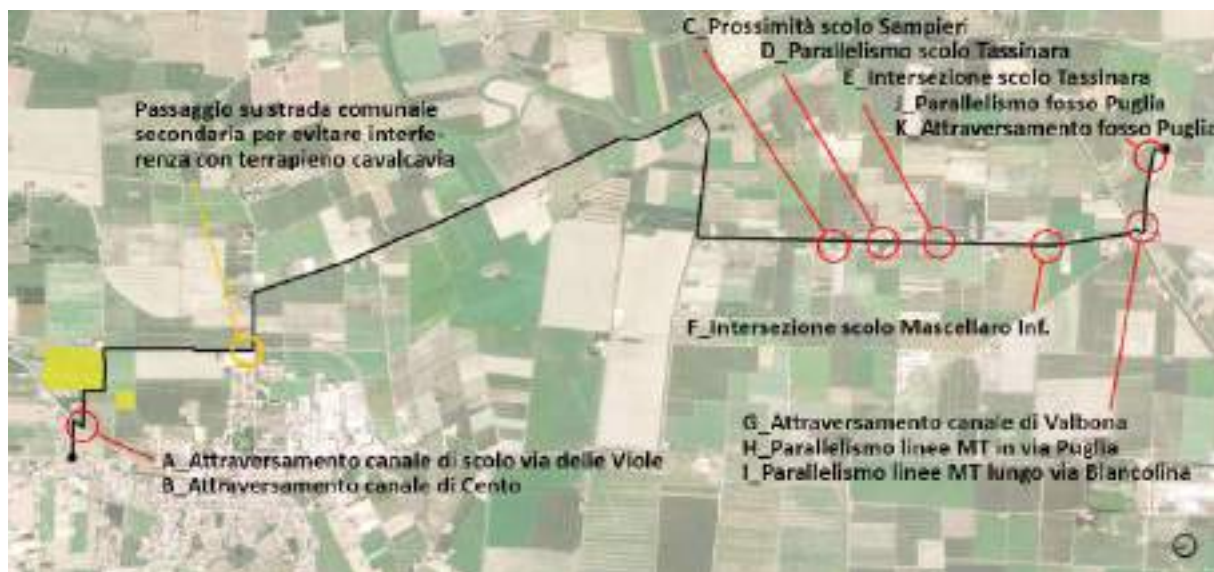
Lungo il percorso del cavidotto si incontrano interferenze naturali e antropiche di estensione ridotta, superabili, nel caso delle intersezioni, grazie ad interventi "puntuali" con l'adozione di trivellazioni orizzontali controllate (TOC) già mostrate nel paragrafo precedente. Vengono individuate due TOC differenti a seconda dell'entità dell'interferenza attraversata, in particolare in base alla portata del corso d'acqua da superare; si troveranno quindi canali di scolo di piccola entità (Tipico 6) e canali più importanti (Tipico 5).

Nel caso di parallelismi, pur non essendoci un'effettiva sovrapposizione, viene tenuta sotto controllo la sezione trasversale, per avere cognizione della distanza tra le due linee.

Si elencano di seguito tutte le interferenze di carattere fisico che intercettano il percorso del cavidotto. L'ordine di elencazione parte dalla cabina di distribuzione esistente in via delle Viole proseguendo in direzione sud:

- A. Attraversamento tramite TOC del canale di scolo di via delle Viole, in corrispondenza dell'immissione in via delle Viole provenendo da via Cento (Tipico 6). La larghezza del canale è di circa 4 metri;
- B. Attraversamento tramite TOC del Canale di Cento, in corrispondenza dell'intersezione, servita da un ponte, tra la SP 255 R (Via Cento) e lo Stradello di servitù. La larghezza del canale è di circa 8 metri (Tipico 6);
- C. Prossimità allo scolo Sampieri in corrispondenza di via Tassinara;
- D. Parallelismo con scolo Tassinara in via Tassinara;
- E. Superamento tramite TOC dello scolo Tassinara in corrispondenza del suo cambio di direzione lungo via Tassinara (Tipico 6);
- F. Attraversamento tramite TOC dello Scolo Mascellaro Inferiore in corrispondenza del ponte esistente lungo via Tassinara (Tipico 6);
- G. Attraversamento tramite TOC del canale Collettore Acque Alte (canale di Valbona), in corrispondenza dell'immissione da via Biancolina a via Tassinara (Tipico 5);
- H. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Biancolina;
- I. Parallelismo con linee MT interrato E-distribuzione esistenti lungo via Puglia;
- J. Parallelismo con fosso Puglia;
- K. Attraversamento tramite tubazione E-distribuzione esistente di fosso Puglia, in corrispondenza della "Cabina Primaria San Giovanni in Persiceto".

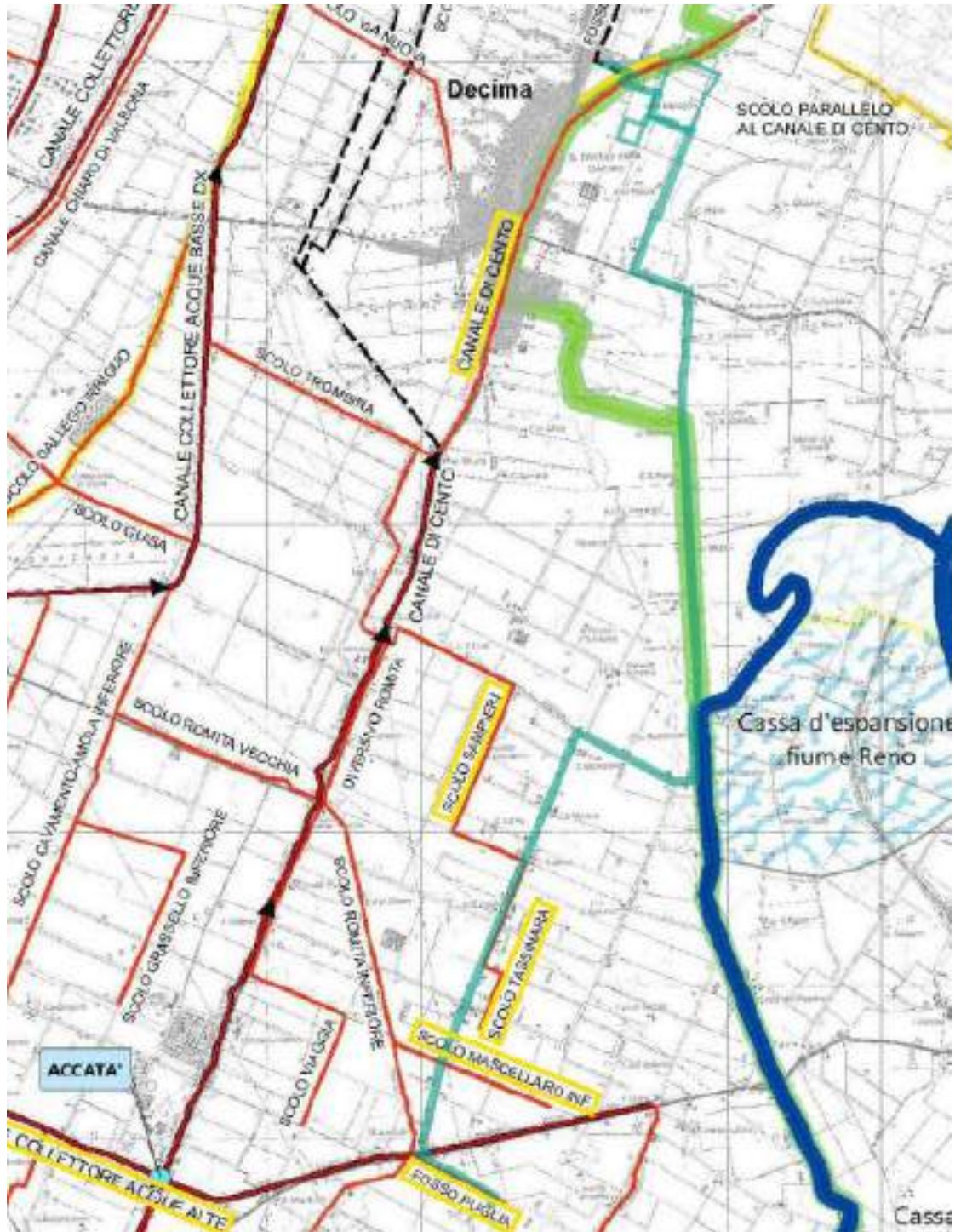




**Figura 9.** Schema generale delle interferenze fisiche con il cavidotto

Si fa notare che il passaggio su strada comunale adiacente al cavalcavia (segnato in giallo nella mappa soprastante) non è un'interferenza, ma un semplice cambio di rotta del cavidotto MT rispetto all'asse della strada; questo non crea ulteriori soluzioni tecniche o necessità di assoggettamento a servitù di alcun terreno.

#### 4.1.1. *Interferenze naturali*



**Figura 10.** Consorzio della Bonifica Burana, Corografia destra Panaro. Segnalati in giallo i canali in interferenza con il cavitto (in azzurro)



Nella mappa del Consorzio della Bonifica Burana sopra riportata, vengono indicati in giallo i canali e i fossi coinvolti dal passaggio del cavidotto. Nelle immagini seguenti si mostrano le foto satellitari e da strada in corrispondenza delle interferenze (l'orientamento planimetrico è il medesimo dell'inquadratura generale delle interferenze del paragrafo precedente).



**Figura 11.** Zoom in corrispondenza delle interferenze A (canale di scolo via delle Viole) e B (canale di Cento). Entrambi i canali vengono superati con la TOC del Tipico 6.



**Figura 12.** Interferenza A: passaggio in corrispondenza del canale di scolo



**Figura 13.** Interferenza B: passaggio in corrispondenza del canale di Cento



**Figura 14.** Zoom in corrispondenza delle interferenze C (prossimità a canale di scolo Sampieri) e D (parallelismo con canale di scolo Tassinara). Il cavidotto non interagisce direttamente con il canale, che rimane fuori dalla fascia di rispetto del cavidotto (figura 2).





**Figura 15.** Interferenze C (prossimità a canale di scolo Sampieri) e D (parallelismo con canale di scolo Tassinara). Il cavidotto non interagisce direttamente con il canale, che rimane fuori dalla fascia di rispetto del cavidotto (figura 2).



**Figura 16.** Zoom in corrispondenza dell'interferenza E (insezione canale di scolo Tassinara), superamento tramite TOC (Tipico 6)



**Figura 17.** Interferenza E (insezione canale di scolo Tassinara), superamento tramite TOC (Tipico 6)



**Figura 18.** Zoom in corrispondenza dell'interferenza F (insezione canale di scolo Mascellaro Inferiore), superamento tramite TOC (Tipico 6)





**Figura 19.** Iinterferenza F (inersezione canale di scolo Mascellaro Inferiore), superamento tramite TOC (Tipico 6)



**Figura 20.** Zoom in corrispondenza dell'interferenza G (canale di Valbona)

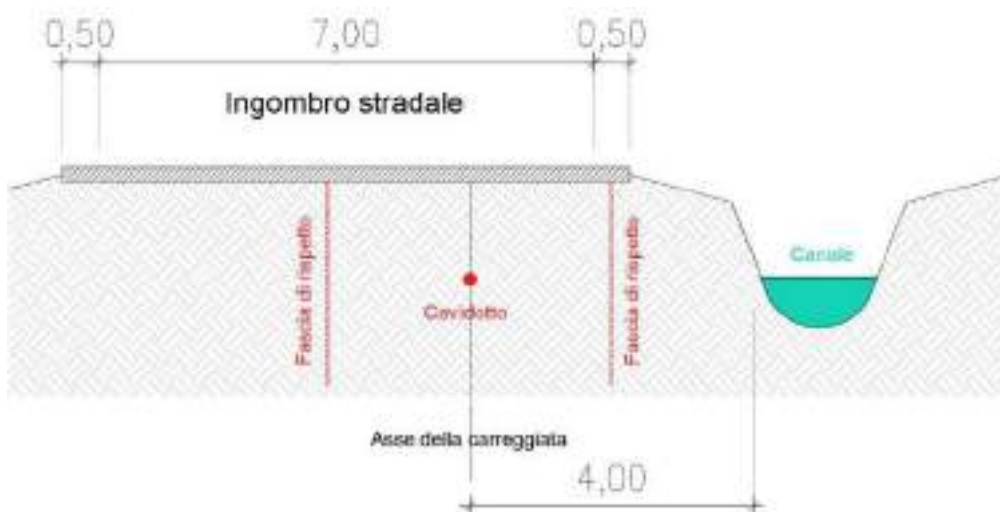


**Figura 21.** Interferenza G: passaggio in corrispondenza del canale di Valbona, superamento con TOC (Tipico 5)



**Figura 22.** Zoom in corrispondenza delle interferenza J (parallelismo con fosso Puglia) e K (intersezione con fosso Puglia), superamento tramite utilizzo della tubazione E-distribuzione esistente

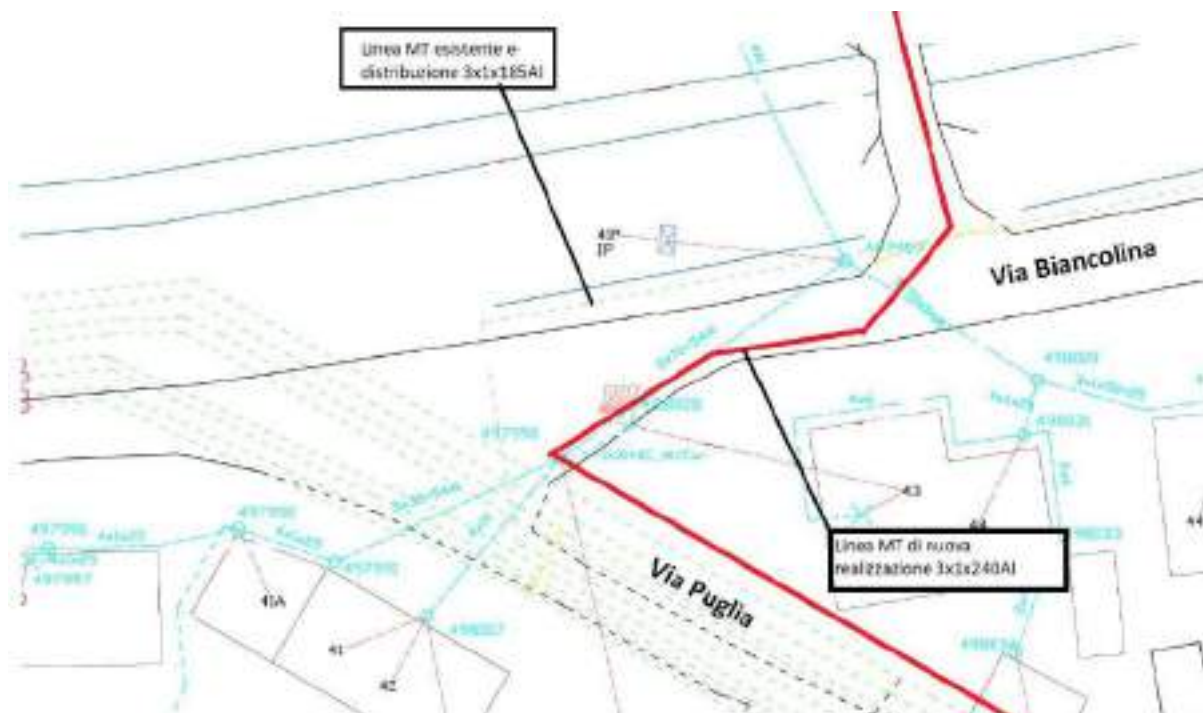
Per quanto riguarda i parallelismi tra il cavidotto e i canali adiacenti, come ad esempio l'interferenza D e K, rispettivamente con il canale di scolo Tassinara e con fosso Puglia, i canali si collocano ampiamente al di fuori della fascia di rispetto del cavidotto, che viene installato in corrispondenza della carreggiata. Si riporta una sezione trasversale esemplificativa nel caso più restrittivo, ossia nel caso in cui il cavidotto si trovi in corrispondenza della carreggiata dalla parte del canale.



**Figura 23.** Parallelismo tra cavidotto e canale: la sezione mostra come non sussista un'interferenza

#### **4.1.2. Interferenze antropiche**

Si riporta di seguito lo stralcio della carta tecnica inerente alle due interferenze D ed E relative ai parallelismi con le linee elettriche MT esistenti.



**Figura 24.** Interferenza H ed I: parallelismo con linea MT esistente

Come si può notare, la sovrapposizione delle linee avviene in due tratti: il primo in via biancolina (interferenza H) e il secondo in via Puglia (interferenza H).

Per completezza, pur non essendo un'interferenza, si riporta una fotografia del passaggio del cavidotto parallelamente al cavalcavia presente all'intersezione tra la Strada Statale 255 di S. Matteo della Decima e la sottostante via Pioppe. Il cavidotto bypassa il terrapieno rimanendo a fianco all'innalzamento del terreno e correndo parallelamente alla strada statale fino alla curva a gomito sotto il cavalcavia, passando sulla particella adiacente la strada. La particella è di proprietà comunale e non privata e non necessita, come specificato nella relazione denominata "Piano particellare" di assoggettamento a servitù. Il segmento descritto, come detto, non è un'interferenza e non necessita di ulteriori specifiche tecniche.





**Figura 25.** *Passaggio cavidotto parallelo al avalcavia tra SP 255 (di S. Matteo della Decima) via Pioppe*

## INDICE DELLE FIGURE

<b>FIGURA 1. SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL CAVIDOTTO SOVRAPPOSTO A FOTO SATELLITARE: SI MOSTRANO I 2 TRATTI PRINCIPALI DEL CAVIDOTTO E LE CABINE NUOVE ED ESISTENTI DA ESSO INTERCONNESSE.....</b>	<b>3</b>
<b>FIGURA 2. SCHEMA ESPLICATIVO DELLA FASCIA DI RISPETTO DEL CAVIDOTTO</b>	<b>5</b>
<b>FIGURA 3. POSIZIONAMENTO NUOVA CABINA DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E NUOVA CABINA DI RICEZIONE UTENTE ALL'INTERNO DEL CENTRO DI RICERCA, PRODUZIONE, RICONVERSIONE E DISTRIBUZIONE DELL'IDROGENO CON CAMPO FTV E FASCE DI RISPETTO IN GIALLO .....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURA 4. POSIZIONAMENTO NUOVA CABINA DI CONSEGNA E-DISTRIBUZIONE E NUOVA CABINA DI RICEZIONE UTENTE SU MAPPA CATASTALE: FOGLIO 22, PART. 14 E 15 .....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 5. PIAZZOLA CON CABINA DI SEZIONAMENTO DI NUOVA COSTRUZIONE SOVRAPPOSTA A MAPPA CATASTALE E FOTOGRAFIA SATELLITARE; FASCIA DI RISPETTO IN GIALLO.....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURA 6. POSIZIONE PIAZZOLA PER NUOVA CABINA DI SEZIONAMENTO E-DISTRIBUZIONE SU MAPPA CATASTALE: FOGLIO 47, PART. 13 .....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 7. SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DEL CAVIDOTTO SOVRAPPOSTO A MAPPE CATASTALI: DIFFERENZIAZIONE DELLE 7 STRATIGRAFIE INDIVIDUATE A SECONDA DEL SUOLO ESISTENTE .....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURA 8. (ANCHE NELLE PAGINE PRECEDENTI) SCHEMA DELLE 7 STRATIGRAFIE INDIVIDUATE A SECONDA DEL SUOLO ESISTENTE.....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 9. SCHEMA GENERALE DELLE INTERFERENZE FISICHE CON IL CAVIDOTTO .....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 10. CONSORZIO DELLA BONIFICA BURANA, COROGRAFIA DESTRA PANARO. SEGNALATI IN GIALLO I CANALI IN INTERFERENZA CON IL CAVITTO (IN AZZURRO)</b>	<b>16</b>

<b>FIGURA 11.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELLE INTERFERENZE A (CANALE DI SCOLO VIA DELLE VIOLE) E B (CANALE DI CENTO). ENTRAMBI I CANALI VENGONO SUPERATI CON LA TOC DEL TIPOICO 6. ....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 12.INTERFERENZA A: PASSAGGIO IN CORRISPONDENZA DEL CANALE DI SCOLO</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 13.INTERFERENZA B: PASSAGGIO IN CORRISPONDENZA DEL CANALE DI CENTO</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 14.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELLE INTERFERENZE C (PROSSIMITÀ A CANALE DI SCOLO SAMPIERI) E D (PARALLELISMO CON CANALE DI SCOLO TASSINARA). IL CAVIDOTTO NON INTERAGISCE DIRETTAMENTE CONIL CANALE, CHE RIMANE FUORI DALLA FASCIA DI RISPETTO DEL CAVIDOTTO (FIGURA 2).</b>	<b>18</b>
<b>FIGURA 15.INTERFERENZE C (PROSSIMITÀ A CANALE DI SCOLO SAMPIERI) E D (PARALLELISMO CON CANALE DI SCOLO TASSINARA). IL CAVIDOTTO NON INTERAGISCE DIRETTAMENTE CONIL CANALE, CHE RIMANE FUORI DALLA FASCIA DI RISPETTO DEL CAVIDOTTO (FIGURA 2). ....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 16.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA E (INERSEZIONE CANALE DI SCOLO TASSINARA), SUPERAMENTO TRAMITE TOC (TIPOICO 6) .....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 17.INTERFERENZA E (INERSEZIONE CANALE DI SCOLO TASSINARA), SUPERAMENTO TRAMITE TOC (TIPOICO 6).....</b>	<b>20</b>
<b>FIGURA 18.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA F (INERSEZIONE CANALE DI SCOLO MASCELLARO INFERIORE), SUPERAMENTO TRAMITE TOC (TIPOICO 6)</b>	<b>20</b>
<b>FIGURA 19.IINTERFERENZA F (INERSEZIONE CANALE DI SCOLO MASCELLARO INFERIORE), SUPERAMENTO TRAMITE TOC (TIPOICO 6).....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 20.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA G (CANALE DI VALBONA)</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 21.INTERFERENZA G: PASSAGGIO IN CORRISPONDENZA DEL CANALE DI VALBONA, SUPERAMENTO CON TOC (TIPOICO 5) .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURA 22.ZOOM IN CORRISPONDENZA DELLE INTERFERENZA J (PARALLELISMO CON FOSSO PUGLIA) E K (INTERSEZIONE CON FOSSO PUGLIA),</b>	

**SUPERAMENTO TRAMITE UTILIZZO DELLA TUBAZIONE E-DISTRIBUZIONE  
ESISTENTE 22**

**FIGURA 23. PARALLELISMO TRA CAVIDOTTO E CANALE: LA SEZIONE MOSTRA  
COME NON SUSSISTA UN'INTERFERENZA..... 22**

**FIGURA 24. INTERFERENZA H ED I: PARALLELISMO CON LINEA MT ESISTENTE 23**

**FIGURA 25. PASSAGGIO CAVIDOTTO PARALLELO AL AVALCAVIA TRA SP 255 (DI  
S. MATTEO DELLA DECIMA) VIA PIOPPE..... 24**

## **INDICE DELLE TABELLE**

<b>Tabella 1.</b>	Particelle e strade intercettate dal cavidotto .....	4
-------------------	--	---