

ALLEGATO TECNICO

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 74,80 kW_p

Presso	Capannone XXXXXXXX XXXXXXXXXX
Committente	XXXXXXXX
Data	18 dicembre 2007
Progettista	

Sommario

1. RELAZIONE DESCRITTIVA	3
1.1 Premessa	3
1.2 Oggetto e valenza dell'iniziativa.....	3
1.4 Dati di progetto	5
1.5 Descrizione del capannone e dell'impianto FV da realizzare.....	7
2. RELAZIONE TECNICA.....	8
2.1 Calcoli preliminari	8
2.2 Architettura del sistema e connessione alla rete.	8
2.3 Campo fotovoltaico.....	9
2.4 Convertitore CC/CA (Inverter).	9
2.5 Quadri elettrici.	10
2.6 Cablaggio elettrico.	11
2.7 Configurazione elettrica del generatore fotovoltaico.....	12
2.8 Quadro di interfaccia.....	12
2.9 Centralina di supervisione dell'impianto	12
ALLEGATI.....	13
All. 1 Disposizione dei moduli FV sul tetto.....	13
All. 2 Tipologia connessione moduli	14
All. 3 Scheda tecnica impianto FV e componenti.....	15
All. 4 Schema elettrico unifilare dell'impianto fotovoltaico.	16

1. RELAZIONE DESCRITTIVA

1.1 Premessa

L'impianto denominato "Fotovoltaico XXXXXXXX", oggetto del presente documento, consente di produrre un quantitativo annuo significativo di energia elettrica proveniente da fonte fotovoltaica, sfruttando la copertura di una falda (quella orientata a 45° Sud-Oest) con inclinazione a 20° del tetto del capannone aziendale sito a XXXXXXXX (XX).

1.2 Oggetto e valenza dell'iniziativa

Il presente documento costituisce il progetto preliminare di un impianto fotovoltaico di **74,80 kW_p**. L'impianto è del tipo "parzialmente integrato architettonicamente" e presenta una producibilità media di oltre 106.000 kWh/anno, risultato ottenuto basandosi:

- sui dati UNI di irradiazione al suolo per la provincia di Vibo Valentia, riferiti all'orientamento e all'inclinazione dei moduli fotovoltaici sull'immobile suddetto.
- sull'utilizzo moduli di componentistica di fabbricazione tedesca di elevate qualità, prestazioni e costanza nel tempo.

Tale produzione di kWh elettrici da fonte fotovoltaica rappresenta un piccolo ma significativo contributo alla salvaguardia dell'ambiente e del clima in quanto equivale alla mancata emissione in aria di circa 68 tonnellate di anidride carbonica altrimenti prodotte dal mix elettrico italiano. In generale l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. l'impatto visivo);
- il possibile utilizzo per l'installazione dell'impianto di superfici marginali (tetti, solai, terrazzi, ecc.).

1.3 Requisiti di rispondenza a norme, leggi, regolamenti

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dalla Legge n. 46 del 5 marzo 1990. Rimane tuttora valido, sotto il profilo generale, quanto prescritto dal DPR 547/55 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".

Le caratteristiche dell'impianto stesso, nonché dei relativi componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

In particolare l'impianto risponderà ai requisiti richiesti dal D.M. del 19/02/2007 e potrà usufruire dei relativi **incentivi derivanti dal "Conto Energia"**.

1.4 Dati di progetto

I dati riportati nel seguito risultano strutturati e suddivisi secondo quanto previsto nella Guida CEI 0-2.

Tabella 1- Dati di progetto di carattere generale

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
1.1	Committente	XXXXXXX S.r.l	
1.2	Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione	
1.3	Vincoli progettuali da rispettare	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Come da normativa CEI 64-8 ▪ Interfacciamento alla rete consentito nel rispetto delle norme CEI ▪ Inserimento parzialmente integrato dei moduli sul tetto del Capannone aziendale 	
1.4	Informazioni di carattere generale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sito raggiungibile con strada asfaltata ▪ Presenza di spazio disponibile coperto e non per i materiali di cantiere 	

Tabella 2- Dati di progetto relativi all'utilizzazione degli edifici

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
2.1	Destinazione d'uso	Capannone aziendale	
2.2	Tipo d'intervento richiesto	Nuovo Impianto	
2.3	Barriere architettoniche	Di basso profilo	
2.4	Caratteristiche area di installazione	Tetto a falda	

Tabella 3- Dati di progetto relativi alle influenze esterne

Pos.	Dati	Valori stabiliti	Note
3.1	Zona climatica	E	
3.2	Radiazione solare	(vedere tabella 4)	
3.3	Altitudine media (s.l.m.)	1000 m s.l.m.	
3.4	Latitudine	38° 36' N	
3.5	Longitudine	16° 20' E	
3.6	Condizioni del terreno: Carico specifico ammesso (N/m ²) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Livello della falda freatica (m) ▪ Profondità della linea di gelo ▪ Resistività elettrica del terreno (Ωm) ▪ Resistività termica del terreno 	Non applicabili	
3.7	Dati relativi al vento <ul style="list-style-type: none"> ▪ Direzione prevalente ▪ Massimo velocità progetto ▪ Pressione del vento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ovest ▪ 27 m/s ▪ 114 kg/m² 	D.M. 16 Gennaio 1996 e CIRC. 4/7/96 N. 156
3.8	Effetti sismici	La struttura risulta ubicata in zona sismica con sismicità alta	Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 Deliberazione di Giunta Regionale n. 5447 del 7 novembre 2002
3.9	Ombre	Assenti	
3.10	Carico da neve	3,30 kN/m ²	D.M. 16 Gennaio 1996 e CIRC. 4/7/96 N. 156

Impianto	FV XXXXXXXX	
Comune	XXXXXXX (XX)	
Potenza		74,80 kWp
Irraggiamento UNI 10349 sul piano moduli		1.795 kWh/m ² annui
<i>perdite ombreggiamento-rifless.-polluz.</i>		3%
<i>rendimento componenti impianto (cautelativo)</i>		81,5%
rendimento complessivo (cautelativo)		79,0%
Producibilità netta UNI 10349		1.419 kWh/kWp annui
Energia producibile annua		106.141 kWh/anno
Emissioni CO2 evitate		68.060 kg/anno

Tabella 4 - Irraggiamento solare globale e producibilità dell'impianto FV.

1.5 Descrizione del capannone e dell'impianto FV da realizzare.

I pannelli fotovoltaici saranno installati sulla falda (inclinata a 20°) del tetto del capannone aziendale, con orientamento a 45° Sud-Ovest, la cui superficie complessiva è 600 m² circa. I pannelli verranno fissati alla falda in maniera ad essa complanare.

La fornitura in opera comprende: i supporti per la sistemazione dei moduli, i pannelli fotovoltaici, gli inverter per la conversione dell'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico in energia che possa essere immessa in rete e i quadri elettrici contenenti tutti i dispositivi di manovra e protezione dell'impianto. Dall'analisi della struttura non si sono evinti particolari problemi inerenti a valori di portanza della copertura, prendendo in considerazione, oltre al peso dei moduli fotovoltaici, anche il valore della pressione del vento calcolato come descritto nel DM 16 gennaio 1996.

I suddetti componenti possono essere rimossi in caso di necessità.

2. RELAZIONE TECNICA

2.1 Calcoli preliminari

Nel caso dell'impianto fotovoltaico in questione, la superficie complessivamente interessata risulta pari a circa 600 m². Ipotizzando l'impiego di **340 moduli**, ciascuno di superficie captante lorda prossima ad 1,64 m² e potenza nominale pari a 220 W_p, si ottiene una potenza nominale complessiva installabile pari a circa **74,80kW_p**.

L'impianto presenta di conseguenza una producibilità media di oltre 106.000 kWh/anno; tale produzione di kWh elettrici da fonte fotovoltaica determina la mancata emissione in aria di circa 68 tonnellate di anidride carbonica altrimenti prodotte dal mix elettrico italiano.

Verificato che tale dimensione d'impianto è compatibile con gli spazi disponibili, si è proceduto alla definizione dell'architettura del sistema e al dimensionamento definitivo di tutti i componenti dell'impianto.

2.2 Architettura del sistema e connessione alla rete.

Nella figura 1 si riporta lo schema a blocchi per impianti FV collegati alla rete elettrica di distribuzione i cui principali componenti sono:

- campo fotovoltaico;
- quadro di parallelo (Q.P.);
- convertitore cc/ca (inverter);
- quadro di interfaccia alla rete (Q.I.).

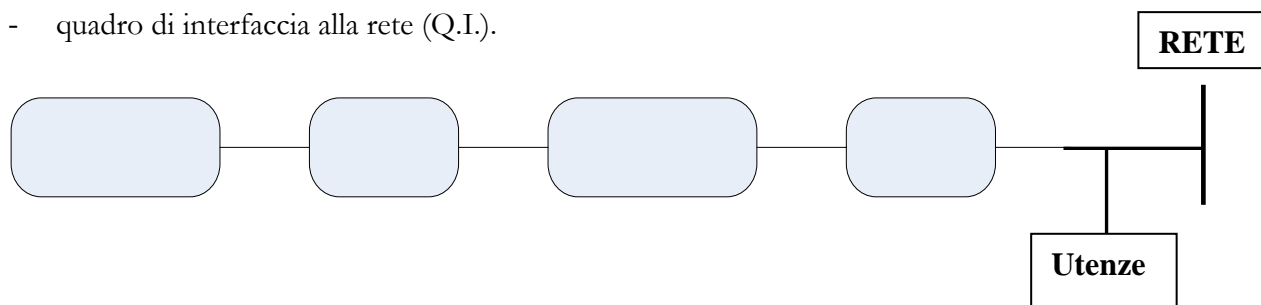


Figura 1-Architettura del sistema

2.3 Campo fotovoltaico.

Da una analisi di mercato tesa a valutare le caratteristiche dei moduli in vendita, si fa riferimento a moduli fotovoltaici della primaria ditta tedesca ALEO, tipo **ALEO S-18/220**, ad alto rendimento, di cui si riportano le caratteristiche elettriche misurate in condizioni standard e le caratteristiche dimensionali.

Caratteristiche elettriche

Tipo di modulo	Silicio policristallino
Potenza di picco	220 Wp
Tensione a vuoto	36,40 V
Corrente di corto circuito	8,22 A
Tensione al punto di massima potenza	28,80 V
Corrente al punto di massima potenza	7,64 A
Tensione massima di sistema	1000 V

Caratteristiche dimensionali

Dimensioni modulo	1660 x 990 x 50 mm.
Peso	21 kg
Densità di potenza	133,86 W _p /m ²

CERTIFICAZIONE secondo lo standard europeo IEC 61215

Classe di protezione: II

Al fine di ottenere la potenza nominale prevista di 74,80kW_p, sono necessari **340 moduli**, del tipo sopra indicato, collegati in serie-parallelo.

Sulla base delle caratteristiche di tensione al punto di massima potenza dei moduli, delle specifiche elettriche dell'ingresso dell'inverter scelto e della potenza prevista è necessario collegare in **serie 20 moduli** per stringa per un totale **di 17 stringhe**.

Da tale scelta progettuale risulta che la tensione di stringa, in condizioni STC (25 °C), è pari a 576 V; le correnti di stringa sono rispettivamente pari a 7,64 Ampere al punto di massima potenza e 8,22 Ampere in condizioni di corto circuito.

2.4 Convertitore CC/CA (Inverter).

Nel progetto "Fotovoltaico XXXXXXXX" si è scelta la soluzione con un convertitore (inverter) al cui ingresso è collegato un campo fotovoltaico composto da 17 stringhe ciascuna da 20 moduli.

In base alla potenza del generatore fotovoltaico si fa riferimento ad un inverter della primaria ditta italiana Elettronica Santerno modello **Sunway TG82 800V**, che presenta le caratteristiche riportate nella tabella 5.

Tensione massima a vuoto VdC	880 V
Tensione d'ingresso, campo MPP	430-760 Vcc
Potenza di picco campo FV	81,5kW
Potenza massima di uscita	69 kW
Potenza nominale di uscita	62,7 kW
Corrente nominale di uscita	90,5 A
Rendimento europeo	95,3%
Fattore di potenza	=1
Dimensioni (l x h x p) (cm)	1000/2256/800
Peso	670 kg

Tabella 5-Caratteristiche dell'inverter

L'inverter presenta una distorsione armonica massima inferiore al 3%. L'inverter è dotato di dispositivo di interfaccia costituito da: protezione contro le sovratensioni lato CC e CA, resistenza ai corto circuiti CA, protezione contro l'inversione di polarità, controllo rete, separazione galvanica mediante un trasformatore.

Questo inverter è un dispositivo conforme alla DK 5940 ed. 2.2 (ed. XIV del 30 agosto 2007).

2.5 Quadri elettrici.

Nei quadri in corrente continua (quadro di parallelo) si ha presenza di tensione tra 452 V (con temperatura celle 75°C) e 650 V (con temperatura celle -5°C); nel presente progetto il valore di tensione si aggira intorno a 576 Volt in condizioni STC. E' opportuno inserire per ogni stringa le protezioni da ricircolo di corrente (diodi di blocco opportunamente dimensionati), quelle da sovratensione indotta (scaricatori) ed un organo di sezionamento (morsetti sezionabili). A questi componenti verrà aggiunto in uscita un organo di interruzione generale in grado di aprire la corrente continua che rileva la perdita d'isolamento della sezione in continua attinente a quel quadro. I contenitori dei quadri di parallelo in continua avranno prestazioni termiche adeguate alla presenza di elementi semiconduttori interni (diodi di blocco, dissipazione di qualche watt per tutte le ore di funzionamento).

Il quadro in corrente alternata contiene il dispositivo generale costituito da interruttori magnetotermici di linea nonché dall'interruttore generale.

I quadri elettrici impiegati rispondono alle buone norme di realizzazione raccolte nella normativa EN 60439-1 (CEI 17-31) e la norma CEI 17-43.

2.6 Cablaggio elettrico.

I cavi usati nella sezione in continua, specifici per impianti fotovoltaici, lungo la stringa fino al quadro sono soggetti ad una corrente massima di 7,64 A e ad una tensione di stringa massima a circuito aperto pari a circa 802 Volt (a $T = -5^{\circ}\text{C}$). In questa configurazione i cavi usati nella sezione in continua hanno caratteristiche spinte (doppio isolamento, anti UV, flessibilità) e conformità a specifiche ENEA oltre a norme CEI 20 –19 (“Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”) ed CEI 20 – 20 aventi le seguenti specifiche:

- Cavi del tipo unipolare per i circuiti di potenza in conversione distribuita;
- Cavi di tipo autoestinguento e non propagante l'incendio;
- Estremità dei cavi con capicorda e morsetti standard di sezione adeguata al cavo.

Tipo di cavo usato per le singole stringhe: cavo solare TICO 6 mm²

Verranno installati tubi e/o passerelle portacavi per la protezione meccanica dei cavi nelle discese, garantendo, per il collegamento cavi ai quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi. Conoscendo la lunghezza dei cavi è stata determinata la sezione degli stessi ricordando di contenere la potenza perduta sulla linea in $\Delta P < 1\%$ e considerando di prendere la prima tipologia di cavo adeguata e disponibile sul mercato.

Una volta scelte le sezioni dei conduttori di potenza S [mm²], si sono successivamente dimensionate le sezioni minime dei conduttori di protezione S_p rispettando le indicazioni riportate nella tabella 3, ai sensi delle norme internazionali IEC 60364 – 7 – 712 inserendo un interruttore differenziale di tipo B, sensibile quindi alla corrente continua, realizzato in conformità delle norme IEC 60755 – 2.

Sezione dei conduttori di potenza S [mm ²]	Sezione minima del conduttore di protezione S_p [mm ²]
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabella 6 - sezione dei conduttori

2.7 Configurazione elettrica del generatore fotovoltaico

Il sistema in corrente continua dell'impianto comprende tutte le apparecchiature elettriche che vanno dal generatore fotovoltaico al ponte di conversione del convertitore CC/CA (inverter). Nel presente progetto l'impianto fotovoltaico risulta inserito in un sistema elettrico di media tensione e quindi i sistemi di conduttori attivi, il modo di collegamento a terra e i quadri elettrici contenenti i dispositivi di manovra e protezione dell'impianto sono tutti elementi scelti in modo tale da essere compatibili con le specifiche elettriche relative ai collegamenti in MT. L'impianto fotovoltaico denominato "Fotovoltaico XXXXXXX" appartiene ai sistemi di I Categoria (tensione < 1000 V in c.a. o 1500 V in c.c.) ai sensi di CEI 11 -20. Per ciò che attiene al modo di collegamento a terra l'impianto risponde al collegamento di tipo IT ai sensi della Norma CEI 64 - 8/3.

Nei suddetti impianti il collegamento a terra previsto è quello di un sistema con tutte le parti attive isolate da terra, mentre le masse dell'impianto sono collegate a terra collettivamente o separatamente.

2.8 Quadro di interfaccia

Dato che la potenza immessa in rete risulta superiore a 50 kW l'operazione di collegamento alla rete elettrica del Gestore deve essere fatta sulla rete MT; ciò richiede necessariamente una cabina di trasformazione con trasformatore elevatore 380/20kV e relativi dispositivi di protezione ed interruzione.

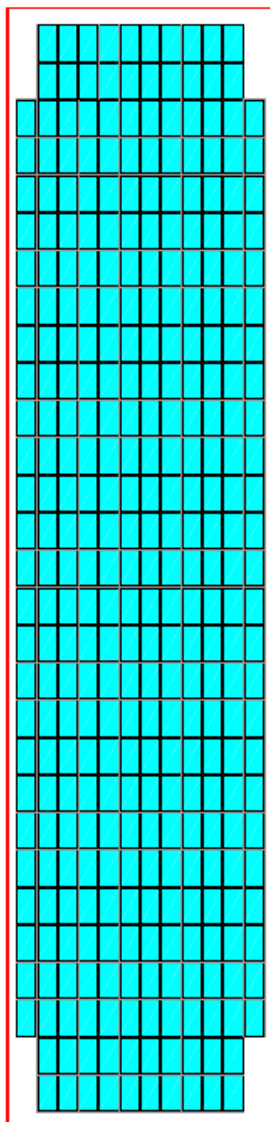
2.9 Centralina di supervisione dell'impianto

La supervisione dell'impianto, a mezzo di display posseduto dagli inverter, permetterà il monitoraggio in tempo reale dei parametri ambientali e di funzionamento relativi all'impianto. La conseguente valutazione delle condizioni operative dell'impianto consentirà l'individuazione immediata di anomalie di funzionamento e la relativa segnalazione per interventi mirati in tempi rapidi.

ALLEGATI

All. 1 Disposizione dei moduli FV sul tetto

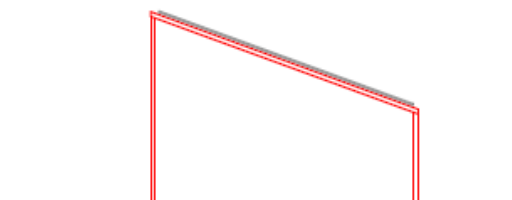
Pianta



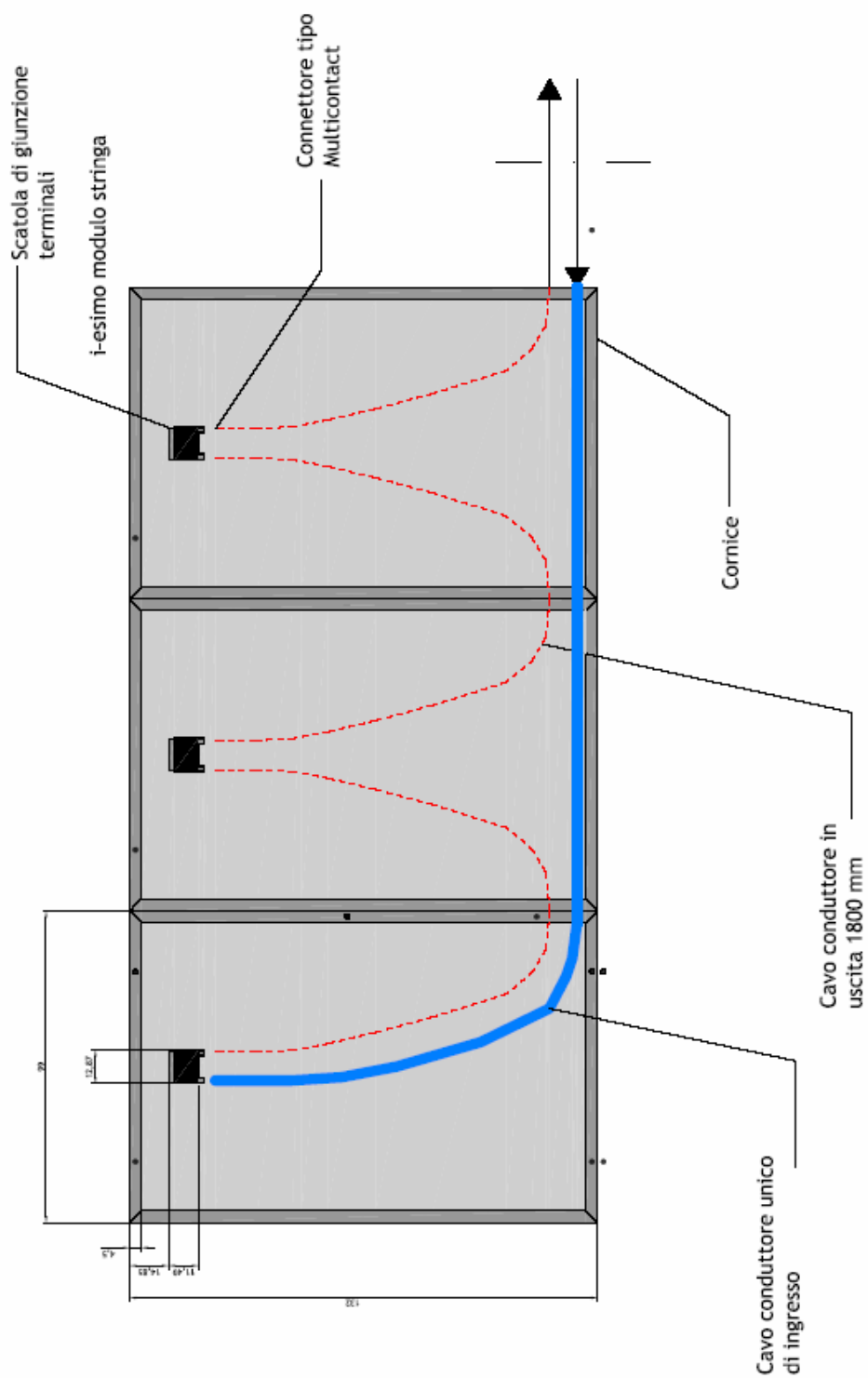
No. Moduli: AltecSI8-220 - 340
Potenza Impianto FV = 74,80 kWp



45° Sud Ovest



All. 2 Tipologia connessione moduli



All. 3 Scheda tecnica impianto FV e componenti

N° di moduli per stringa: 17 - 21		N° stringhe in parallelo: 1 - 1000		N° inverter in parallelo:	
20		17		1	
Numero totale di moduli	Superficie dell'impianto (mq)			Potenza di stringa (W)	Potenza effettiva impianto (W)
340	558,8			4400	74800
Tensione di stringa a 25°C (V)	Tensione di stringa a -5°C	Tensione di stringa a 50°C	Tensione di stringa a 75°C	Tensione di stringa a vuoto a -5°C	
576	650,3	514,1	452,2	802,3	
Tensione di stringa a vuoto a 25°C	Corrente max generatore FV (A)	Potenza massima inverter (W)	Nominal power ratio (%)		
728	129,88	74800	103,6		

All. 4 Schema elettrico unifilare dell'impianto fotovoltaico.
