

# PROGETTO ESECUTIVO

Oggetto:

## RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 19,98kWp

Commitente:

**KOOPMAN INTERNATIONAL BV**  
20080 OZZERO (MI) - via dell'Industria 4



Studio Tecnico  
Impianti Elettrici  
Negri Per. Ind. Giovanni  
Ozzero, 12.04.2017  
tavola: Rte/001  
archivio: D/2017

## DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 19,98 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	KOOPMAN INTERNATIONAL BV
Indirizzo:	20080 OZZERO (MI) - via dell'Industria 4
Telefono:	029407901
Fax:	029400072

## SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto "KI-Industria4-Ozzero" presenta le seguenti caratteristiche:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	20080 OZZERO (MI) - via dell'Industria 4
Latitudine:	045°21'47"
Longitudine:	008°54'39"
Altitudine:	120 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	0 %

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*: in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

## DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatore fotovoltaico composto da n° 74 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione: "Su edificio".

La potenza nominale complessiva è di 19,98kWp per una produzione di 24.107,5kWh annui distribuiti su una superficie piana di circa 325m<sup>2</sup>.

Modalità di connessione alla rete "Trifase in Bassa tensione" con tensione di fornitura 400 V.

## EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	16,90 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	21,27 kg
Polveri:	0,75 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	12,57 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico):	0,74 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	0,14 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	6,03 TEP

## RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località di Abbiategrasso (MI) che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Ozzero.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	4,1	127,1
Febbraio	7,45	208,6
Marzo	11,9	368,9
Aprile	16,95	508,5
Maggio	20	620
Giugno	22,5	675
Luglio	24,45	757,95
Agosto	19,7	610,7
Settembre	14,3	429
Ottobre	8,1	251,1
Novembre	5	150
Dicembre	3,45	106,95

## TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	27,842	863,101
Febbraio	46,535	1302,994
Marzo	65,686	2036,279
Aprile	82,827	2484,807
Maggio	89,677	2779,99
Giugno	97,278	2918,341
Luglio	107,597	3335,494
Agosto	93,188	2888,832
Settembre	75,601	2268,039
Ottobre	47,664	1477,575
Novembre	33,387	1001,608
Dicembre	24,207	750,43

## ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da un generatore distribuito su un'esposizioni come di seguito definita:

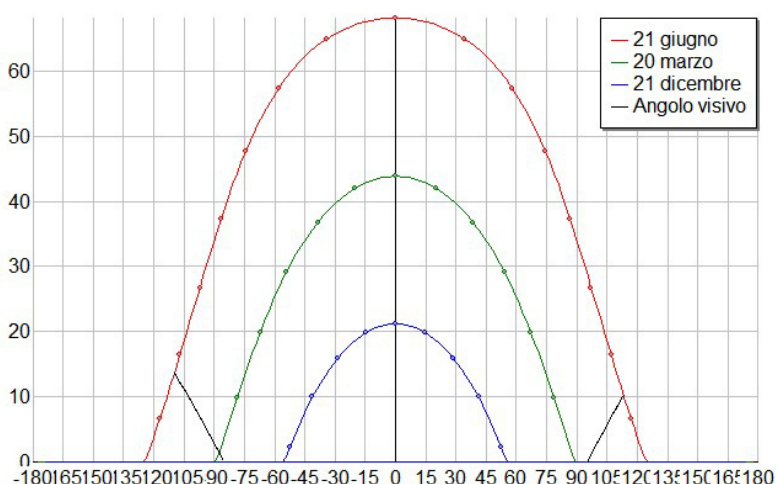
Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omr.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	5°	30°	0 %

### Esposizione 1

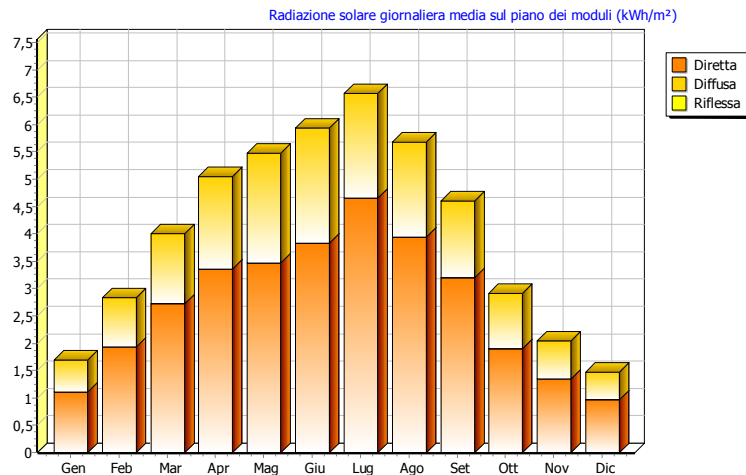
L'impianto fotovoltaico "Esposizione 1" sarà esposta con un orientamento di 5,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 30,00° (tilt).

La produzione di energia non è condizionata da alcuni fattore di ombreggiamento che possa determinano una riduzione della radiazione solare.

## DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	1,103	0,596	0	1,699	52,657
Febbraio	1,932	0,907	0	2,839	79,494
Marzo	2,725	1,283	0	4,007	124,231
Aprile	3,356	1,698	0	5,053	151,595
Maggio	3,463	2,009	0	5,471	169,604
Giugno	3,823	2,112	0	5,935	178,044
Luglio	4,659	1,905	0	6,564	203,494
Agosto	3,936	1,749	0	5,685	176,244
Settembre	3,2	1,412	0	4,612	138,37
Ottobre	1,897	1,011	0	2,908	90,145
Novembre	1,35	0,687	0	2,037	61,107
Dicembre	0,959	0,518	0	1,477	45,783

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

## Generatore fotovoltaico

Il generatore è composto da n° 74 moduli del tipo in silicio policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	74
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	19980 W
Performance ratio:	82 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SOLARDAY S.r.l.
Serie / Sigla:	PX60-270
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	270 W
Rendimento:	16,6 %
Tensione nominale:	30,6 V
Tensione a vuoto:	38,2 V
Corrente nominale:	8,9 A
Corrente di corto circuito:	9,4 A
Dimensioni	
Dimensioni:	992 mm x 1640 mm
Peso:	18 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

## GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima  $\geq 90\%$  al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 2 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	ABB Spa
Serie / Sigla:	TRIO PVI-10.0-TL-OUTD-S
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	10 kW
Potenza massima:	10,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	6,5 kW
Tensione nominale:	580 V
Tensione massima:	900 V
Tensione minima per inseguitore:	252 V
Tensione massima per inseguitore:	850 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	34 A
Corrente massima:	34 A
Corrente massima per inseguitore:	17 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	18	18
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	551,52 V	551,52 V
Numero di moduli:	18	18

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	19	19
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	582,16 V	582,16 V
Numero di moduli:	19	19

## DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 270 \text{ W} * 74 = 19980 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energia [kWh]
Esposizione 1	74	1.470,77	29.385,93

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 24107,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	5,0 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,9 %
<b>Perdite totali:</b>	<b>18,0 %</b>



## TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	863,1	863,1	0,0 %
Febbraio	1303,0	1303,0	0,0 %
Marzo	2036,3	2036,3	0,0 %
Aprile	2484,8	2484,8	0,0 %
Maggio	2780,0	2780,0	0,0 %
Giugno	2918,3	2918,3	0,0 %
Luglio	3335,5	3335,5	0,0 %
Agosto	2888,8	2888,8	0,0 %
Settembre	2268,0	2268,0	0,0 %
Ottobre	1477,6	1477,6	0,0 %
Novembre	1001,6	1001,6	0,0 %
Dicembre	750,4	750,4	0,0 %
Anno	24107,5	24107,5	0,0 %

## VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore fotovoltaico soddisfa le seguenti condizioni:

### Limiti in tensione

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (452,5 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (252,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (663,5 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (850,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (807,5 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (900,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (807,5 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

### Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (9,4 A) inferiore alla corrente massima inverter (17,0 A)

### Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (94,4%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1]

## **RIFERIMENTI NORMATIVI**

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

### **1) Moduli fotovoltaici**

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici - Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### **2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

### **3) Progettazione fotovoltaica**

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- 

### **4) Impianti elettrici e fotovoltaici**

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori

designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- 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 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

## **5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica**

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

## **CONCLUSIONI**

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- ☐ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- ☐ progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;

- ❑ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ❑ dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- ❑ garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

## ELENCO DOCUMENTI DI PROGETTO

Gli elaborati del progetto esecutivo realizzati e consegnati alla Committente sono:

- Tavola: **Rte/001 - RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 19,98kWp**  
(fg. 12 in formato A4),  
12.04.2017
- Tavola: **Sch/002 - SCHEMA UNIFILARE**  
(fg. 1 in formato A4),  
12.04.2017
- Tavola: **Sch/003 - SCHEMA A BLOCCHI**  
(fg. 1 in formato A4),  
12.04.2017

