

REGIONE: SICILIA

PROVINCIA: CATANIA

COMUNI: CASTEL DI IUDICA, RAMACCA

ELABORATO:

**073.20.01.R02**

OGGETTO:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "CASTEL DI IUDICA"**

**DA 231.599 MWp**

**PROGETTO DEFINITIVO**

PROPONENTE:

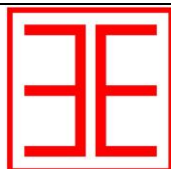


**Ibvi 5 s.r.l.**

**IBVI 5 S.R.L.**

Viale Amedeo Duca D'Aosta 76, Bolzano (BZ)  
IBVI5srl@Pec.it

**PROGETTO  
DEFINITIVO**



**E N E R G Y  
E N V I R O N M E N T  
E N G I N E E R I N G**

**3E Ingegneria S.r.l.**

**Via G. Volpe n.92 – cap 56121 – Pisa (PI)**

[3eingenneria@pec.it](mailto:3eingenneria@pec.it)

[www.3eingenneria.it](http://www.3eingenneria.it)

[info@3eingenneria.it](mailto:info@3eingenneria.it)

## Relazione Tecnica Descrittiva



Note:

Marzo 2022	01	Revisione generale	3E Ingegneria Srl	IBVI 5 srl
SETTEMBRE 2021	0	Emissione	3E Ingegneria Srl	IBVI 5 srl
<b>DATA</b>	<b>REV</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>ELABORATO da:</b>	<b>APPROVATO da:</b>

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,  
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

## S O M M A R I O

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>4</b>
1.1	Dati generali identificativi della società proponente.....	4
1.2	Dati generali del progetto.....	4
<b>2</b>	<b>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DATI DI PROGETTO.....</b>	<b>8</b>
3.1	Riferimenti catastali .....	8
3.2	Riferimenti cartografici.....	8
3.3	Consistenza impianto.....	9
<b>4</b>	<b>LAYOUT DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE.....</b>	<b>12</b>
5.1	Moduli Fotovoltaici.....	12
5.2	Convertitori di Potenza .....	13
5.3	Trasformatore.....	15
5.4	Strutture di supporto.....	16
5.5	Cavi e quadri di parallelo.....	18
5.5.1	Cavi.....	18
5.5.2	Quadro di parallelo inverter (QBT).....	20
5.5.3	Quadro MT.....	20
5.6	Sistemi ausiliari.....	20
5.6.1	Sorveglianza.....	20
5.6.2	Illuminazione .....	22
<b>6</b>	<b>CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ .....</b>	<b>23</b>
6.1	Benefici ambientali .....	31
<b>7</b>	<b>SCHEMA DI COLLEGAMENTO .....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>COLLEGAMENTO ALLA RETE AT.....</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>OPERE CIVILI .....</b>	<b>34</b>
9.1	Strutture di supporto dei moduli.....	34
9.2	Cabine elettriche .....	34
9.3	Recinzioni .....	36
9.4	Livellamenti.....	38
9.5	Movimenti di terra.....	38
9.6	Scolo acque .....	39
<b>10</b>	<b>GESTIONE IMPIANTO.....</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>FASI DI LAVORAZIONE .....</b>	<b>41</b>
11.1	Dettaglio fasi di cantiere.....	43
11.1.1	Montaggio del cantiere.....	43
11.1.2	Realizzazione recinzione definitiva .....	43
11.1.3	Realizzazione strade.....	44
11.1.4	Approvvigionamento materiali .....	44
11.1.5	Lavori preliminari elettrici .....	47
11.1.6	Cabine di campo e cabine di impianto .....	47
11.1.7	Montaggio strutture e posa moduli.....	48
11.1.8	Lavori elettricista .....	49
11.1.9	Smantellamento cantiere .....	49

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>2</b>	<b>53</b>



ENERGY  
ENVIRONMENT  
ENGINEERING

Impianto Fotovoltaico "Castel di Iudica"  
da 231.599 MWp  
Relazione tecnica descrittiva

OGGETTO / SUBJECT



Ibvi 5 s.r.l.

CLIENTE / CUSTOMER

12	CRONOPROGRAMMA .....	50
13	MANUTENZIONE .....	51
14	DISMISSIONE .....	53

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>3</b>	<b>53</b>

## 1 GENERALITÀ

### 1.1 Dati generali identificativi della società proponente

La società proponente è la IBVI 5 S.r.l., con sede legale in Viale Amedeo Duca D'Aosta 76, Bolzano (BZ), CF. e P. IVA n. 03022310217 registrata al Registro delle Imprese di Bolzano.

### 1.2 Dati generali del progetto

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione dell'impianto fotovoltaico "CASTEL DI IUDICA" con potenza di circa **231,599 MW<sub>p</sub>**, da realizzare nei comuni di Castel di Iudica e Ramacca in provincia di Catania, regione Sicilia. L'impianto fotovoltaico occuperà aree agricole poste ad Est del centro abitato di Castel di Iudica. L'impianto fotovoltaico è ubicato principalmente nel comune di Castel di Iudica (CT), a circa 3 km ad Est del centro abitato ed in parte nel comune di Ramacca (CT), a circa 11 km a Nord-Est del centro abitato. Il comune di Ramacca (CT) è inoltre interessato dalle opere di connessione alla rete di trasmissione nazionale. L'impianto fotovoltaico occuperà aree, attualmente a destinazione agricola; a Nord saranno interessate le aree di Massera Truglio, Masseria Ingalbone e Masseria Cosentino. Ad Est saranno interessate le aree in località Casa Parlato e Casa Alessandri. Ad Ovest saranno interessate aree in località Rocco Colomba, mentre a Sud saranno occupate tre aree: una limitrofa alla località Borgo Franchetto, una nei pressi della Masseria Ninfa, e per finire una vicino alla Masseria Quattro Finaite, queste ultime due nel comune di Ramacca. L'inquadramento dell'intero layout è riportato nella Corografia 073.20.01.W03.

La potenza richiesta in immissione per l'impianto fotovoltaico riportata nella STMG rilasciata da TERNA S.p.A. è pari a **200 MW**.

Per tale impianto è previsto il collegamento elettrico alla rete di alta tensione a 150 kV di TERNA SpA, mediante realizzazione di un elettrodotto in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica (SE) RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce sulla futura linea RTN a 380 kV "Chiamonte Gulfi-Ciminna", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

La connessione avverrà mediante elettrodotto in cavo aereo a 150 kV, della lunghezza di circa 12 km, che collegherà la stazione di utenza alla nuova stazione Terna suindicata.

La stazione di utenza sarà ubicata a circa 4 km ad Est del centro abitato di Castel di Iudica, ad essa confluiranno i cavi a 33 kV provenienti dalle aree di impianto sopra descritte.

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>4</b>	<b>53</b>



E N E R G Y  
E N V I R O N M E N T  
E N G I N E E R I N G

**Impianto Fotovoltaico “Castel di Iudica ”  
da 231.599 MWp  
Relazione tecnica descrittiva**

OGGETTO / SUBJECT



**Ibvi 5 s.r.l.**

CLIENTE / CUSTOMER

Nel presente documento vengono illustrate le attività ed i processi che saranno posti in essere sul sito, le caratteristiche costruttive, funzionali e prestazionali dell'impianto nel suo complesso e nelle sue componenti elementari, la sua producibilità annua e le modalità impiantistiche con cui si intende effettuare il collegamento di parallelo con la rete del Gestore.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>5</b>	<b>53</b>

## 2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

**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 11-20:** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

**CEI EN 60904-1:** Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;

**CEI EN 60904-2:** Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per i dispositivi fotovoltaici di riferimento;

**CEI EN 60904-3:** Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento;

**IEC 61727:** Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface;

**CEI EN 61215-1:** Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove

**CEI EN 61215-2:** Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova

**CEI EN 61000-3-2:** Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);

**CEI EN 60555-1:** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;

**CEI EN 60439:** Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);

**CEI EN 60445:** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;

**CEI EN 60529:** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

**CEI EN 60099:** Scaricatori

**CEI 20-19:** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

**CEI 20-20:** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750

**CEI 81-10/1/2/3/4 :** Protezione contro i fulmini;

**CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>6</b>	<b>53</b>

**UNI 10349:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

**CEI EN 61724:** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

**IEC 60364-7-712:** Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

**D. Lgs. 81/2008** Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

**DM 37/2008** Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.

**CEI 0-16** Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

**CEI 82-25** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica e collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione

**Allegato A alla deliberazione ARG/elt99/08 valido per le richieste di connessione presentate a partire dall'1 gennaio 2011 –Versione integrata e modificata dalle deliberazioni ARG/elt79/08, ARG/elt205/08, ARG/elt130/09, ARG/elt125/10, ARG/elt51/11,ARG/elt148/11,ARG/elt187/11,226/2012/R/eel,328/2012/R/eel, 578/2013/R/eel,574/2014/R/eel,400/2015/R/eel,558/2015/R/eel,424/2016/R/eel,581/2017/R/eel, 564/2018/R/eele 592/2018/R/eel** Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessioni di terzi degli impianti di produzione (testo integrato delle connessioni attive – **TICA**)

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>7</b>	<b>53</b>

### 3 DATI DI PROGETTO

#### 3.1 Riferimenti catastali

L’impianto fotovoltaico da installare nel comune di Castel di Iudica, in provincia di Catania, le aree impegnate dall’impianto sono riportate graficamente nella tavola “073.20.01.W10 - Inquadramento catastale”.

L’area disponibile ha un’estensione complessiva pari a circa **242 ha**.

#### 3.2 Riferimenti cartografici

Le caratteristiche geografiche del sito individuato per la realizzazione dell’impianto sono indicate nella seguente tabella (misurate in posizione baricentrica rispetto all’estensione dell’area):

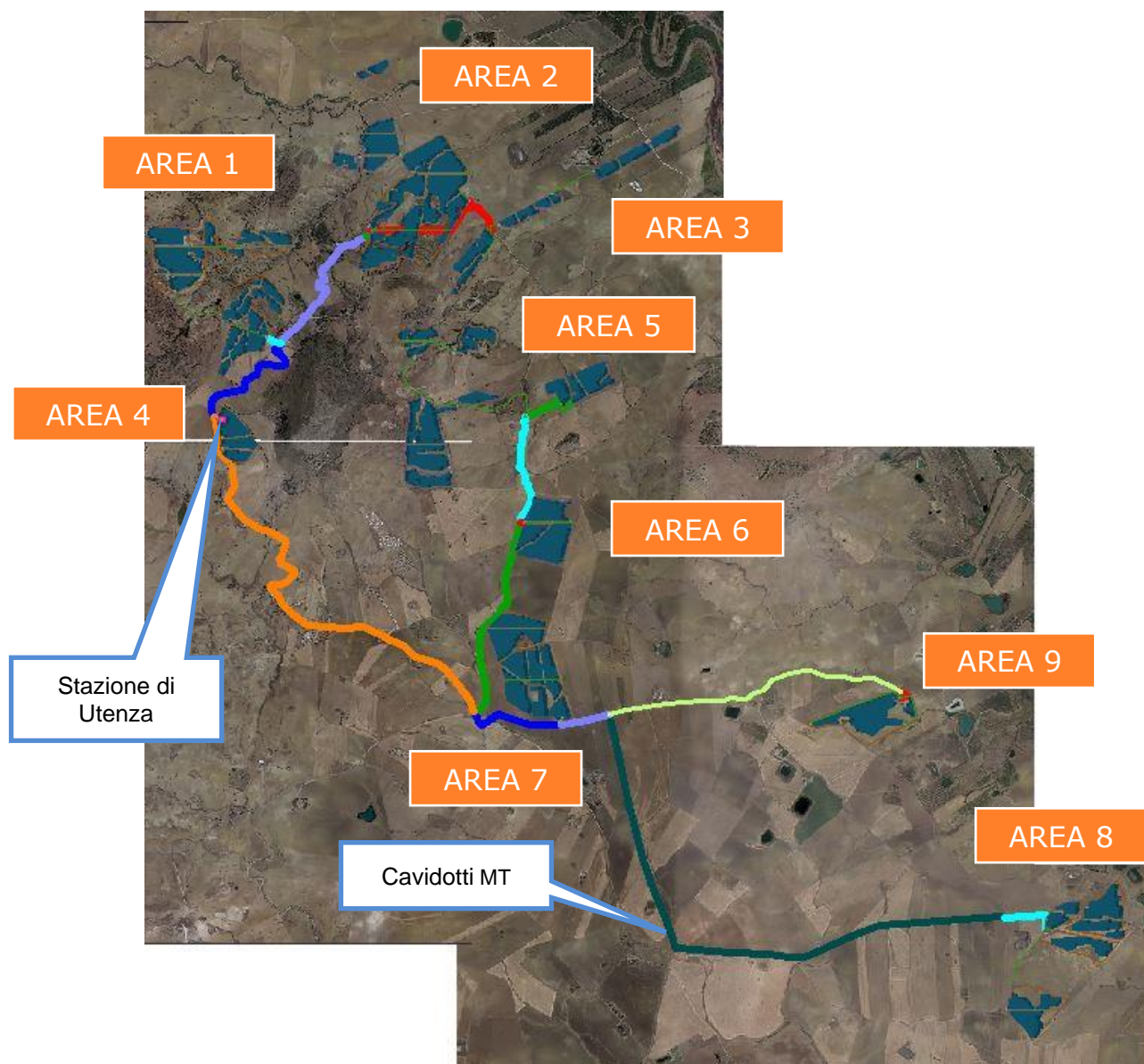
Nome Impianto	Comune	Provincia	Coordinate geografiche	Altitudine media (m s.l.m.m.)
<b>CDI-AREA 1</b>	Castel di iudica	Catania	37*30’37”N, 14*42’14”E	218
<b>CDI-AREA 2</b>	Castel di iudica	Catania	37*31’02”N, 14*43’12”E	129
<b>CDI-AREA 3</b>	Castel di iudica	Catania	37*30’38”N, 14*43’59”E	108
<b>CDI-AREA 4</b>	Castel di iudica	Catania	37*30’03”N, 14*42’17”E	341
<b>CDI-AREA 5</b>	Castel di iudica	Catania	37*30’09”N, 14*43’30”E	204
<b>CDI-AREA 6</b>	Castel di iudica	Catania	37*29’48”N, 14*43’53”E	197
<b>CDI-AREA 7</b>	Castel di iudica	Catania	37*29’09”N, 14*43’42”E	187
<b>CDI-AREA 8</b>	Ramacca	Catania	37*27’59”N, 14*46’12”E	104
<b>CDI-AREA 9</b>	Ramacca	Catania	37*48’28”N, 14*75’72”E	130

**Tabella 1**

Le aree dove verrà realizzato l’impianto hanno accessi dalla viabilità esistente locale o da strade comunali e/o provinciali.

La planimetria dell’impianto e delle relative opere di connessione alla RTN è riportato nella seguente figura.





**Figura 1 – Planimetria su ortofoto dell’impianto fotovoltaico**

### 3.3 Consistenza impianto

L’impianto fotovoltaico è suddiviso in nove macroaree (Area 1, Area 2, Area 3, Area 4, Area 5, Area 6, Area 7, Area 8 e Area 9), comprendenti rispettivamente n°5, n°7, n°3, n°2, n°6, n°3, n°5, n°4 e n°2 cabine di campo, della potenza nominale di 6000 kVA; sono utilizzati moduli fotovoltaici con potenza di picco di 615 Wp.

In ciascuna cabina di campo avverrà la trasformazione a 33 kV dell’energia proveniente dagli inverter di campo a 800 V; ciascuna linea MT a 33 kV uscente dalla rispettiva cabina di campo andrà a collegare le altre cabine di campo e si attesterà infine ad un quadro MT

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Mar. 2022	9	53



ubicato nella cabina di impianto. Dalle cabine di impianto partirà una linea MT a 33 kV verso la stazione elettrica di utenza 33/150 kV. Da qui avrà origine l'elettrodotto in cavo aereo a 150 kV per il collegamento in antenna dell'intero impianto alla sezione a 150 kV della futura stazione elettrica Terna 150/380 kV.

L'inquadratura territoriale dell'impianto è rappresentata in dettaglio negli elaborati grafici allegati al presente progetto, quali il layout di impianto, l'inquadratura urbanistica, la corografia e la planimetria catastale.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>10</b>	<b>53</b>



#### 4 LAYOUT DELL'IMPIANTO

Si rimanda allo specifico elaborato grafico (073.20.01.W04), oltre alla corografia (073.20.01.W03) e alla planimetria catastale (073.20.01.W10) che individuano in dettaglio le aree destinate ai moduli fotovoltaici dell'impianto oggetto del presente documento.

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>11</b>	<b>53</b>

## 5 CARATTERISTICHE TECNICHE

### 5.1 Moduli Fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 156 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di una stringa è pari a 14760 Wp.

L'impianto sarà costituito da un totale di 376.584 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 231,599 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti è la seguente:

Marca: Da definire

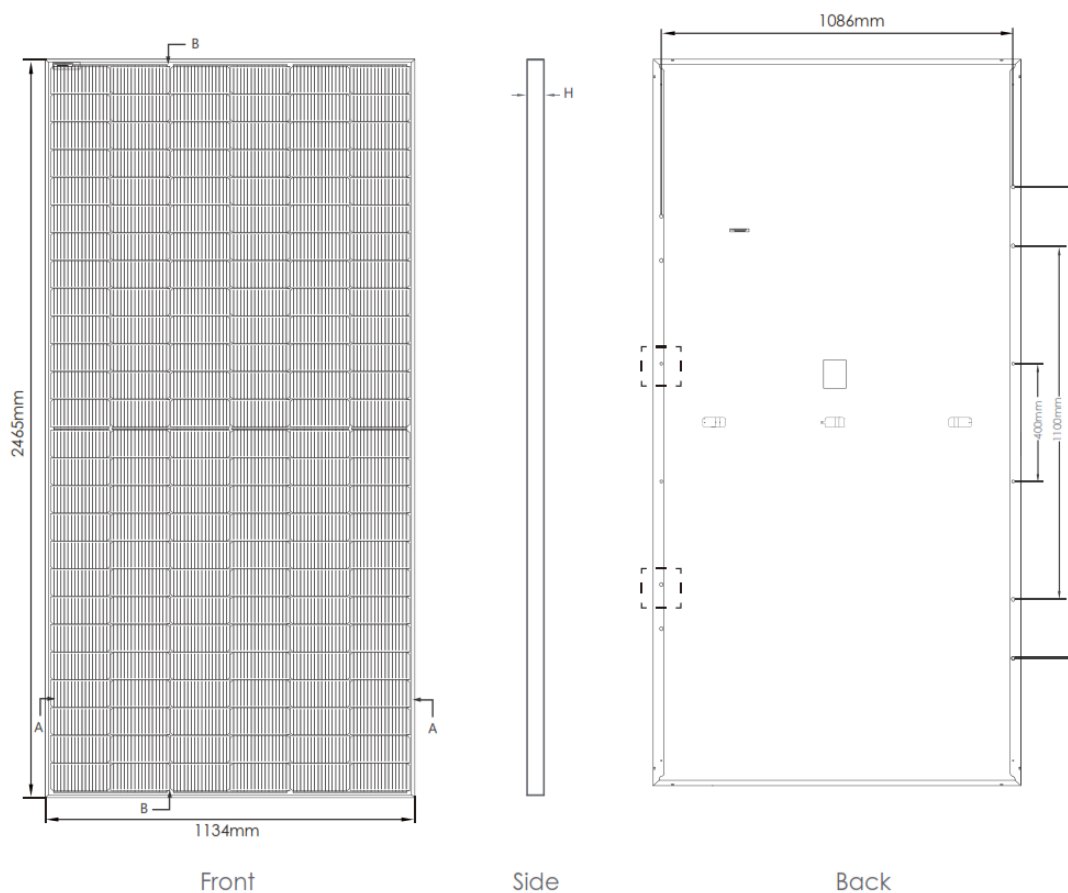
Modello: Da definire

Caratteristiche geometriche e dati meccanici

Dimensioni (LxAxP):	2465x1134x35 mm
Tipo celle:	in silicio monocristallino
Telaio:	alluminio anodizzato
Peso:	30,6 kg

Caratteristiche elettriche (in STC)

Potenza di picco (Wp) [W]:	615
Tensione a circuito aperto (Voc) [V]:	55,40
Tensione al punto di massima potenza (Vmp) [V]:	45,69
Corrente al punto di massima potenza (Imp) [A]:	13,46
Corrente di corto circuito (Isc) [A]:	14,18



**Figura 2 – Dimensioni del modulo fotovoltaico**

## 5.2 Convertitori di Potenza

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) tipo HUAWEI, modello SUN2000-215KTL-H0, agganciati alle strutture di sostegno dei moduli, in posizione opportuna. La potenza nominale dell'inverter è pari a 200 kWp @40°C; la ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>13</b>	<b>53</b>

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 Inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

**Tabella 2: Caratteristiche tecniche Inverter modello SUN2000-215KTL-H0**

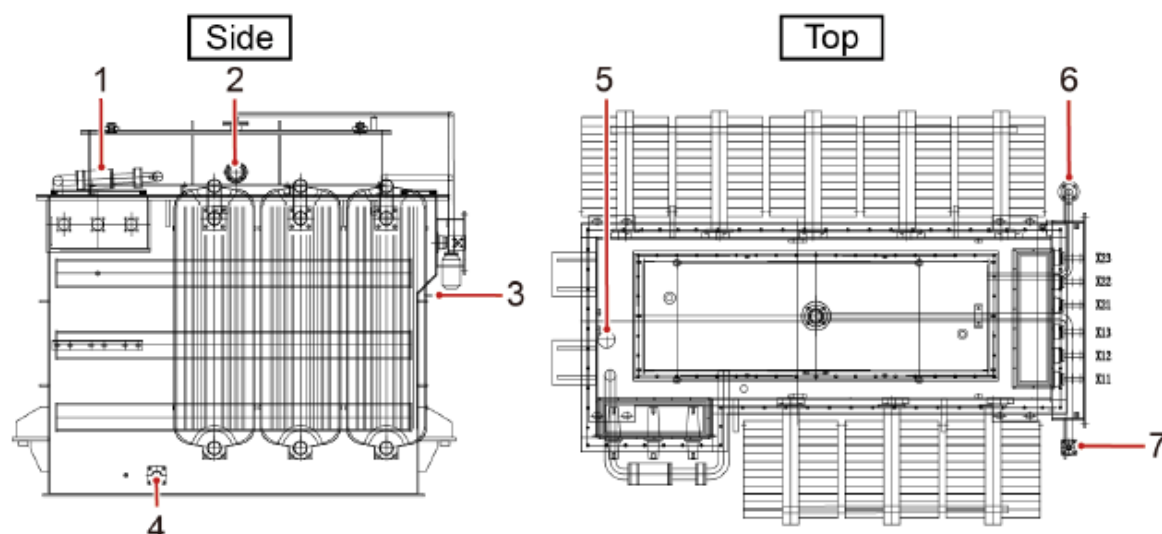
### 5.3 Trasformatore

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno di diverse taglie per ogni cabina di campo di ciascuna zona, di potenza pari a 6000 kVA a doppio secondario. Essi saranno alloggiati all'interno delle cabine di campo e presenteranno le seguenti caratteristiche generali:

- -- frequenza nominale 50 Hz
- -- Rapporto di trasformazione  $V_{1n}/V_{2n}/V_{3n} = 33.000/800/800$  V
- -- campo di regolazione tensione maggiore  $\pm 2 \times 2,5\%$
- -- Tipologia di isolamento: olio
- -- livello di isolamento primario 1,1/3 kV
- -- livello di isolamento secondario 36/70/120
- -- simbolo di collegamento Dyn11yn11
- -- collegamento primario: triangolo
- -- collegamento secondario: stella+neutro
- -- classe ambientale E2
- -- classe climatica C2
- -- comportamento al fuoco F1
- -- classe di isolamento primarie e secondarie F/F
- -- temperatura ambiente max. 40 °C
- -- sovratemperatura avvolgimenti primari e secondari 100/100 K
- -- installazione Interna
- -- tipo raffreddamento ONAN
- -- altitudine sul livello del mare  $\leq 1000$ m
- -- impedenza di corto circuito a 75°C 6%
- -- livello scariche parziali  $\leq 10$  pC

Nella figura sottostante un esempio tipico di trasformatore in olio.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>15</b>	<b>53</b>



**Figura 3 – Tipico trasformatore in olio**

#### 5.4 Strutture di supporto

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici impiegati sono di tipo fisso con un unico tipo di matrici di pannelli: FV 24x3

La struttura è caratterizzata da un sistema di montaggio innovativo sviluppato in base a conoscenze scientifiche e normative. Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli maggiormente in circolazione sul mercato.

Per mezzo dello sviluppo di particolari morsetti di congiunzione si riducono al minimo i tempi di montaggio.

La struttura metallica è costituita essenzialmente da:

- Il corpo di sostegno disponibile come sostegno singolo o articolato a seconda del numero di moduli da applicare. La leggerezza dell'alluminio e la robustezza dell'acciaio raggiungono un'ottima combinazione e attraverso il profilo monoblocco vengono evitate ulteriori giunzioni suscettibili alla corrosione e alla maggiore applicazione.
- Le traverse sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le traverse sono fissate al sostegno con particolari morsetti.
- Le fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo conficcato nel terreno disponibile in 6 lunghezze standard. La forma del profilo supporta ottimamente i carichi statici e dinamici. Rispetto ai profili laminati il risparmio di materiale è del 50%.



Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. Il conficcamento dei profili in acciaio viene realizzato da ditte specializzate. Il dimensionamento dei profili di fondazione viene svolto a seguito di una perizia geologica per determinare il calcolo ottimale della profondità di infissione dei profilati, in relazione al tipo di terreno. In questo modo viene garantito un ottimale utilizzo dei profili e dei materiali. La struttura di supporto è garantita per 25-30 anni.

Sinteticamente i vantaggi della struttura utilizzata si possono così riassumere:

### **Logistica**

Alto grado di prefabbricazione

Montaggio facile e veloce

Componenti del sistema perfettamente integrati

### **Materiali**

Materiale interamente metallico (alluminio/inox) con notevole aspettativa di durata

Materiali altamente riciclabili

Aspetto leggero dovuto alla forma dei profili ottimizzata

### **Costruzione**

Nessun tipo di fondazioni per la struttura;

Facilità di installazione di moduli laminati o con cornice

Facile e vantaggiosa integrazione con un sistema parafulmine

### **Calcoli statici**

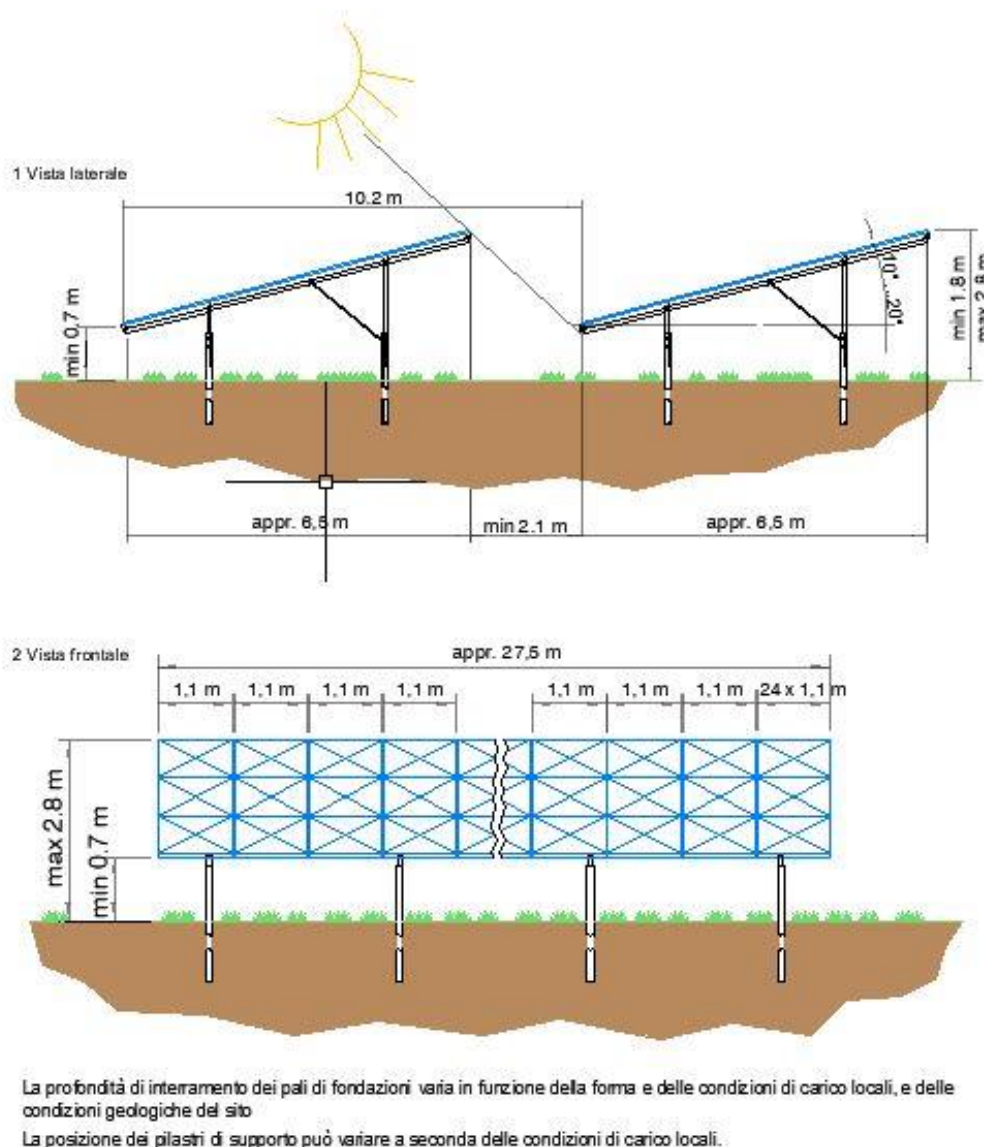
Forza di impatto del vento calcolata sulla base delle più recenti e aggiornate conoscenze scientifiche e di innovazione tecnologiche

Traverse rapportate alle forze di carico

Ottimizzazione di collegamento fra i vari elementi

Di seguito si riportano le rappresentazioni delle due tipologie di struttura di supporto.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>17</b>	<b>53</b>



**Figura 4 – Rappresentazione tipo della struttura di supporto**

## 5.5 Cavi e quadri di parallelo

### 5.5.1 Cavi

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e i quadri di campo sono previsti conduttori di tipo “SOLAR” in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l’impiego in campi FV per la produzione di energia.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>18</b>	<b>53</b>

**Caratteristiche tecniche:**

- Conduttore: rame elettrolitico, stagnato, classe 5 secondo IEC 60228
- Isolante: HEPR 120 °C
- Max. tensione di funzionamento 1,5 kV CC Tensione di prova 4kV, 50 Hz, 5 min.
- Intervallo di temperatura Da - 50°C a + 120°C
- Durata di vita attesa pari a 30 anni in condizioni di stress meccanico, esposizione a raggi UV, presenza di ozono, umidità, particolari temperature.
- Verifica del comportamento a lungo termine conforme alla Norma IEC 60216
- Resistenza alla corrosione
- Ampio intervallo di temperatura di utilizzo
- Resistenza ad abrasione
- Ottimo comportamento del cavo in caso di incendio: bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi
- Resistenza ad agenti chimici
- Facilità di assemblaggio
- Compatibilità ambientale e facilità di smaltimento.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi ( $I_z$ ) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Cavo di collegamento dei moduli di stringa

$$S=6 \text{ mm}^2 \quad I_z (60 \text{ C}^\circ) = 70\text{A (TECSUN (PV) PV1-F 0,6/1 kV AC (1,5 kV DC))}$$

Cavi di collegamento dagli inverter ai quadri di parallelo:

$$S=95 \text{ mm}^2 \quad I_z (\text{posa interrata, } T_a=20 \text{ C}^\circ, \rho=1 \text{ }^\circ\text{Cm/W}) = 331 \text{ A (FG16R16)}$$

Altri cavi

Cavi di media tensione: ARE4H5E 18/36 kV

Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV

Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>19</b>	<b>53</b>

### 5.5.2 Quadro di parallelo inverter (QBT)

Ogni quadro di parallelo ha 10 ingressi ai quali sono collegate le uscite degli inverter che arrivano dal campo fotovoltaico. I suddetti quadri realizzano il sezionamento ed il parallelo degli inverter provenienti dal campo fotovoltaico.

Essi disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini. Dagli inverter partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla cabina di campo nella quale sono alloggiati i due quadri di parallelo. Il collegamento verrà realizzato con cavi della sezione minima di 3x(1x70) mmq del tipo FG16R16 posati in tubi o canali per proteggerli dai raggi ultravioletti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

### 5.5.3 Quadro MT

Saranno impiegati scomparti normalizzati di tipo protetto, che possono essere affiancati per formare quadri di trasformazione fino a 36 kV. Le dimensioni contenute consentono di occupare spazi decisamente ridotti, la modularità permette di sfruttare al massimo gli spazi disponibili. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediscono errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale. Gli scomparti verranno predisposti completi di bandella in piatto di rame interna ed esterna per il collegamento dell'impianto di messa a terra, doppi oblò di ispezione che consentono un'agevole ispezione visiva.

## 5.6 **Sistemi ausiliari**

### 5.6.1 Sorveglianza

Le aree occupate dall'impianto fotovoltaico saranno recintate e sottoposte a sorveglianza dal personale in loco o automaticamente dalla presenza di un sistema integrato anti-intrusione di cui sarà eventualmente dotata l'intera zona.

Tale sistema, se presente, sarà composto dalle seguenti apparecchiature principali:

- telecamere TVCC tipo fisso Day-Night, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 35 m;
- cavo alfa con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina;
- n.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alle cabine;
- n.1 centralina di sicurezza integrata installata in cabina.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>20</b>	<b>53</b>

I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo alfa sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.

Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina.

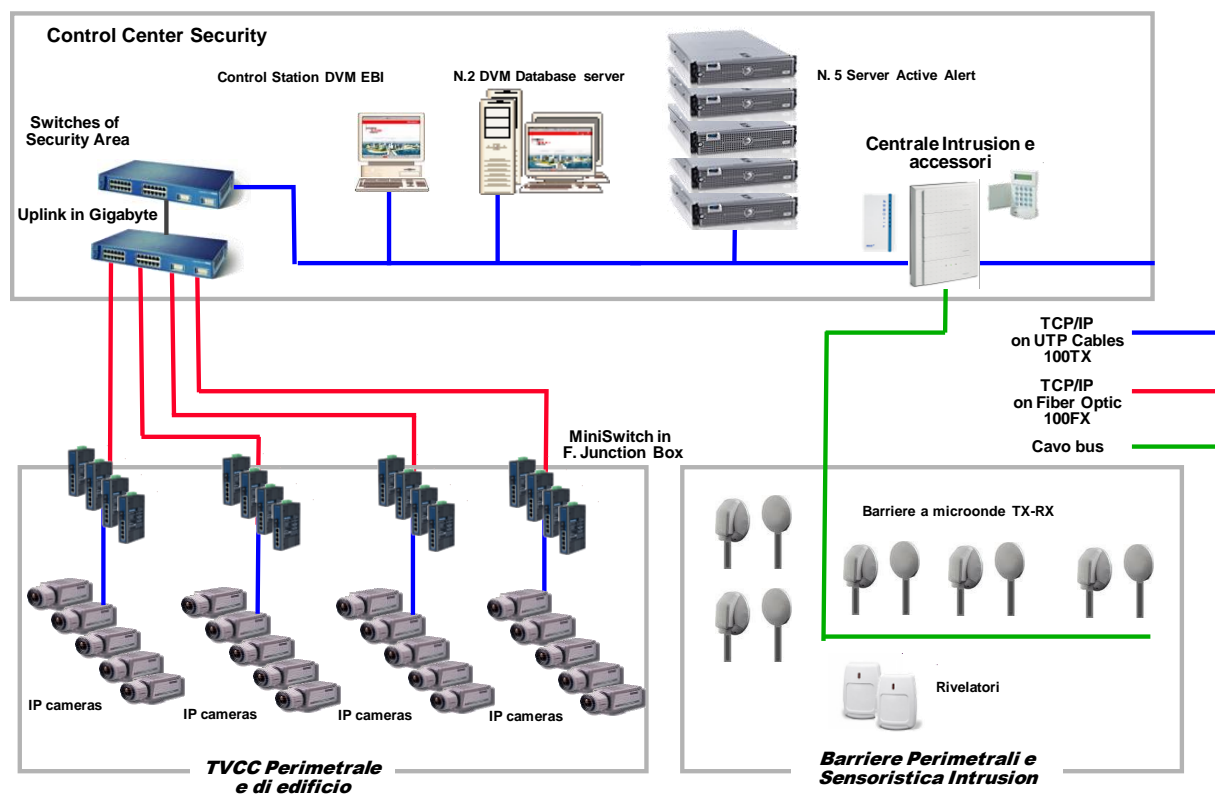
Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badges impediranno l'accesso alle cabine elettriche e alla centralina di controllo ai non autorizzati.

Al rilevamento di un'intrusione da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna gsm.

Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

Lo schema a blocchi dell'impianto è il seguente.



**Figura 5 – Schema del sistema di sorveglianza**

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>21</b>	<b>53</b>

### 5.6.2 illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterna cabine di campo e cabine di impianto

Tali sistemi sono di seguito brevemente descritti.

#### Illuminazione perimetrale

Sarà realizzato un impianto di illuminazione per la videosorveglianza composto da armature IP65 in doppio isolamento (classe 2) con lampade a LED da 79 W posti nelle immediate vicinanze delle telecamere e quindi sulla sommità del palo. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe 2 e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

Il sistema è stato progettato al fine di garantire il minimo possibile di energia e inquinamento luminoso utilizzando le moderne tecnologie a LED e prevedendo un sistema di sensori, già presente per l'impianto di sicurezza, che sarà tarato per attivarsi esclusivamente con la presenza di entità significative (per massa e volume). Ciò consentirà all'impianto di non attivarsi per la maggior parte del tempo e di non attivarsi per la presenza della fauna locale di piccola taglia (es. volpi, conigli, istrice ecc.).

In una tavola grafica distinta si riportano le caratteristiche dell'impianto di videosorveglianza e illuminazione.

#### Illuminazione esterna cabine di campo e cabine di impianto

- Tipo lampade: 24 led 1144 Litio - POWERLED;
- Tipo armatura: corpo Al pressofuso, con alettature di raffreddamento;
- Numero lampade: 4;
- Funzione: illuminazione piazzole per manovre e sosta.

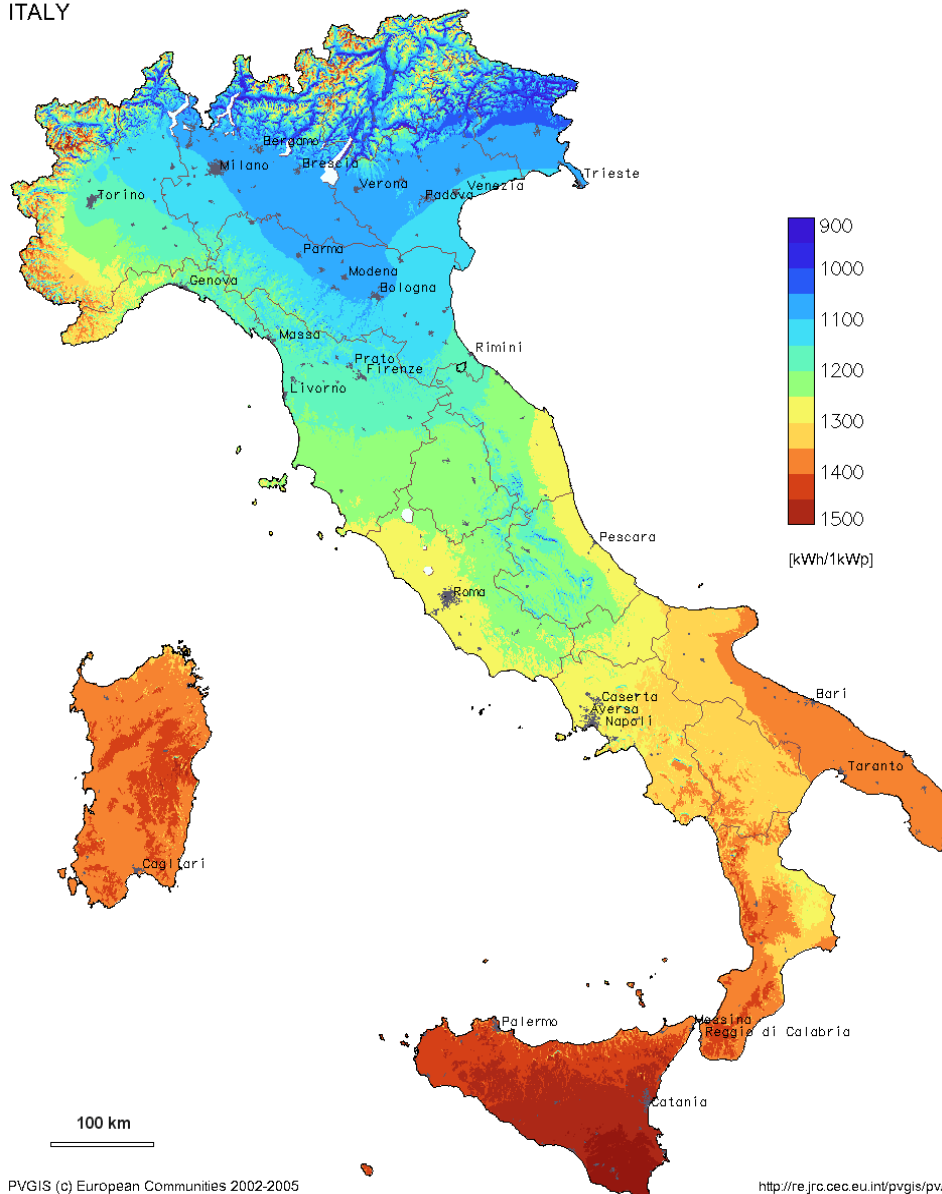
<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>22</b>	<b>53</b>

## 6 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Catania e con riferimento al Comune di Castel di Iudica, si è proceduto al calcolo della producibilità per l’impianto fotovoltaico “CASTEL DI IUDICA” in oggetto mediante apposito software PVSYST 7.2.4.

Di seguito il report di calcolo effettuato.

Yearly sum of solar electricity generated by 1kWp photovoltaic system with optimally-inclined modules  
ITALY



**Figura 6 – diagramma della producibilità attesa media annua in Italia con moduli fissi ad inclinazione ottimale (fonte: <http://sunbird.jrc.it>)**

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Mar. 2022	23	53



### Sommario del progetto

#### Luogo geografico

Castel di Judica

Italia

#### Ubicazione

Latitudine 37.51 °N

Longitudine 14.70 °E

Altitudine 258 m

Fuso orario UTC+1

#### Parametri progetto

Albedo 0.20

#### Dati meteo

Castel di Judica

Meteonorm 8.0 (1989-2003), Sat=100% - Sintetico

### Sommario del sistema

#### Sistema connesso in rete

#### Orientamento campo FV

Shed

inclinazione 20 °

azimut 0 °

#### Informazione sistema

#### Campo FV

Numero di moduli 376584 unità

Pnom totale 231.6 MWc

#### Shed illimitati

#### Ombre vicine

ombreggiamento reciproco degli shed

#### Bisogni dell'utente

Carico illimitato (rete)

#### Inverter

Numero di unità 974 unità

Pnom totale 194.8 MWac

Rapporto Pnom 1.189

### Sommario dei risultati

Energia prodotta 332 GWh/anno Prod. Specif. 1434 kWh/kWc/anno Indice rendimento PR 80.31 %

### Indice dei contenuti

Sommario del progetto e dei risultati	2
Parametri principali, Caratteristiche campo FV, Perdite sistema	3
Risultati principali	6
Diagramma perdite	7
Grafici speciali	8



**Parametri principali**

<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>Shed illimitati</b>			
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Configurazione sheds</b>		<b>Modelli utilizzati</b>	
<b>Orientamento</b>		N. di shed 999 unità		Trasposizione Perez	
Shed		Shed illimitati		Diffuso Perez, Meteorom	
inclinazione	20 °	<b>Dimensioni</b>		Circumsolare separare	
azimut	0 °	Spaziatura sheds 9.20 m			
		Larghezza collettori 6.92 m			
		Fattore occupazione (GCR) 75.2 %			
		Banda inattiva alto 0.02 m			
		Banda inattiva basso 0.02 m			
		<b>Angolo limite ombreggiamento</b>			
		Angolo limite profilo 41.5 °			
<b>Orizzonte</b>		<b>Ombre vicine</b>		<b>Bisogni dell'utente</b>	
Orizzonte libero		ombreggiamento reciproco degli shed		Carico illimitato (rete)	

**Caratteristiche campo FV**

<b>Modulo FV</b>		<b>Inverter</b>	
Costruttore	Jinkosolar	Costruttore	Huawei Technologies
Modello	JKM615N-78HL4-V	Modello	SUN2000-215KTL-H0
(definizione customizzata dei parametri)		(definizione customizzata dei parametri)	
Potenza nom. unit.	615 Wp	Potenza nom. unit.	200 kWac
Numero di moduli FV	376584 unità	Numero di inverter	974 unità
Nominale (STC)	231.6 MWc	Potenza totale	194800 kWac
<b>Campo #1 - AREA 1</b>		<b>Campo #1 - AREA 1</b>	
Numero di moduli FV	54792 unità	Numero di inverter	141 unità
Nominale (STC)	33.70 MWc	Potenza totale	28200 kWac
Moduli	2283 Stringhe x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
Pmpp	31.16 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
U mpp	1013 V		
I mpp	30762 A		
<b>Campo #2 - AREA 2</b>		<b>Campo #2 - AREA 2</b>	
Numero di moduli FV	80568 unità	Numero di inverter	207 unità
Nominale (STC)	49.55 MWc	Potenza totale	41400 kWac
Moduli	3357 Stringhe x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
Pmpp	45.82 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.20
U mpp	1013 V		
I mpp	45233 A		
<b>Campo #3 - AREA 3</b>		<b>Campo #3 - AREA 3</b>	
Numero di moduli FV	23520 unità	Numero di inverter	61 unità
Nominale (STC)	14.46 MWc	Potenza totale	12200 kWac
Moduli	980 Stringhe x 24 In serie	Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
Pmpp	13.38 MWc	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
U mpp	1013 V		
I mpp	13205 A		

**Caratteristiche campo FV**

<b>Campo #4 - AREA 4</b>			
Numero di moduli FV	13296 unità	Numero di inverter	35 unità
Nominale (STC)	8177 kWc	Potenza totale	7000 kWac
Moduli	554 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	7562 kWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.17
I mpp	7465 A		
<b>Campo #5 - AREA 5</b>			
Numero di moduli FV	60672 unità	Numero di inverter	157 unità
Nominale (STC)	37.31 MWc	Potenza totale	31400 kWac
Moduli	2528 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	34.51 MWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
I mpp	34063 A		
<b>Campo #6 - AREA 6</b>			
Numero di moduli FV	29832 unità	Numero di inverter	78 unità
Nominale (STC)	18.35 MWc	Potenza totale	15600 kWac
Moduli	1243 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	16.97 MWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.18
I mpp	16748 A		
<b>Campo #7 - AREA 7</b>			
Numero di moduli FV	50808 unità	Numero di inverter	131 unità
Nominale (STC)	31.25 MWc	Potenza totale	26200 kWac
Moduli	2117 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	28.90 MWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
I mpp	28525 A		
<b>Campo #8 - AREA 8</b>			
Numero di moduli FV	41352 unità	Numero di inverter	107 unità
Nominale (STC)	25.43 MWc	Potenza totale	21400 kWac
Moduli	1723 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	23.52 MWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.19
I mpp	23216 A		
<b>Campo #9 - AREA 9</b>			
Numero di moduli FV	21744 unità	Numero di inverter	57 unità
Nominale (STC)	13.37 MWc	Potenza totale	11400 kWac
Moduli	906 Stringhe x 24 In serie		
<b>In cond. di funz. (50°C)</b>		Voltaggio di funzionamento	500-1500 V
Pmpp	12.37 MWc	Potenza max. (=>33°C)	215 kWac
U mpp	1013 V	Rapporto Pnom (DC:AC)	1.17
I mpp	12208 A		

**Caratteristiche campo FV**

<b>Potenza PV totale</b>		<b>Potenza totale inverter</b>	
Nominale (STC)	231599 kWp	Potenza totale	194800 kWac
Totale	376584 moduli	Numero di inverter	974 unità
Superficie modulo	1052669 m <sup>2</sup>	Rapporto Pnom	1.19

**Perdite campo**

<b>Perdite per sporco campo</b>	<b>Fatt. di perdita termica</b>	<b>LID - Light Induced Degradation</b>
Fraz. perdite 3.0 %	Temperatura modulo secondo irraggiamento	Fraz. perdite 2.0 %
	Uc (cost) 20.0 W/m <sup>2</sup> K	
	Uv (vento) 0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s	
<b>Perdita di qualità moduli</b>	<b>Perdite per mismatch del modulo</b>	<b>Perdita disadattamento Stringhe</b>
Fraz. perdite -0.8 %	Fraz. perdite 2.0 % a MPP	Fraz. perdite 0.1 %

**Fattore di perdita IAM**

Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Vetro Fresnel antiriflesso, nVetro=1.526, n(AR)=1.290

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

**Perdite DC nel cablaggio**

 Res. globale di cablaggio 0.078 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #1 - AREA 1**

 Res. globale campo 0.54 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #3 - AREA 3**

 Res. globale campo 1.2 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #5 - AREA 5**

 Res. globale campo 0.48 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #7 - AREA 7**

 Res. globale campo 0.58 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #9 - AREA 9**

 Res. globale campo 1.4 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #2 - AREA 2**

 Res. globale campo 0.36 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #4 - AREA 4**

 Res. globale campo 2.2 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #6 - AREA 6**

 Res. globale campo 0.99 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

**Campo #8 - AREA 8**

 Res. globale campo 0.71 mΩ  
 Fraz. perdite 1.5 % a STC

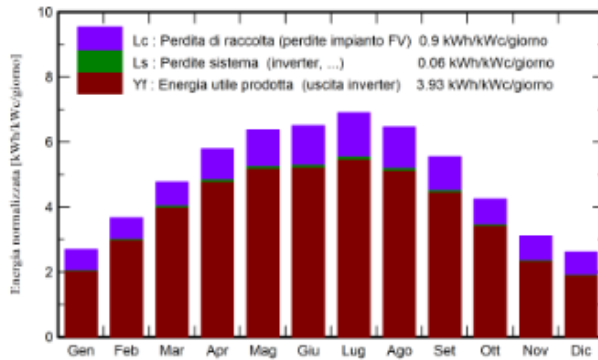


**Risultati principali**

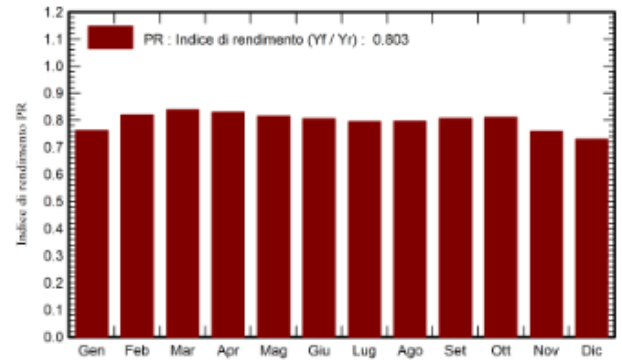
**Produzione sistema**

Energia prodotta **332 GWh/anno** Prod. Specif. **1434 kWh/kWc/anno**  
Indice di rendimento PR **80.31 %**

**Produzione normalizzata (per kWp installato)**



**Indice di rendimento PR**



**Bilanci e risultati principali**

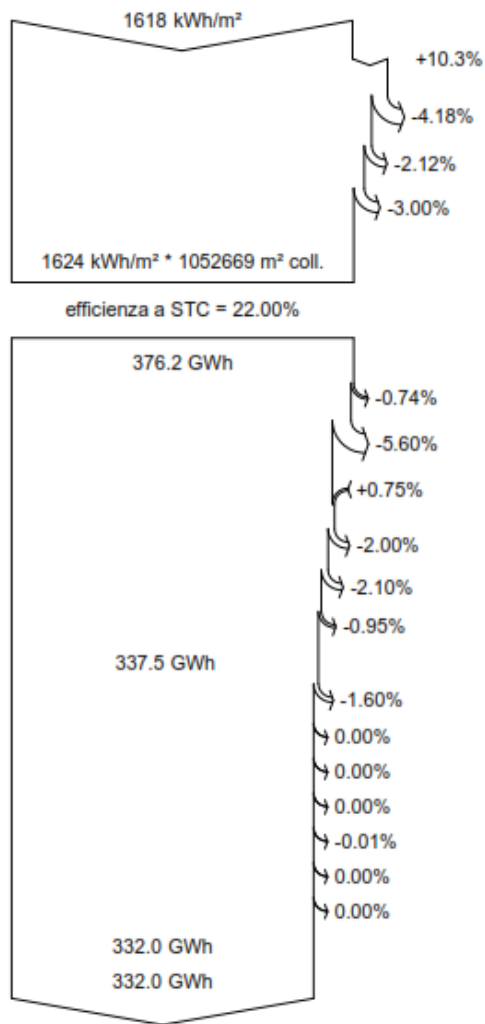
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
<b>Gennaio</b>	62.4	34.00	8.61	83.2	68.4	14.91	14.69	0.762
<b>Febbraio</b>	82.0	42.19	8.70	102.5	91.1	19.75	19.46	0.820
<b>Marzo</b>	127.9	58.29	11.28	147.8	137.2	29.19	28.74	0.839
<b>Aprile</b>	162.0	69.09	13.87	173.4	160.9	33.86	33.32	0.829
<b>Maggio</b>	196.9	76.44	18.01	197.7	183.8	37.98	37.35	0.816
<b>Giugno</b>	199.4	84.08	22.42	195.0	181.1	36.99	36.38	0.805
<b>Luglio</b>	215.8	79.60	25.94	213.8	199.1	40.06	39.38	0.795
<b>Agosto</b>	190.4	77.51	26.20	200.0	186.0	37.49	36.86	0.796
<b>Settembre</b>	146.8	55.38	22.47	166.2	154.7	31.58	31.06	0.807
<b>Ottobre</b>	107.1	50.04	18.88	131.4	120.1	25.09	24.69	0.812
<b>Novembre</b>	69.7	34.46	14.01	93.1	77.7	16.62	16.37	0.759
<b>Dicembre</b>	58.0	28.08	10.14	81.2	64.2	13.96	13.74	0.731
<b>Anno</b>	1618.4	689.16	16.76	1785.3	1624.2	337.49	332.04	0.803

**Legenda**

GlobHor Irraggiamento orizzontale globale  
DiffHor Irraggiamento diffuso orizz.  
T\_Amb Temperatura ambiente  
GlobInc Globale incidente piano coll.  
GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre  
EArray Energia effettiva in uscita campo  
E\_Grid Energia immessa in rete  
PR Indice di rendimento



**Diagramma perdite**



**Irraggiamento orizzontale globale**  
**Globale incidente piano coll.**

Ombre vicine: perdita di irraggiamento

Fattore IAM su globale

Perdite per sporco campo

**Irraggiamento effettivo su collettori**

Conversione FV

**Energia nominale campo (effic. a STC)**

Perdita FV causa livello d'irraggiamento

Perdita FV causa temperatura

Perdita per qualità modulo

LID - "Light induced degradation"

Perdita disadattamento moduli e stringhe

Perdite ohmiche di cablaggio

**Energia apparente impianto a MPPT**

Perdita inverter in funzione (efficienza)

Perdita inverter per superamento Pmax

Perdita inverte a causa massima corrente in ingresso

Perdita inverter per superamento Vmax

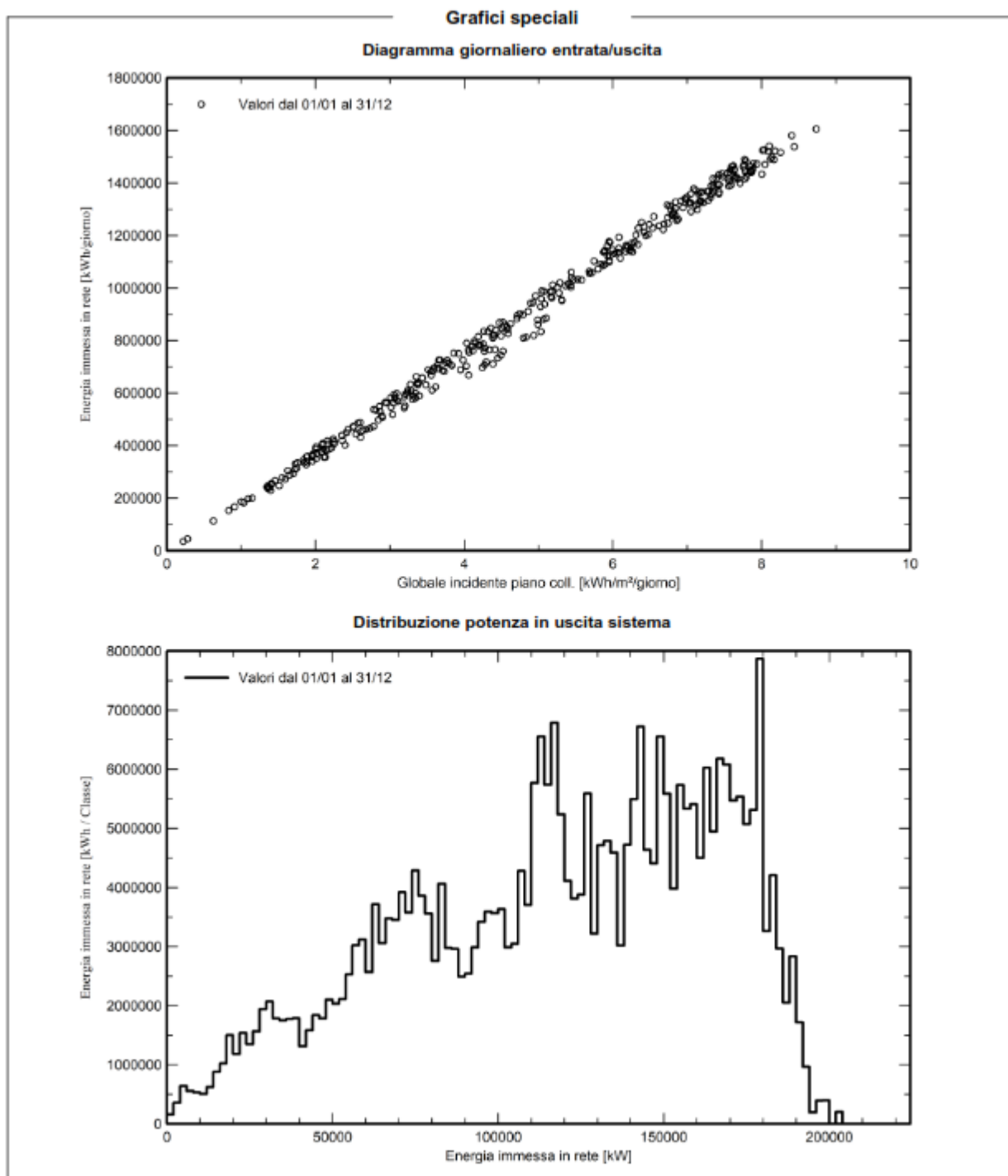
Perdita inverter per non raggiungimento Pmin

Perdita inverter per non raggiungimento Vmin

Consumi notturni

**Energia in uscita inverter**

**Energia immessa in rete**



Da tali dati si ricava che l’impianto fotovoltaico “CASTEL DI IUDICA” ha una producibilità totale annua pari a circa **332.000 MWh/anno** al netto delle perdite d’impianto di generazione fotovoltaica e di conversione (inverter).

## 6.1 Benefici ambientali

Sulla base della producibilità annua stimata nel paragrafo precedente si può affermare che la messa in servizio e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico "CASTEL DI IUDICA" potrà:

- consentire un risparmio di 73.047 tep\* (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) all'anno;
- evitare l'immissione di 160.704 tonnellate di CO<sub>2</sub>\*\* all'anno.

\* TERNA S.p.a dichiara che 1 tonnellata equivalente di petrolio (1 tep) genera 4.545 kWh di energia utile; valore standard fornito come consumo specifico medio lordo convenzionale del parco termoelettrico italiano.

\*\* Valore cautelativo calcolato sulla base dell'indicatore chiave fornito dalla commissione europea per il territorio europeo (e approssimato per difetto): intensità di CO<sub>2</sub>: 2,2 tCO<sub>2</sub>/tep.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>31</b>	<b>53</b>

## 7 SCHEMA DI COLLEGAMENTO

La configurazione utilizzata per il collegamento dei moduli, compatibile con le caratteristiche dei componenti riassunte nei precedenti paragrafi, è riportata nello schema unifilare dell'impianto (073.20.01.W09).

Tale configurazione prevede che a ciascun inverter siano collegate fino a 18 stringhe in parallelo, ciascuna composta da 24 pannelli in serie per stringa.

I cavi provenienti da ciascun inverter di stringa saranno poi convogliati verso la cabina di campo più prossima, attestandosi ai quadri BT a 800 V di quest'ultima.

All'interno della cabina di campo sarà alloggiato il trasformatore BT/MT che permette l'elevazione della tensione al livello 33 kV, con il quale viene effettuata la distribuzione principale di ciascuna area.

Le cabine di campo saranno collegate con schema di tipo radiale alla cabina di impianto MT a 33 kV situata sempre all'interno della stessa macro-area. Per i dettagli dei collegamenti si rimanda all'elaborato relativo al già citato schema elettrico unifilare (073.20.01.W09).

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>32</b>	<b>53</b>



## 8 COLLEGAMENTO ALLA RETE AT

I criteri e le modalità per la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale a 150 kV saranno conformi a quanto prescritto dalle normative CEI 0-16, CEI 82-25 e dalle prescrizioni dell'ente distributore, relative ai per clienti produttori dotati di generatori fotovoltaici che entrano in parallelo continuativo con la rete elettrica. L'energia prodotta dall'impianto "CASTEL DI IUDICA" verrà trasferita dalla stazione elettrica di utenza, ubicata a circa 5 km ad Est rispetto al centro abitato di Castel di Iudica e distante circa 12 km dalla costruenda stazione di rete indicata per il collegamento alla RTN. Da ciascuna delle sette aree partirà un cavo interrato a 33 kV fino alla stazione di utenza, avente la seguente lunghezza:

- da Area 1 a stazione di utenza: circa 1150 m
- da Area 2 a stazione di utenza: circa 2300 m
- da Area 3 a stazione di utenza: circa 4700 m.
- da Area 4 a stazione di utenza: circa 85 m.
- da Area 5 a stazione di utenza: circa 8250 m.
- da Area 6 a stazione di utenza: circa 5160 m.
- da Area 7 a stazione di utenza: circa 4350 m.
- da Area 8 a stazione di utenza: circa 9250 m.
- da Area 9 a stazione di utenza: circa 6882 m

Nella stazione di utenza avverrà la trasformazione a 150 kV dell'energia prodotta e da qui avrà origine il collegamento in cavo aereo a 150 kV fino al sito di futura realizzazione della stazione di rete Terna 150/380 kV, a circa 12000 m di lunghezza.

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione si rimanda alla consultazione degli elaborati specifici.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>33</b>	<b>53</b>

## 9 OPERE CIVILI

### 9.1 Strutture di supporto dei moduli

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli di conversione fotovoltaica è sostenuta da pali del diametro circa di 17 cm infissi a terra, senza fondazioni. La lunghezza dei pali e la profondità di infissione potranno variare in funzione del tipo di terreno, ma quest'ultima ha generalmente un valore di 1,3-1,5 m.

A tal fine saranno rispettate norme, leggi e disposizioni vigenti in materia.

I moduli fotovoltaici saranno imbullonati alla barella di sostegno tramite bulloni in acciaio inox delle dimensioni opportune. Le barelle ed i telai saranno di altezza circa pari a 2,5 m e distribuiti uniformemente sul terreno in modo da non creare impatto visivo

### 9.2 Cabine elettriche

Le cabine elettriche svolgono la funzione di edifici tecnici adibiti a locali per la posa dei quadri, del trasformatore, e delle apparecchiature di telecontrollo e di consegna e misura.

Esse verranno realizzate con struttura prefabbricata con vasca di fondazione.

La cabina elettrica di campo è composta da tre sezioni e contiene:

- n°1 vano trasformatore MT/BT;
- n°1 vano quadri MT, trasformatore servizi ausiliari;
- n°1 vano quadri BT;

La cabina elettrica di campo sarà costituita da un edificio dalla superficie complessiva di circa 18m<sup>2</sup> (7 x 2,5 metri) per una cubatura complessiva di circa 53m<sup>3</sup>. L'accesso alla cabina elettrica di campo avviene tramite la viabilità interna.

La struttura prevista sarà prefabbricata in c.a.v. monoblocco costituita da pannelli di spessore 80 mm e solaio di copertura di 100 mm realizzati con armatura in acciaio FeB44K e calcestruzzo classe Rck 400 kg/cmq. La fondazione sarà costituita da una vasca prefabbricata in c.a.v. di altezza 50 cm predisposta con forature a frattura prestabilita per passaggio cavi MT/BT. In alternativa potrà essere realizzata in materiale metallico, tipo container.

La rifinitura della cabina, nel caso essa sia prefabbricata, comprende:

- impermeabilizzazione della copertura con guaina di spessore 4 mm;
- imbiancatura interna con tempera di colore bianco;
- rivestimento esterno con quarzo plastico;

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>34</b>	<b>53</b>

- impianto di illuminazione;
- impianto di terra interno realizzato con piattina in rame 25x2 mm;
- fornitura di 1 kit di Dispositivi di Protezione Individuale;
- porte e serrande metalliche di mm 1200x2200, 2000x2300 e 2400x2600 con serratura.

La cabina sarà costituita da 3 locali compartimentali adibiti rispettivamente a locale quadri BT, trasformazione in MT e quadri MT.

Il primo locale conterrà 2 quadri BT; il locale di trasformazione conterrà un trasformatore 800/800/33000 V di varia potenza con doppio secondario, il terzo locale conterrà i quadri MT. Le pareti esterne del prefabbricato verranno colorate in tinta adeguata, per un miglior inserimento ambientale, salvo diversa prescrizione degli Enti preposti, mentre le porte d'accesso e le finestre di aerazione saranno in lamiera zincata verniciata.

La cabina sarà dotata di un adeguato sistema di ventilazione per prevenire fenomeni di condensa interna e garantire il corretto raffreddamento delle macchine elettriche presenti.

La sicurezza strutturale dei manufatti dovrà essere garantita dal fornitore. I relativi calcoli strutturali sono stati eseguiti in conformità alla normativa vigente sui manufatti in calcestruzzo armato.

Per la descrizione particolareggiata del manufatto si rimanda all'elaborato specifico cabina di campo: pianta e sezioni.

La cabina di impianto, una per ciascuna delle quattro aree, raccoglie tutti i cavi provenienti dalle cabine di campo della relativa area e da qui parte il collegamento verso la stazione elettrica di utenza 33/150 kV.

Come detto in precedenza, tale stazione sarà poi collegata mediante un elettrodotto aereo, della lunghezza di circa 12 km, alla sezione a 150 kV della stazione futura stazione di rete, localizzata nel comune di Ramacca (CT).

Per la caratterizzazione tecnica delle opere di connessione alla stazione suddetta si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici specifici.

“073.20.01.W36 - Elettrodotto AT - Planimetria con attraversamenti”

Relativamente alle sette cabine di impianto, situate all'interno delle aree sopra individuate, queste sono costituite dai seguenti vani:

- n°1 locale MT;
- n°1 locale BT e TLC;
- n°1 cella trasformatore servizi ausiliari;

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>35</b>	<b>53</b>

L'accesso alle cabine elettriche di campo e di impianto avviene tramite la viabilità interna; la sistemazione di tale viabilità (percorsi di passaggio tra le strutture), sarà realizzata in materiale stabilizzato permeabile. La dimensione delle strade è stata scelta per consentire il passaggio di mezzi idonei ad effettuare il montaggio e la manutenzione dell'impianto.

L'accesso alla stazione elettrica di utenza avviene dalla viabilità pubblica.

I cavi elettrici BT dell'impianto e i cavi di collegamento MT delle cabine di campo alla cabina di impianto saranno sistemati in appositi cunicoli e cavidotti interrati.

Nessuna nuova viabilità esterna sarà realizzata essendo l'area già servita da infrastrutture viarie, sebbene alcune delle strade adiacenti all'impianto dovranno essere adeguate per consentire il transito di mezzi idonei ad effettuare sia il montaggio che la manutenzione dell'impianto.

### 9.3 Recinzioni



Per garantire la sicurezza delle aree dell'impianto le singole aree di pertinenza saranno delimitate da una recinzione metallica integrata da un impianto di allarme antintrusione e di videosorveglianza.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da elementi modulari rigidi in tondini di acciaio elettrosaldati di diverso diametro che conferiscono una particolare resistenza e solidità alla recinzione. Essa offre una

notevole protezione da eventuali atti vandalici, lasciando inalterato un piacevole effetto estetico e costituisce un sistema di fissaggio nel rispetto delle norme di sicurezza.

Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede la realizzazione a non più di 20 metri l'uno dall'altro, di varchi nelle recinzioni della dimensione minima di 30x30 cm, a livello del terreno, per consentire il passaggio della piccola fauna.

La recinzione avrà altezza complessiva di circa 200 cm con pali di sezione 60x60 mm disposti ad interassi regolari di circa 1 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in c.a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>36</b>	<b>53</b>

A distanze regolari di 4 interassi le piantane saranno controventate con paletti tubolari metallici inclinati con pendenza 3:1.

In prossimità dell'accesso principale saranno predisposti un cancello metallico per gli automezzi della larghezza di cinque metri e dell'altezza di due e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

La recinzione presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

### **PANNELLI**

Zincati a caldo, elettrosaldati con rivestimento protettivo in Poliester.

Larghezza mm 2000.

Maglie mm 150 x 50.

Diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.

### **PALI**

Lamiera d'acciaio a sezione quadrata.

Sezione mm 60 x 60 x 1,5.

Giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.

Fornibili con piastra per tassellare.

### **COLORI**

Verde Ral 6005 e Grigio Ral 7030, altri colori a richiesta.

### **CANCELLI**

Cancelli autoportanti e cancelli scorrevoli.

Cancelli a battente carrai e pedonali.

### **RIVESTIMENTI**

#### **Pannelli**

Zincati a caldo con quantità minima di zinco secondo norme DIN 1548 B.

Plastificazione con Poliester spessore da 70 a 100 micron.

#### **Pali**

Zincati a caldo.

Plastificazione con Poliester spessore da 70 a 100 micron.

Di seguito si sintetizzano le caratteristiche dimensionali della gamma di prodotti scelti.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>37</b>	<b>53</b>

Pannelli larghezza 2000			Pali 60x60	
Altezza nominale recinzione	Altezza reale pannello	Numero fissaggi	Altezza pali da cementare	Altezza pali su Piastre speciali
1000	1080	3	1300	1100
1400	1380	3	1700	1400
1700	1680	4	2000	1700
2000	1980	4	2300	2000
<b>Dimensioni espresse in mm.</b>				

**Tabella 3: – Caratteristiche dimensionali della recinzione**

La recinzione potrà essere mitigata con delle siepi di idonea altezza costituite da essenze arboree-arbustive autoctone.

#### 9.4 Livellamenti

Nelle aree oggetto di intervento sarà necessaria una pulizia propedeutica dei terreni dalle graminacee e dalle piante selvatiche preesistenti.

L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni ridurrà praticamente a zero la necessità di livellamenti localizzati, necessari invece in caso di soluzioni a plinto.

Saranno necessari degli sbancamenti localizzati nelle sole aree previste per la posa delle cabine di campo BT/MT e per la realizzazione delle cabine di impianto.

La posa della recinzione sarà effettuata in modo da seguire l'andamento del terreno.

La posa delle canale portacavi non necessiterà in generale di interventi di livellamento.

Il profilo generale del terreno non sarà comunque modificato, lasciando così intatto il profilo orografico preesistente del territorio interessato. Né saranno necessarie opere di contenimento del terreno.

In generale gli interventi di spianamento e di livellamento, dovendo essere ridotti al minimo, saranno ottimizzati in fase di direzione lavori.

#### 9.5 Movimenti di terra

Di seguito si riporta un quadro di sintesi delle voci di scavo con relativi volumi di terra movimentata.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>38</b>	<b>53</b>

**CALCOLO VOLUMI DI SCAVO**

	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	N	m <sup>3</sup>
STRADE INTERNE	5454	4	0,4	1	8 726
STRADA PERIMETRALE	35769	4	0,4	1	57 230
CAVIDOTTI CC	46350	0,5	1	1	23 175
CAVIDOTTI BT	21000	0,8	1	1	16 800
CAVIDOTTI MT	48179	1,2	1,2	1	69 378
CAVIDOTTO ILLUM.NE PERIMETRALE	35769	0,3	0,8	1	8 585
FONDAZIONI CABINA DI CAMPO	6	3	0,8	7	101
FONDAZIONI CABINA DI IMPIANTO	6	3	0,8	35	504
<b>TOTALE</b>					<b>184 499</b>

Si precisa che, trattandosi di un sito ubicato in zona agricola, il materiale di risulta degli scavi sarà in parte riutilizzato in sito, mentre il rimanente dovrà essere conferito a idoneo impianto di trattamento.

## 9.6 Scolo acque

Si prevede un sistema di raccolta e incanalamento delle acque piovane. Tale sistema avrà lo scopo di far confluire le acque meteoriche all'esterno del campo seguendo la pendenza naturale del terreno, in modo da prevenire possibili allagamenti.

Il sistema di raccolta sarà allacciato alla rete consortile esistente.

## 10 GESTIONE IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto. La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

- Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
- Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento.

Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS).

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Mar. 2022	40	53



## 11 FASI DI LAVORAZIONE

La realizzazione dell’impianto sarà divisa in varie fasi.

Ogni fase potrà prevedere il noleggio di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabina prefabbricata, ecc.)

A questo proposito è opportuno precisare che non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica pre-esistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

È previsto l’intervento di squadre di operai differenziate a seconda del tipo di lavoro da svolgere.

È previsto l’intervento minimo di 2 squadre per ognuno dei cinque impianti durante la fase di esecuzione.

Verranno impiegati in prima analisi i seguenti tipi di squadre:

- Manovali edili
- Elettricisti
- Montatori meccanici
- Ditte specializzate

Si riporta di seguito una tabella con le fasi principali previste.

A fianco di ogni fase è specificato il tempo di esecuzione stimato ed il tipo di manodopera coinvolta.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>41</b>	<b>53</b>

FASE	Uomini-giorno	N° persone	Tempo [gg lav]	Operatore
<b>AUTORIZZAZIONI</b>				
Rilascio autorizzazioni secondarie	na	na	20,00	Ufficio
<b>OPERE CIVILI</b>				
Esecuzione recinzione provvisoria e allestimento cantiere	357,7	8	44,71	Manovali edili
Sistemazione e pulizia del terreno	959,1	8	119,88	Ditta specializzata
Sbancamento per le piazzole di cabina di campo	74,0	4	18,50	Manovali edili
Tracciamento delle strade interne e perimetrali	218,2	8	27,27	Manovali edili
Realizzazione dei canali per la raccolta delle acque meteoriche	727,2	16	45,45	Manovali edili
Installazione della recinzione definitiva	1788,5	8	223,56	Manovali edili
Posa delle cabine prefabbricate	123,3	4	30,83	Ditta specializzata
Esecuzione scavi per cavidotti MT	1927,2	24	80,30	Manovali edili
Esecuzione scavi per cavidotti BT e di segnale	20,0	28	0,71	Manovali edili
Esecuzione delle infissioni delle strutture di sostegno e livellamenti necessari	1560,3	24	65,01	Manovali edili
Montaggio delle strutture di sostegno	3120,5	40	78,01	Montatori meccanici
Infissione e collegamento dei dispersori dell'impianto di terra	3120,5	40	78,01	Manovali edili
<b>MONTAGGI ELETTROMECCANICI</b>				
Esecuzione dell'impianto di terra e collegamento conduttori di protezione	1198,8	30	39,96	Elettricisti
Posa dei cavi MT	963,6	16	60,22	Elettricisti
Posa dei cavi BT	10,0	16	0,63	Elettricisti
Installazione sostegni impianto illuminazione esterno	1430,8	8	178,85	Manovali edili
Installazione e cablaggio corpi illuminanti	715,4	8	89,43	Elettricisti
Posa dei moduli FV sulle sottostrutture	4707,3	40	117,68	Elettricisti
Posa degli inverters	885,5	40	22,14	Ditta specializzata
Cablaggi dei moduli fotovoltaici	7531,7	50	150,63	Elettricisti
Posa dei cavi di segnale	5,0	16	0,31	Elettricisti
Montaggio trasformatori, quadri MT e BT cabina di campo e di impianto	246,7	6	41,11	Elettricisti
Cablaggi all'interno delle cabine	370,0	6	61,67	Ditta specializzata
Posa e cablaggio cancelli elettrici	52,0	3	17,33	Manovali edili
Completamento e verifica montaggi	25,0	6	4,17	Elettricisti
<b>REALIZZAZIONE STAZIONE DI UTENZA</b>				
Sbancamenti	18,75	3	6,25	Manovali edili
Scavi	750,00	4	187,50	Manovali edili
Fondazioni	1 500,00	6	250,00	Manovali edili
Montaggi meccanici	50,00	4	12,50	Ditta specializzata
Realizzazione fabbricato comando e controllo	125,00	6	20,83	Manovali edili
Installazione quadro generale MT	10,00	4	2,50	Elettricisti
Collegamenti di potenza	200,00	4	50,00	Elettricisti
Collegamenti di segnale	133,33	4	33,33	Elettricisti
Sistema comando e controllo	100,00	4	25,00	Elettricisti
Viabilità e sistemazioni esterne	150,00	4	37,50	Manovali edili
Recinzione	32,00	4	8,00	Manovali edili
<b>REALIZZAZIONE COLL. AT ALLA STAZ. DI RETE</b>				
Scavi	509,60	4	127,40	Manovali edili
Posa cavi	637,00	4	159,25	Elettricisti/edili
Reinterri e ripristini	849,33	4	212,33	Manovali edili
<b>VERIFICHE, PROVE, COLLAUDI</b>				
Verifiche sull'impianto di terra	239,8	8	30,0	Elettricisti
Collaudo degli impianti tecnologici e servizi ausiliari	463,2	8	57,9	Ditta specializzata
Primo collaudo funzionale e di sicurezza (prove in bianco)	80,0	12	6,7	Direzione lavori
Prova di produzione	80,0	12	6,7	Direzione lavori
Installazione dei gruppi di misura	15,0	4	3,8	TERNA
Intervento dell'UTF	10,0	4	2,5	UTF
Collaudo finale	60,0	12	5,0	Direzione lavori
Messa in esercizio	30,0	10	3,0	Ditta specializzata

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>42</b>	<b>53</b>

La realizzazione del solo impianto FV è prevista complessivamente in circa 30-35 mesi. La realizzazione del collegamento AT alla stazione di rete è prevista in circa 17-19 mesi.

### 11.1 Dettaglio fasi di cantiere

Di seguito sono descritte le principali fasi di lavorazione che possono incidere significativamente nella realizzazione dell'opera.

#### 11.1.1 Montaggio del cantiere

I lavori per la realizzazione dell'opera non sono tali da comportare un allestimento di cantiere particolarmente complesso. In particolare le attrezzature e impianti da allestire in ciascuna delle tre aree saranno costituite da:

- 7 o 8 Container attrezzati per la funzione di uffici, uno per la Direzione Lavori e uno o due per le principali imprese appaltatrici
- 3 container uso magazzino per le imprese appaltatrici
- 8 bagni chimici
- N°2 depositi acqua da 1000 litri per acqua di cantiere
- Recinzione provvisoria di cantiere
- Allaccio provvisorio rete BT di cantiere
- Scarrabili per la raccolta degli imballaggi (rifiuti)

L'attrezzaggio del cantiere richiederà un minimo di preparazione dell'area di posizionamento dei container mediante eventuale spianatura del terreno realizzata con mezzi di movimento terra.

#### 11.1.2 Realizzazione recinzione definitiva

La recinzione definitiva dell'impianto viene realizzata come prima opera in maniera tale da delimitare le aree di lavoro. La recinzione viene realizzata, previo picchettamento, mediante piccoli scavi di fondazione in cui vengono cementati i paletti di sostegno della recinzione tipo orso grill. Successivamente viene montata la recinzione di tamponamento mediante operazioni manuali.

Il lavoro viene realizzato con piccole carotatrici e cemento prodotto con betoniere da cantiere.

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	Mar. 2022	43	53

### 11.1.3 Realizzazione strade

Ciascuna strada sarà realizzata mediante rimozione di uno strato di circa 45 cm di terreno, formazione di una massicciata di spessore intorno ai 30 cm e successivo riempimento con breccia. La strada avrà una larghezza intorno ai 4 metri con degli slarghi in corrispondenza delle cabine per permettere le manovre dei mezzi utilizzati per la posa delle cabine stesse. Inoltre lungo tutto il perimetro interno della recinzione è prevista la realizzazione di uno scavo di 30 cm con successivo riempimento con stabilizzato e breccia per permettere il passaggio di piccoli mezzi (furgoncini) per gli interventi di manutenzione ordinaria. Per entrambe le tipologie di strade saranno utilizzati inerti vergini tali da garantire anche un aspetto visivo adeguato per i tracciati. La realizzazione delle strade richiede l'utilizzo di ruspe ed escavatori per l'esecuzione di scavi e del rullo compressore per il compattamento della strada.

### 11.1.4 Approvvigionamento materiali

L'attività di approvvigionamento dei materiali è significativa, soprattutto in riferimento a:



- Materiali per strutture di sostegno
- Cabine di campo e di impianto
- Moduli fotovoltaici
- Inerti per opere edili

La tabella seguente riporta, in funzione della singola tipologia di fornitura, il tipo di trasporto previsto e il numero di viaggi necessario al suo completamento.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>44</b>	<b>53</b>



Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Strutture portanti	Con Autoarticolato 	Estero	400
Cabine prefabbricate	Trasporto mediante rimorchio piatto. Un viaggio per ogni base e uno per ogni “set” per assemblaggio della cabina di impianto o di campo. 	Italia/Estero	47

Fornitura	Tipologia Trasporto	Provenienza	n. Viaggi
Moduli	<p>Per i moduli si devono prevedere container da 12,2 x 2,45 x 2,6 metri di altezza.</p> <p>In questo modo per ogni viaggio vengono trasportati circa 700 moduli.</p> 	Estero	550
Inerti	<p>Gli inerti necessari per la realizzazione delle strade saranno approvvigionati da ditte locali e trasportati con mezzi specializzati.</p> <p>Si considera che un mezzo può trasportare circa 22 metri cubi di inerti. Nel calcolo del numero di viaggi occorre tenere conto che il materiale di risulta degli scavi verrà riutilizzato solo in parte; il rimanente verrà pertanto conferito ad idoneo impianto di trattamento.</p> 	Locale	3000

Partendo dal presupposto che per motivi di sicurezza il numero medio di viaggi/giorno dei mezzi pesanti non possa superare un valore di 35-40 viaggi/giorno per ciascuna delle 4 aree, si stima che la consegna dei materiali e la movimentazione terra occupi un periodo complessivo della durata di circa 90-100 giorni lavorativi.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>46</b>	<b>53</b>

Dei materiali approvvigionati solamente i moduli presentano degli imballaggi (box) di cui è necessaria la gestione ai sensi della normativa sui rifiuti. In particolare, i moduli sono imballati in cartoni del peso di circa 36 kg poggiati su un bancale di legno (12 kg) e fissati esternamente con un film termoretraibile.



Ipotizzando che il numero di box contenuti in ogni container sia pari a 10, gli imballaggi in cartone saranno dunque stimabili intorno a 6000 unità, per un peso complessivo di circa 216.000 kg di cartone e 72.000 kg di pancali di legno.

#### 11.1.5 Lavori preliminari elettrici

I lavori preliminari elettrici sono essenzialmente costituiti dalla realizzazione dei cavidotti interrati.

Vengono realizzati gli scavi per i cavidotti, posato uno strato di sabbia e sopra ad esso i tubi in PVC per il passaggio dei cavi. Quindi lo scavo viene riempito con inerti utilizzando piccoli escavatori.

Le materie prime utilizzate, oltre ai canali e ai cavi elettrici sono costituite dalla sabbia per la preparazione del fondo dello scavo. I quantitativi sono comunque molto ridotti.

#### 11.1.6 Cabine di campo e cabine di impianto

Le cabine di campo e di impianto sono di tipo prefabbricato. Per il loro posizionamento vengono eseguiti degli scavi per l'alloggiamento della base della cabina integrata con una vasca per la raccolta di eventuali perdite di olio dai trasformatori.

Sul fondo dello scavo viene realizzato uno strato di “magrone” per garantire la stabilità della cabina stessa.

La posa delle cabine, sia nel caso che arrivino già assemblate che nell'ipotesi di assemblaggio sul posto avviene con due mezzi affiancati, quello di trasporto e quello munito di gru. Questo giustifica la necessità di ampi spazi di manovra di fronte alle varie cabine.

073.20.01.R.02	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>47</b>	<b>53</b>



### 11.1.7 Montaggio strutture e posa moduli

Il montaggio delle strutture e dei moduli è la fase che ha una durata temporale maggiore. Tale fase consta sostanzialmente di due attività principali di cui una basata sull'utilizzo di macchinari per il fissaggio nel terreno dei profili portanti dei pannelli e una prettamente manuale che prevede il montaggio delle strutture di sostegno dei moduli al disopra dei profili portanti e il fissaggio dei moduli stessi.

La fase che prevede l'utilizzo del battipali è certamente quella cui possono essere associati aspetti ambientali in quanto la macchina produce rumore ed è munita di un motore a scoppio con necessità di gasolio e presenza di oli idraulici.

Il rumore emesso dalla battipali raggiunge normalmente valori intorno ai 90 dBA ad un metro di distanza dalla macchina.



<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>48</b>	<b>53</b>



### 11.1.8 Lavori elettricista

I lavori elettrici sono sostanzialmente legati al cablaggio dei moduli già montati sulle strutture e all'allestimento dei vari quadri elettrici e cabine di campo. Tali attività vengono svolte manualmente e dal punto di vista ambientale comportano solamente la produzione di modeste quantità di spezzoni di cavo e imballaggi derivanti dai materiali utilizzati.

### 11.1.9 Smantellamento cantiere

Lo smantellamento del cantiere consiste nell'eliminazione delle strutture provvisorie costituite dai container uffici e magazzino, da bagni chimici e dagli "scarrabili" per il deposito temporaneo dei rifiuti.

Verranno inoltre rimosse tutte le attrezzature e i materiali utilizzati per la fase di cantierizzazione e dismessi gli allacci temporanei di acqua e corrente.

Le attività richiedono l'accesso al cantiere dei mezzi per il carico delle attrezzature.

<b>073.20.01.R.02</b>	01	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>49</b>	<b>53</b>



### 13 MANUTENZIONE

Qui di seguito vengono riportate le operazioni di manutenzione, con relativa periodicità ed indicazione del personale richiesto per espletare tali attività, per ogni componente di rilievo dell'impianto fotovoltaico:

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza
<b>PANNELLI FOTOVOLTAICI</b>	Ispezione visiva del campo fotovoltaico e verifica grado di opacizzazione dell'incapsulante	<b>GENERICO</b>	<b>SEMESTRALE</b>
	Controllo danni ai moduli (danneggiamento, incrinatura, shock termici ai vetri) e alle cornici di sostegno (usura, ecc.)		
	Verifica presenza di accumuli di sporcizia (foglie in autunno, neve d'inverno, escrementi di uccelli...)		
	Rimozione della sporcizia con getti di acqua	<b>ELETTRICISTA</b>	
	Misurazione del valore di tensione per ogni stringa di moduli e verifica uniformità		
	Verifica dello stato della scatola di giunzione		
	Verifica del serraggio dei connettori stagni		
Verifica presenza cavi strappati o danneggiati da animali (compresi quelli dei moduli)			
<b>INVERTERS</b>	Verifica assenza di danneggiamenti all'eventuale armadio di contenimento	<b>GENERICO</b>	<b>TRIMESTRALE</b>
	Verifica assenza di infiltrazioni d'acqua e formazione di condensa all'interno		
	Controllo efficienza ed integrità sistemi di ventilazione forzata		
	Verifica dei parametri (tensione, corrente, potenza) ed il valore di produzione energetica	<b>ELETTRICISTA</b>	
	Prove di simulazione del distacco dell'alimentazione di rete		
	Ulteriori controlli specifici come da manuale costruttore		
<b>STRUTTURE DI SOSTEGNO</b>	Verifica assenza di deformazioni e/o particolari alterazioni, assicurandosi che l'azione del vento o della neve non abbia provocato modifiche o piegature anche lievi alla geometria dei profili.	<b>GENERICO</b>	<b>SEMESTRALE</b>
	Verifica dello stato di corrosione e della zincatura		
<b>CAVIELETTRICHE CAVIDOTTI</b>	Verifica eventuale variazione di colorazione dei cavi, presenza bruciature o abrasioni per usura o stress termici	<b>GENERICO</b>	<b>SEMESTRALE</b>
	Verifica dell'integrità meccanica dei cavidotti e della colorazione delle condotte in PVC		
	Verifica del corretto fissaggio delle canalizzazioni e dei tubi agli ancoraggi		
<b>IMPIANTO DI MESSA A TERRA</b>	Controllo stato di ossidazione e continuità elettrica dei dispersori	<b>ELETTRICISTA</b>	<b>ANNUALE</b>
	Ingrassaggio delle giunzioni meccaniche dei dispersori		
	Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione principali		
	Misura del valore di resistenza di terra		<b>BIENNALE</b>
<b>Apparecchiatura</b>	<b>Attività/impianto</b>	<b>Addetto</b>	<b>Frequenza</b>

Apparecchiatura	Attività/impianto	Addetto	Frequenza	
<b>DISPOSITIVI DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI</b>	Controllo strumentale della resistenza di isolamento degli SPD, dell'integrità delle cartucce e della loro corrente di dispersione	<b>ELETRICISTA</b>	<b>ANNUALE</b>	
	Controllo strumentale della continuità dei conduttori di messa a terra degli SPD			
<b>QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE E CONTATTORI</b>	Controllo assenza anomalie e/o allarmi, compresa eventuale sostituzione lampade spia e segnalazione	<b>ELETRICISTA</b>	<b>MENSILE</b>	
	Controllo e/o prova funzionamento e registrazione lettura apparecchiature di misura			
	Verifica assenza e rimozione parti estranee			
	Pulizia apparecchiature, carpenteria		<b>SEMESTRALE</b>	
	Controllo a vista connessioni elettriche, morsetti, teste dei cavi, connessioni dei PE, targhettature e simboli di identificazione, presenza di punti di riscaldamento localizzati			
	Controllo visivo sistema di messa a terra			
	Controllo efficienza ed integrità guarnizioni quadro elettrico			
	Contr. visivo protez. da contatti accidentali parti in tensione			
	Controllo efficienza ed integrità contattori			
	Verifica strumentale funzionamento/regolazione dispositivi di protezione differenziale			
	Verifica del corretto funzionamento della protezione e del dispositivo di interfaccia			
	Pulizia sbarre e contatti elettrici di comando ed ausiliari			<b>ANNUALE</b>
	Controllo serraggio morsetti			
	Controllo e/o prova funzionamento circuiti ausiliari			
	Prova meccanica dei dispositivi di manovra			
Verifica strumentale equilibratura carico				
<b>CELLA DI MEDIA TENSIONE DI MISURA</b>	Controllo efficienza ed integrità lampade illuminazione e spia interno box / celle	<b>GENERICO</b>	<b>SEMESTRALE</b>	
	Pulizia apparecchiature	<b>ELETRICISTA</b>	<b>ANNUALE</b>	
	Controllo a vista teste di cavo			
	Controllo serraggio morsetti			
	Lubrificazione e/o ingrassaggio cinematismi degli organi di manovra			
Manutenzione programmata della cabina di campo, ai sensi della norma CEI 0-15				

## 14 DISMISSIONE

Si prevede una vita utile dell’impianto non inferiore ai 35 anni.

A fine vita dell’impianto è previsto l’intervento sulle opere non più funzionali attraverso uno dei modi seguenti:

- totale o parziale sostituzione dei componenti elettrici principali (moduli, inverter, trasformatori, ecc.), oppure:
- smantellamento integrale del campo e riutilizzo del terreno per altri scopi.

In caso di smantellamento dell’impianto, i materiali tecnologici elettrici ed elettronici verranno smaltiti secondo direttiva 2002/96/EC: WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) – direttiva RAEE – recepita in Italia con il Dlgs 151/05 e modificato dalla legge 221, 28 dicembre 2015.

Il prodotto più tecnologicamente sviluppato e maggiormente presente in peso nel campo è il modulo fotovoltaico: è stata istituita un’associazione/progetto di produttori di celle e moduli fotovoltaici, chiamata PV-Cycle. L’associazione consta al momento più di 40 membri tra i maggiori paesi industrializzati, tra cui TOTAL, SHARP, REC e molti altri giganti del settore. Il progetto si propone di riciclare ogni modulo a fine vita. Il costo dell’operazione è previsto da sostenersi a cura dei produttori facenti parte dell’associazione.

Maggiori informazioni sono disponibili all’URL: <http://www.pvcycle.org/>

Per le ragioni appena esposte lo smaltimento/riciclaggio dei moduli non rappresenterà un futuro problema.

Prodotti quali gli inverter, i trasformatori BT/MT, ecc., verranno ritirati e smaltiti a cura del produttore.

Essendo prevista la completa sfilabilità dei cavi, a fine vita ne verrà recuperato il rame e smaltiti i rivestimenti in mescole di gomme e plastiche.

Le opere metalliche quali i pali di sostegno delle strutture, la recinzione, i pali perimetrali e le strutture in acciaio e Fe zincato verranno recuperate. Le strutture in Al saranno riciclabili al 100%.

I materiali edili (i plinti di pali perimetrali, la muratura delle cabine) in calcestruzzo, verranno frantumati e i detriti verranno e riciclati come inerti da ditte specializzate.

Per ulteriori approfondimenti in merito alle opere di dismissione dell’impianto fotovoltaico si rimanda alla relazione specialistica dedicata.

<b>073.20.01.R.02</b>	1	EMISSIONE	Data-Date.	Pag.	TOT.
SIGLA-TAG	REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	<b>Mar. 2022</b>	<b>53</b>	<b>53</b>