



Progetto e dimensionamento di un impianto fotovoltaico

Giovanni Pisu
pisu@sardegna ricerche.it





Premessa

E' evidente come gli alti costi di un Impianto Fotovoltaico non possano essere sostenuti se non tramite un incentivazione di tipo pubblico. La diffusione della tecnologia nel territorio mondiale incentivata dagli stati ha permesso come ad es. Nel caso degli Impianti eolici uno sviluppo forte della tecnologia e del rendimento a fronte di un abbassamento dei costi di produzione e dei conseguenti prezzi di realizzazione degli Impianti. Nel caso degli Impianti fotovoltaici sono stati fatti grandi passi per quanto riguarda lo sviluppo della tecnologia, che forte di una grande affidabilità, giorno dopo giorno si va sviluppando con l'introduzione nel mercato di nuove tecnologie (vedi CIS e CdTe o cristallo + silicio amorfo) e nuove filiere di produzione. Le motivazioni che spingono il mercato verso la diffusione del fotovoltaico sono essenzialmente ambientali (riduzione delle emissioni di CO2) e speculative per via della **forte incentivazione pubblica.**





Indice degli argomenti

- **analisi preliminare;**
- **convenienza economica;**
- **vincoli urbanistici;**
- **incentivi regionali;**
- **richiesta del punto di connessione all'ente gestore della rete;**





Indice degli argomenti

- **progetto definitivo- esecutivo;**
- **autorizzazioni;**
- **progetto esecutivo as built;**
- **raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell’Impianto Fv;**
- **raccolta ed invio della relativa documentazione tecnica per la richiesta della tariffa incentivante al GSE;**





Analisi Preliminare

L'analisi preliminare riguarda per lo più una buona e corretta raccolta dei dati per l'avvio di uno studio di fattibilità.

I dati che occorrono sono:

- foto e disegni (con orientamento) del sito di interesse;
- dati sui consumi e sulla fornitura dell'energia elettrica (se presente);
- dati sulla struttura su cui si andrà ad installare l'impianto (carico ammissibile della copertura);





Foto e disegni del sito di interesse;



VISTA FRONTALE

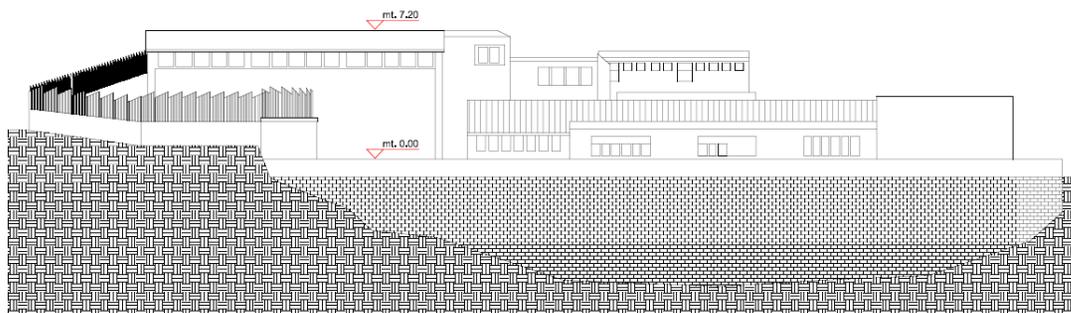




Foto e disegni del sito di interesse;



Impianto Fv – Simulazione Fotografica.





dati sui consumi e sulla fornitura dell'energia elettrica (se presente);

- Per impianti sotto i 20kWp;
- [Domanda Enel xxx rev 00.pdf](#)





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto

Spazi necessari:

Gli spazi necessari alla realizzazione di un impianto Fv sono in funzione sia del sito su cui si intende realizzare l'impianto sia dell'efficienza del modulo scelto.

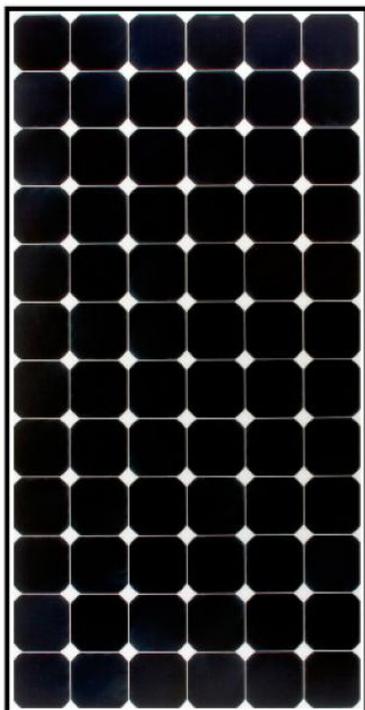
Tuttavia alcune volte capita che per via degli alti consumi e del poco spazio a disposizione si debba ricorrere a moduli fotovoltaici di particolare pregio.

Facciamo degli esempi con dei prodotti di aziende consolidate presenti sul mercato internazionale.





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto



Dati tecnici

Potenza nominale:	290	Wp
Tensione MPP:	53,3	V
Corrente MPP:	5,45	A
Tensione a vuoto:	62,1	V
Corrente di cortocircuito:	5,83	A
Variazione di tensione:	-180,09	mV/°C
Variazione di corrente:	1,749	mA/°C
Variazione di potenza:	-0,38	%/°C
Tensione di sistema max.:	1000	V

Ulteriori informazioni

Paese di produzione:	Paesi Bassi
Rendimento del modulo:	17,784 %
Tipo di cella:	monocristallino
Celle per modulo:	96
Forma della cella:	pseudo-square
Altezza:	1559 mm
Larghezza:	1046 mm
Spessore:	46 mm
Sostegno:	aluminum
Allacciamento:	cablo MC
Peso:	24 kg





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto



Dati tecnici

Potenza nominale:	205	Wp
Tensione MPP:	26,6	V
Corrente MPP:	7,71	A
Tensione a vuoto:	33,2	V
Corrente di cortocircuito:	8,36	A
Variazione di tensione:	-120	mV/°C
Variazione di corrente:	5,02	mA/°C
Variazione di potenza:	-0,46	%/°C
Tensione di sistema max.:	1000	V

Ulteriori informazioni

Paese di produzione:	-
Rendimento del modulo:	13,8 %
Tipo di cella:	policristallino
Celle per modulo:	54
Forma della cella:	-
Altezza:	1500 mm
Larghezza:	990 mm
Spessore:	36 mm
Sostegno:	aluminum
Allacciamento:	cabale MC 3
Peso:	18,5 kg





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto



Dati tecnici

Potenza nominale:	90	Wp
Tensione MPP:	49,3	V
Corrente MPP:	1,83	A
Tensione a vuoto:	65,2	V
Corrente di cortocircuito:	2,11	A
Variazione di tensione:	-195,6	$\frac{mV}{^{\circ}C}$
Variazione di corrente:	1,477	$\frac{mA}{^{\circ}C}$
Variazione di potenza:	-0,24	$\frac{\%}{^{\circ}C}$
Tensione di sistema max.:	600	V

Ulteriori informazioni

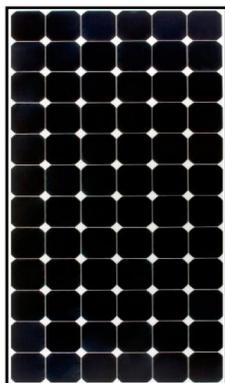
Paese di produzione:	Giappone
Rendimento del modulo:	8,535 %
Tipo di cella:	μ c-Si / a-Si
Celle per modulo:	96
Forma della cella:	quadrata
Altezza:	1129 mm
Larghezza:	934 mm
Spessore:	46 mm
Sostegno:	aluminum
Allacciamento:	cablo MC old
Peso:	18 kg





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto

Se ragioniamo a livello ideale possiamo scrivere che:



Per 1kWp di monocristallino tipo tandem ad alta efficienza occorrono circa **5,65** mq.



Per 1kWp di policristallino ad alta efficienza occorrono circa **7,24** mq.



Per 1kWp di film sottile ad alta efficienza occorrono circa **11,71** mq.





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto



Se si considera un tetto piano dove bisogna inclinare i moduli di 30° verso il sud bisogna tener conto anche dell'ombreggiamento e quindi la superficie richiesta per 1 kwp **Raddoppia**.

Negli edifici di particolar pregio o tutelati (con un età > di 50 anni) gli impianti fotovoltaici non dovrebbero alterare la sagoma dell'edificio e si ricorre a soluzioni che favoriscono moduli in film sottile

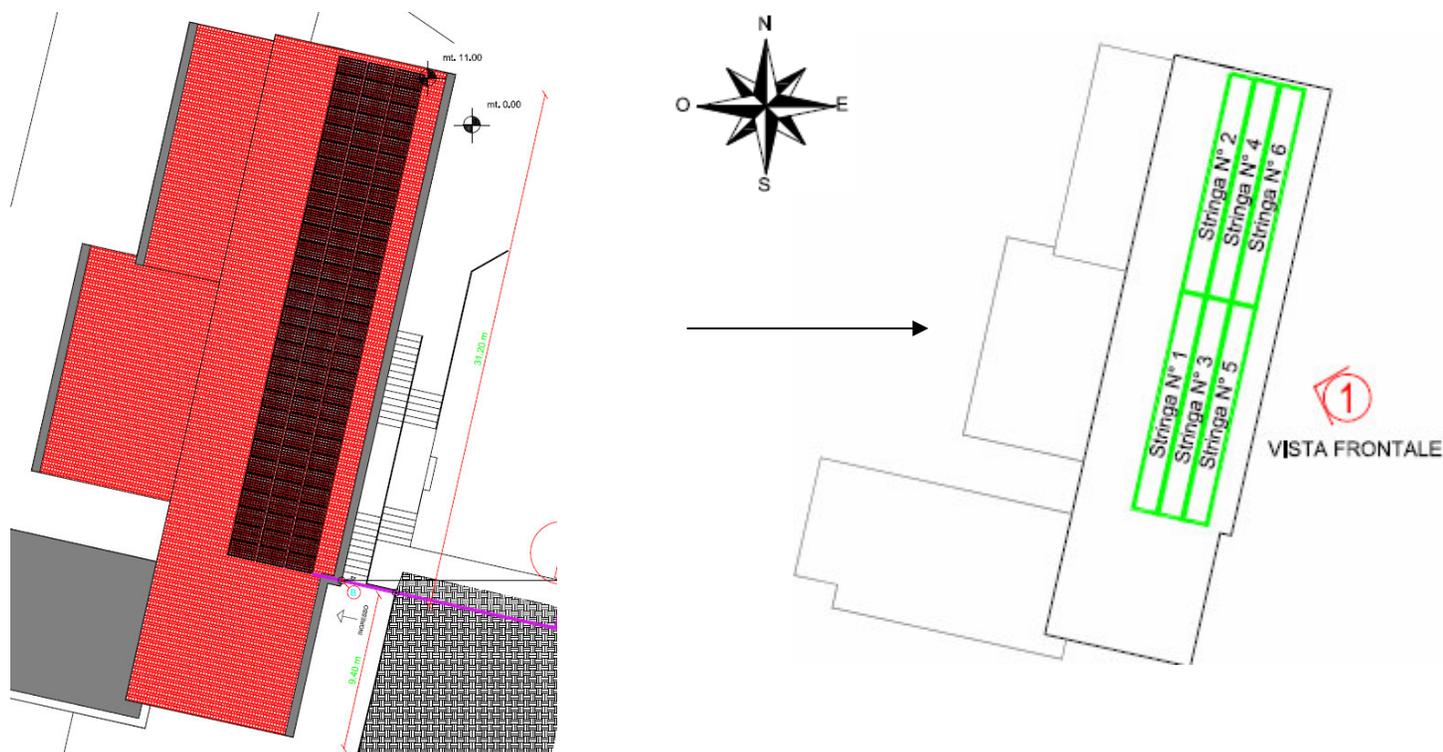
I moduli a film sottile sfruttano anche la radiazione diffusa per cui si preferiscono per avere una resa energetica migliore dell'impianto in condizioni di posa non ottimale.





Calcolo preliminare della dimensione dell'impianto

Nella pratica della progettazione si cerca anche di favorire la semplicità dell'installazione cercando di organizzare le singole stringhe in insiemi di moduli che siano posati in maniera adiacente.





Convenienza economica

Tipo di Impianto → Tariffa incentivante riconosciuta

regime di produzione;

regime di autoconsumo o scambio sul posto;

	Potenza nominale dell'impianto P (kW)	IMPIANTI		
		Non integrato	Parzialmente Integrato	Integrato
A	$1 \leq P < 3$	0,40	0,44	0,49
B	$3 < P \leq 20$	0,38	0,42	0,46
C	$P > 20$	0,36	0,40	0,44





Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9 kWp**.

Tilt = **30°**

Azimut = **0°**

Produzione dell'impianto Fotovoltaico (in base alle norme Uni) = ~ **28144 kWh / (kWp x anno)**

Se l'impianto avesse un tilt di circa 15° si perderebbe in termini energetici circa il **2,5%** di produzione.

Per rendere l'esempio + reale consideriamo un tilt di 15°





Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9** kWp.

Ipotizziamo di andare con regime di scambio sul posto.

Produzione dell'impianto Fotovoltaico (in base alle norme Uni) = ~ **27440** kWh / (kWp x anno)

(A) = Ricavo dal conto energia = ... = ~ **11524,47** € / anno

(B) = Ricavo per Risparmio dell'energia = ... = ~ **5433,12** € / anno

Ricavo Totale = (A) + (B) = = ~ **16957,59** € / anno

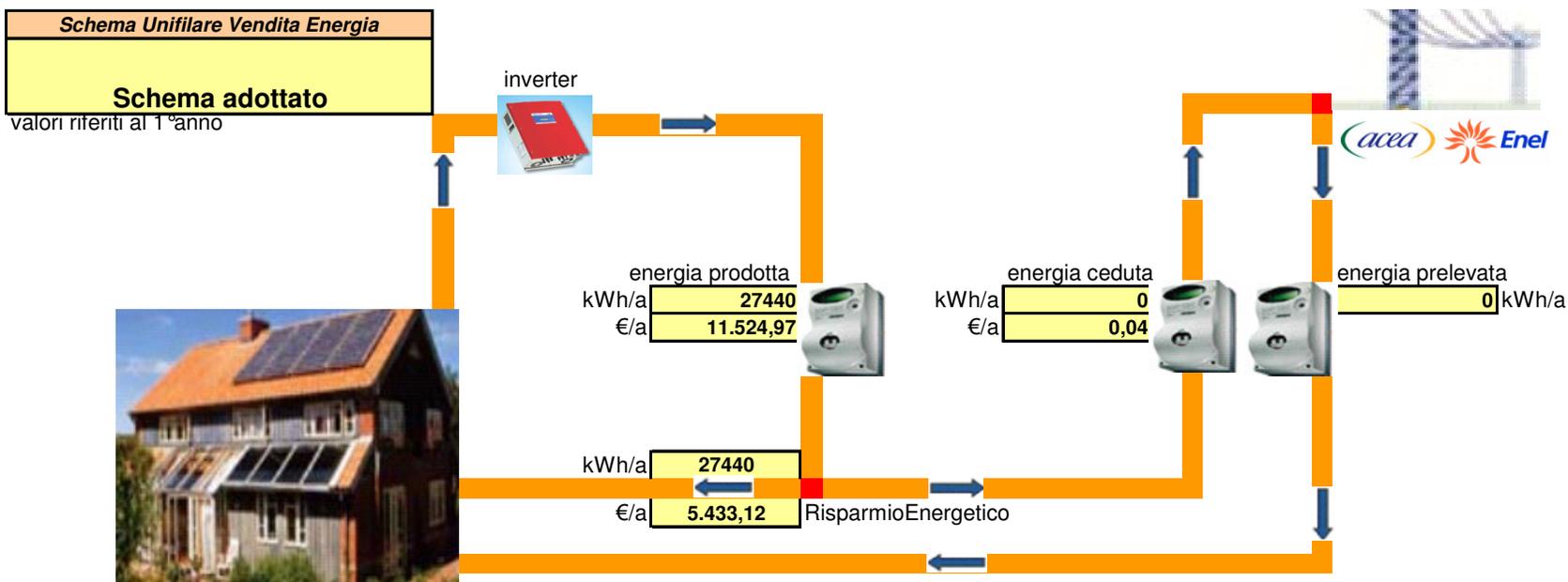




Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9 kWp**.

Riepilogando...





Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9** kWp.

Costi / benefici

Costo Impianto comprensivo di installazione progettazione collaudo e direzione lavori

(IVA inclusa) = ~ **165.000,00** € / anno

Tempo di rientro dell'investimento (Senza Finanziamento con capitale proprio) = ~ **7 - 8** anni.

Tempo di rientro dell'investimento (con Finanziamento t.i = 5,5%) = ~ **11 - 12** anni.





Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9** kWp.

Costi / benefici

Costo Impianto comprensivo di installazione progettazione collaudo e direzione lavori

(IVA inclusa) = ~ **165.000,00 €**

Se integriamo il finanziamento bancario con l'incentivo del [Bando per il cofinanziamento di impianti solari integrati nelle strutture e nelle componenti edilizie della RAS](#) possiamo fare le seguenti ipotesi.

Incentivo riconosciuto = 22.600,00 €

Costo Impianto comprensivo di installazione progettazione collaudo e direzione lavori

(IVA inclusa) = ~ **165.000,00 € - 22.600,00 € = 142.400,00 €**

Tempo di rientro dell'investimento (con Finanziamento t.i = 5,5%) = ~ **10 - 11** anni.

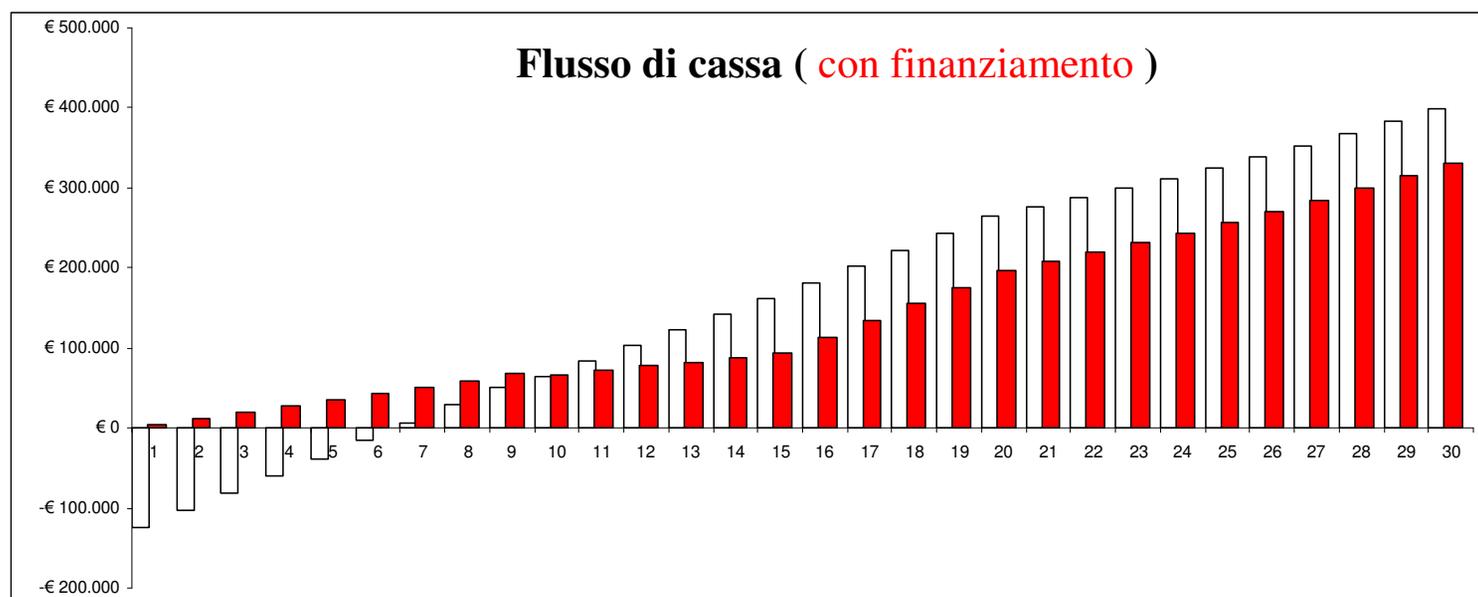




Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9 kWp**.

TIR con finanziamento (in 25 anni) = **~ 8,6 %** anni.





Facciamo un Esempio...

Impianto Fotovoltaico installato in Sardegna su una scuola di tipo parzialmente integrato e di potenza pari a **18,9** kWp.

In termini **ambientali** installare un impianto Fv di 18,9 kWp significa:

- Emissioni Evitate CO2 20 anni [ton] = **380** equivalenti a **129,5** TEP in 20 anni





Vincoli urbanistici

Come è ormai assodato gli impianti fotovoltaici sono fortemente incentivati dallo stato centrale mediante il famoso “Conto Energia” e mediante la la datata L. 387/2003 "**Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità**“.

Nella Gazzetta Ufficiale n. 154 del 3 luglio è stato pubblicato il *Dlgs n. 115 del 30 maggio 2008* “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE”.





Vincoli urbanistici e Incentivi Regionali

Le misure attuate sono volte al contenimento dei consumi energetici e al miglioramento dell'efficienza energetica per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Importante e di applicazione immediata è la normativa di semplificazione di autorizzazione amministrativa per impianti fotovoltaici ed eolici. Sono escluse dalla presentazione della DIA, essendo considerati interventi di manutenzione ordinaria, le installazioni di impianti fotovoltaici aderenti o integrati nei tetti degli edifici (*art. 11 comma 3 del **DECRETO LEGISLATIVO 30 maggio 2008, n. 115***) e le installazioni di generatori eolici di diametro delle pale non superiore a 1 m ed altezza non superiore a 1,5 metri. In questi casi, qualora non intervengano vincoli di tutela, sarà sufficiente una comunicazione preventiva al proprio Comune.





Vincoli urbanistici e Incentivi Regionali

La RAS ha subito recepito questa normativa informando i Comuni della Sardegna mediante una circolare della Assessorato all'ambiente che richiama la normativa nazionale. La RAS è chiaramente a favore degli impianti fotovoltaici parzialmente e totalmente integrati.

Si pensi che negli ultimi 2 anni la RAS si è attivata incentivando la realizzazione di impianti fotovoltaici da installarsi presso:

- gli edifici appartenenti agli enti locali con bandi ad hoc. dell'Assessorato all'Ambiente;
- gli edifici appartenenti a privati e PMI con bandi ad hoc. dell'Assessorato all'Industria;

Tali bandi coprono circa il 20% della spesa ammissibile per l'impianto (**incentivo max in conto capitale per avere anche il Conto Energia**).





Richiesta del punto di connessione all'ente gestore della rete (ENEL)

Come già introdotto precedentemente una volta avviata la fase operativa della progettazione occorre richiedere all'ente gestore della Rete il punto di connessione.

Per far ciò occorre spedire a: *Enel Distribuzione S.p.A. - CASELLA POSTALE 1100 - "FONTI RINNOVABILI" - 85100 POTENZA* tutta la documentazione necessaria.

In particolare :

- Richiesta di connessione/adeguamento della connessione esistente alla rete BT di Enel Distribuzione.
- Progetto preliminare redatto secondo la norma CEI 0 – 2 all. 3 (che contiene almeno relazione tecnica, piante e planimetrie catastali, schema unifilare)
- Copia del relativo bonifico effettuato sul conto di Enel Distribuzione S.p.A.





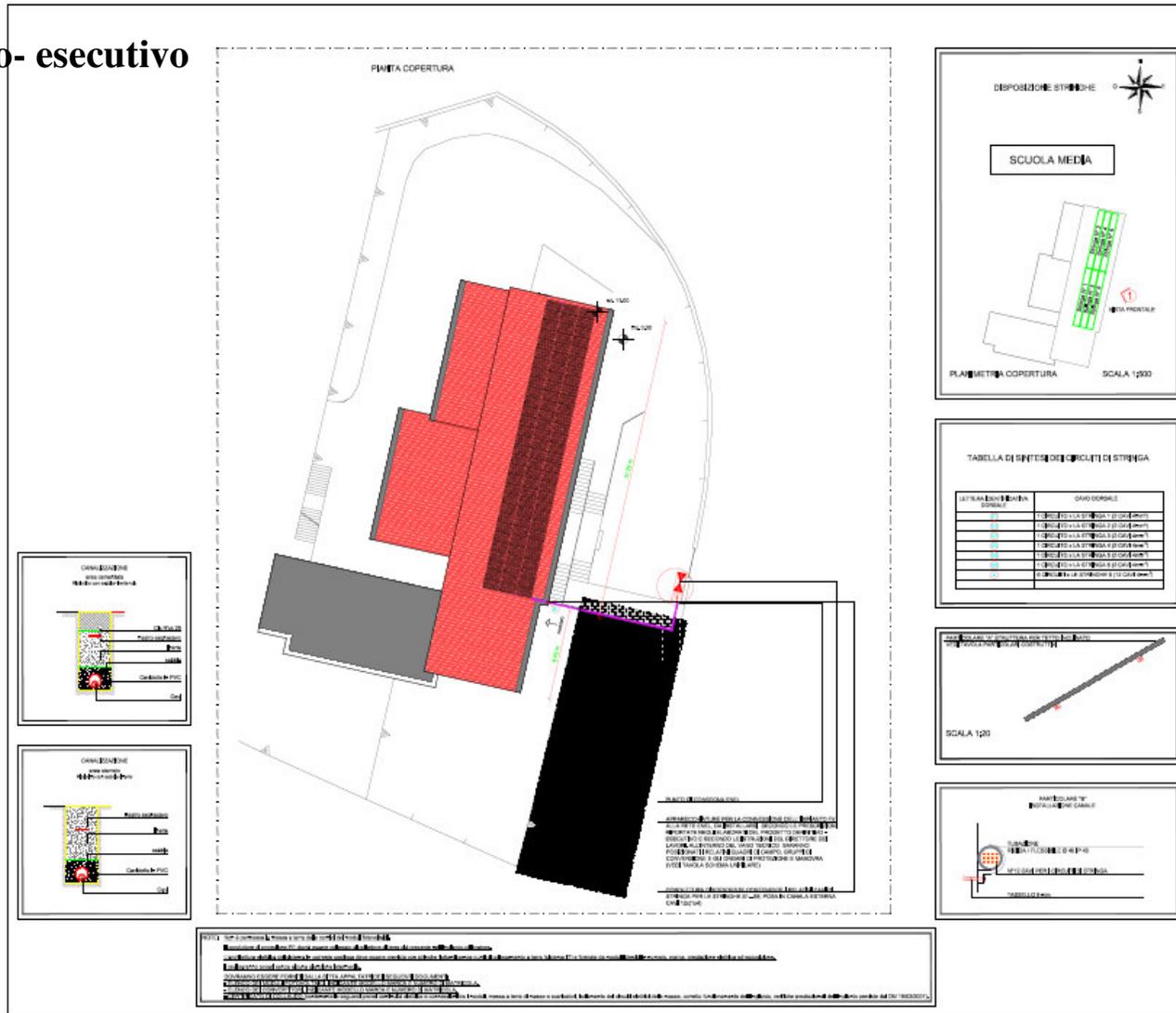
Progetto definitivo- esecutivo

DOCUMENTI DEL PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO:			
Elaborati Grafici	TAV 1 - INQUADRAMENTO REGIONALE	Rev.	
	TAV 2 - CTR (SCALA 1:10000)	Rev.	
	TAV 3 - PLANIMETRIA GENERALE (SCALA 1:1000)	Rev.	
	TAV 4A - PIANTA COPERTURE (Stato Attuale)	Rev.	
	TAV 4B - PIANTA COPERTURE (Stato in Progetto)	Rev.	
	TAV 5 - SCHEMA UNIFILARE GENERALE	Rev.	
	TAV 6 - PARTICOLARI COSTRUTTIVI	Rev.	
Allegato A - Relazione Tecnica Illustrativa		Rev.	
Allegato B - Capitolato Speciale D' Appalto		Rev.	
Allegato C - Computo Metrico		Rev.	
Allegato D - Elenco Prezzi		Rev.	
Allegato E - Quadro Economico		Rev.	
Allegato F - Quadro Incidenza Manodopera		Rev.	
Allegato G - Quadro Incidenza Sicurezza		Rev.	
Allegato H - Cronoprogramma		Rev.	
Allegato I - Piano di Sicurezza e di Coordinamento		Rev.	
Allegato L - Piano di Manutenzione		Rev.	
Allegato M - Schema di Contratto		Rev.	





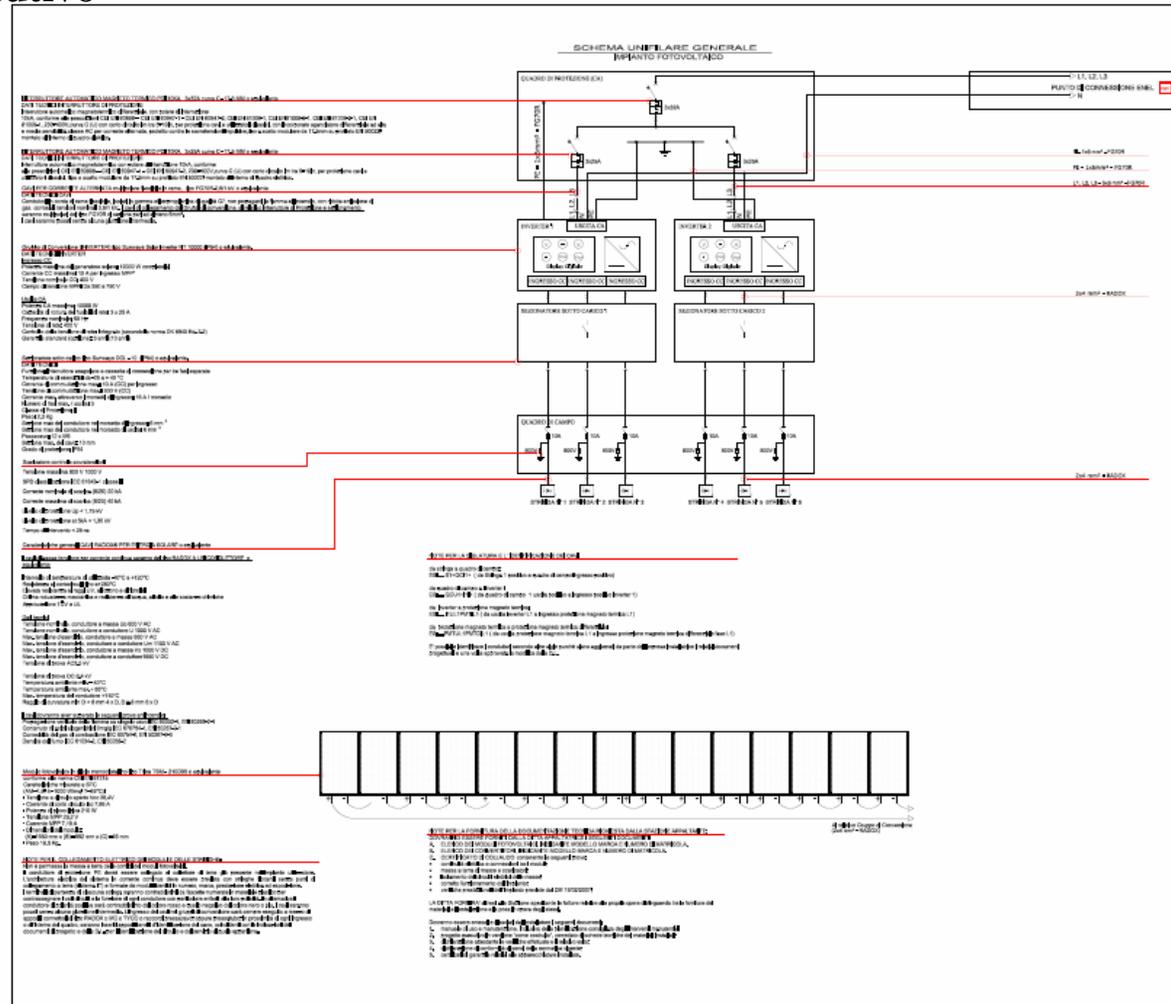
Progetto definitivo- esecutivo





Progetto definitivo- esecutivo

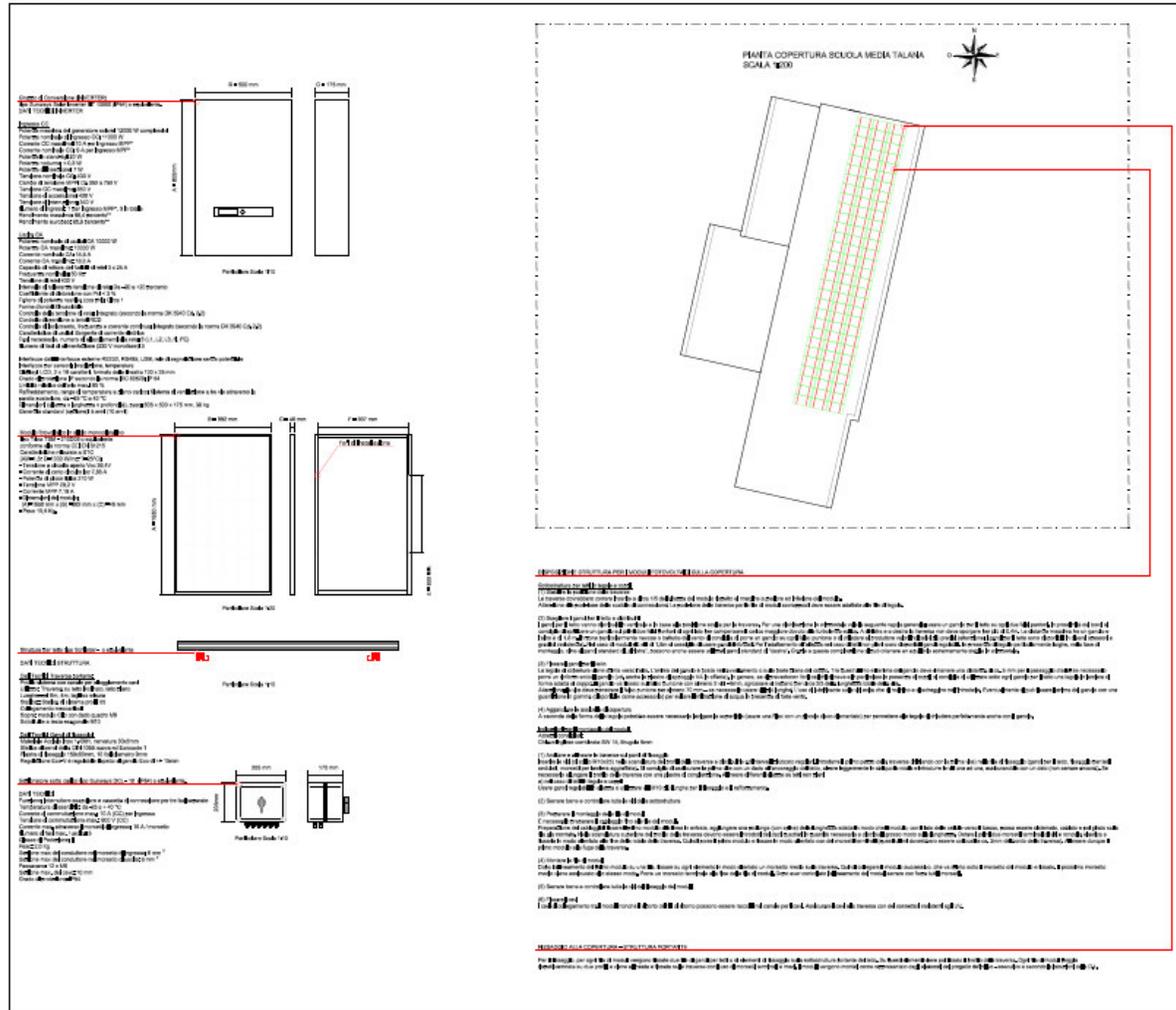
SCHEMA UNIFILARE GENERALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO





Progetto definitivo- esecutivo

PARTICOLARI COSTRUTTIVI
DISPOSITIVI IMPIANTO FOTOVOLTAICO





Progetto definitivo- esecutivo

Nella relazione tecnica vanno esplicitati sia i calcoli della resa energetica dell'impianto fotovoltaico che le caratteristiche di tutti i suoi elementi tra cui:

→ Moduli fotovoltaici



→ Inverters



→ Sezionatori in c.c.



→ Quadri di campo dotati di scaricatori contro le sovratensioni di origine atmosferiche



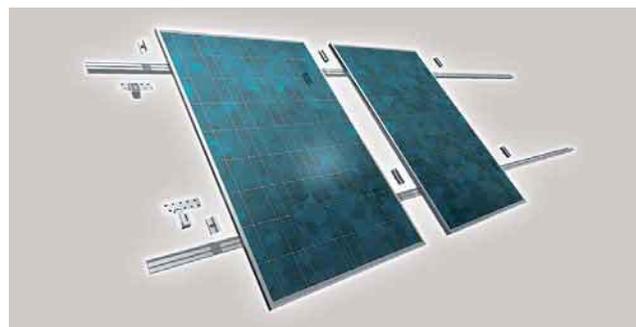
→ Cavi Solari in c.c.





Progetto definitivo- esecutivo

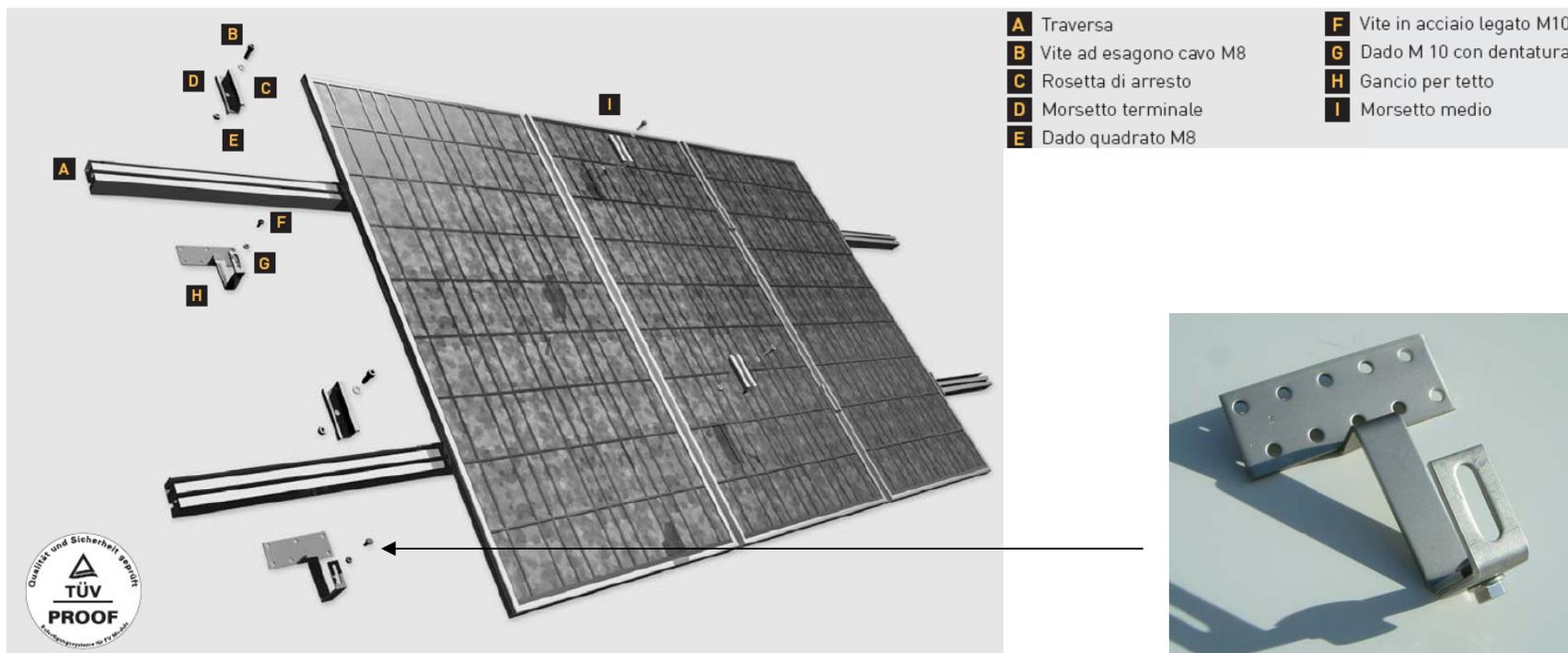
→ Strutture per la posa dei moduli





Progetto definitivo- esecutivo

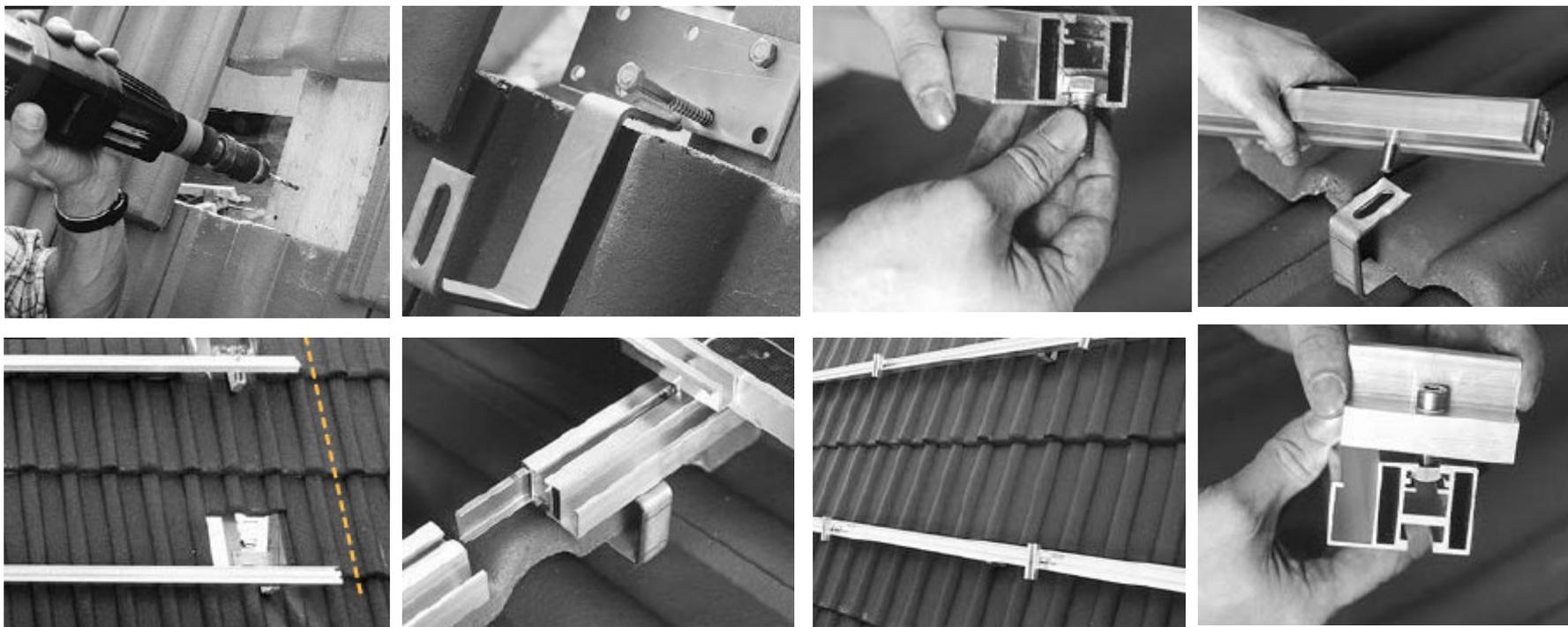
→ Istruzioni per la posa dei moduli





Progetto definitivo- esecutivo

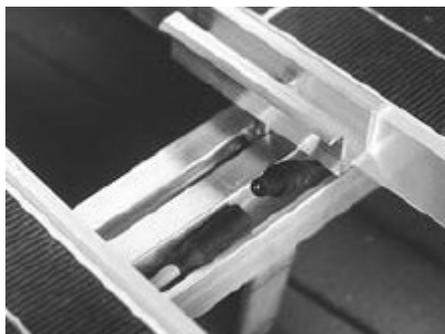
→ Istruzioni per la posa dei moduli





Progetto definitivo- esecutivo

→ Istruzioni per la posa dei moduli





Progetto definitivo- esecutivo

→ Calcoli sulla spinta del vento e verifica statica

La normativa (*D.M. 16.01.1996 – Circ. 4/7/96 n.156*) permette di calcolare la spinta del vento nelle zone d'interesse in tutto il territorio nazionale. Per la Sardegna è indicato come valore della velocità del vento, per il calcolo della spinta 28 m / s, che equivale ad una velocità di circa 100 Km / h.

Forze Statiche Equivalenti

Le azioni statiche equivalenti del vento si traducono in pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione. L'azione del vento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento. L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando di regola, come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione.





Progetto definitivo- esecutivo

→ Calcoli sulla spinta del vento e verifica statica

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$\underline{P = q_{ref} \times C_e \times C_p \times C_d}$$

dove :

q_{ref} = é la pressione cinetica di riferimento

C_e = é il coefficiente di esposizione

$$\longrightarrow q_{ref} = \frac{V_{ref}^2}{1,6} \quad \text{Legge di Bernoulli}$$

C_p = è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

C_d = è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.





Progetto definitivo- esecutivo

→ Calcoli sulla spinta del vento e verifica statica

V (m/s)	V (km/h)	qref (N/m ²)	Cp	Ce	Cd	P = qref x Ce x Cp x Cd	P (N / m ²)	P (Kg / m ²)
28,00	100,80	490,00	1,20	2,07	1,00	P = qref x Ce x Cp x Cd	1.217,09	124,19
30,00	108,00	562,50	1,20	2,07	1,00	P = qref x Ce x Cp x Cd	1.397,17	142,57
32,00	115,20	640,00	1,20	2,07	1,00	P = qref x Ce x Cp x Cd	1.589,67	162,21
34,00	122,40	722,50	1,20	2,07	1,00	P = qref x Ce x Cp x Cd	1.794,58	183,12
36,00	129,60	810,00	1,20	2,07	1,00	P = qref x Ce x Cp x Cd	2.011,92	205,30

Z 9
Z0 0,1
Kr 0,2
Altezza edificio (m) 8,5

Note: Calcoli fatti secondo il D.M. 16.01.1996. - Circ 4 / 7 / 96 N 156

Cp = 1,2 Coefficiente di forma (Paralelepipedo)

Cd = 1,2 Coefficiente dinamico (Valore Cautelativo)

Ce = Coefficiente di esposizione per Area Urbana, Suburbana, Industriale, Categoria di Esposizione del Sito III (distanza dal mare max pari a 10 Km) In sardegna siamo in zona 5 e 6 --->28 m / s -----> I calcoli sono cautelativi in quanto il vento + forte è quello di nord ovest e la superficie su cui agisce è quella della prima fila di pannelli.





Autorizzazioni

Una volta redatto il progetto sono necessarie le autorizzazioni degli enti competenti che sono:

- RAS Assessorato al servizio del paesaggio;
- RAS Assessorato all'ambiente (per impianti a terra oltre i 20 kWp e per impianti incentivati dai bandi);
- Sovrintendenza beni culturali;
- Comune;





Autorizzazioni

A titolo di esempio si riporta un caso estremo per l'autorizzazione edilizia di 10 impianti da 1,2 kWp da installarsi su 10 scuole comunali.

Per tale autorizzazione sono stati prodotti oltre al progetto definitivo - esecutivo anche:

- documentazione fotografica;
- simulazione fotografica;
- relazione paesaggistica;

Per ogni singolo impianto **12** copie di tutta la documentazione.





Progetto esecutivo as built

Spesso capita che in seguito all'aggiudicazione dell'appalto ed in sede di Direzione dei Lavori il progetto esecutivo venga modificato. E' molto importante avere una documentazione dell'impianto fedele alla realtà perchè la vita dell'impianto deve arrivare ad almeno anni 20.

Sono quindi plausibili interventi che siano di manutenzione ordinaria e straordinaria perciò risulta essere fondamentale imporre all'azienda aggiudicataria dell'appalto la revisione della documentazione come da opera realizzata.





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell'Impianto Fv

I documenti tecnici di riferimento per la connessione di impianti di produzione alla rete di bassa tensione di Enel Distribuzione sono:

- [DK 5940](#) - criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di Enel Distribuzione;
- [elenco DK 5940](#) - elenco dei dispositivi collegabili alla rete BT di Enel Distribuzione;
- [elenco DK 5600](#) - elenco dei dispositivi di protezione generale rete MT di Enel Distribuzione;
- [elenco DK 5740](#) - dispositivi di protezione dell'interfaccia collegabili alla rete MT di Enel Distribuzione.
- http://www.enel.it/distribuzione/enel_distribuzione/supporto/normative/produttori/





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell'Impianto Fv

ALLEGATO A: TRACCIA PER REGOLAMENTO DI ESERCIZIO IN PARALLELO CON RETI BT ENEL DI IMPIANTI DI PRODUZIONE

(AUTOCERTIFICAZIONE per impianti ≤ 20 kW)

DATI IDENTIFICATIVI

Cliente produttore (titolare dei rapporti con ENEL):

nome, cognome: _____

luogo e data di nascita: _____

Punto di connessione dell'impianto alla rete BT a 400 V di ENEL:

indirizzo: _____

località: _____

UTR: _____

Esercizio: _____

Zona: _____

Codice SIGRAF nodo di connessione: _____ (dato fornito da ENEL)

ALLEGATI

1. dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico di generazione, ai sensi della legislazione vigente (legge 46/90);
2. dichiarazione di conformità dell'impianto alla DK 5940 ed. 2.2 e alle norme CEI applicabili redatta e firmata da ingegnere o perito iscritto all'albo. Per impianti con potenza ≤ 20 kW può essere redatta e firmata anche da un tecnico del settore, abilitato ai sensi della legislazione vigente (legge n. 46/90). Il fac-simile della dichiarazione di conformità è riportato in allegato B.

L'allegato B riporta schemi elettrici, descrizione dell'impianto, del dispositivo e delle protezioni di interfaccia nonché la dichiarazione di conformità dell'impianto alle Norme CEI applicabili ed a quanto prescritto da ENEL.

Tale dichiarazione deve essere effettuata previa verifica del corretto funzionamento dell'impianto, compreso il collegamento e la taratura delle protezioni di interfaccia e l'esecuzione delle verifiche elencate al paragrafo 13.1.





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell'Impianto Fv

ALLEGATO B: DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' DELL'IMPIANTO ALLE PRESCRIZIONI ENEL DK 5940 ED. 2.2 E NORME CEI APPLICABILI

(fac-simile)

Il sottoscritto,

1. DATI IDENTIFICATIVI DEL TECNICO DICHIARANTE

- 1.1 Dati anagrafici (Nome e Cognome e Ragione sociale della ditta di appartenenza)
- 1.2 Qualifica (installatore/verificatore)
- 1.3 Qualifica professionale (Titolo Conseguito)
- 1.4 Estremi abilitazione professionale (n° di iscrizione ad Albi o ad altri organismi riconosciuti ai sensi della legge n. 46/90)

presa visione dell'impianto qui di seguito descritto:

2. DATI IDENTIFICATIVI CLIENTE PRODUTTORE (titolare dei rapporti con ENEL):

- 2.1 Dati Anagrafici (Nome, cognome, indirizzo e recapito telefonico)
- 2.2 Numero cliente e codice fiscale o partita iva (solo se coincidente con il titolare del contratto di fornitura)

3. PUNTO DI CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RETE BT DI ENEL:

- 3.1 indirizzo: _____
- 3.2 località: _____ Comune _____ Pr. _____
- 3.3 GESTORE RETE BT: ENEL Zona di _____ (dato fornito da ENEL)
- 3.4 Codice SIGRAF nodo di connessione _____ (dato fornito da ENEL)

4. DATI DELLA FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA (desumibili dalla bolletta della fornitura e/o dal contratto)

- 4.1 Punto di consegna (codice POD) _____
- 4.2 Tensione di fornitura _____
- 4.3 Potenza impegnata (valore contrattuale) _____
- 4.4 Potenza disponibile (valore massimo prelevabile) _____
- 4.5 Fornitura richiesta per usi (domestici, IP, irrigui, altri, ecc.....) _____

5. CARATTERISTICHE IMPIANTO DI PRODUZIONE

- 5.1 tipologia sistema elettrico alimentante (monofase/trifase);
 - 5.2 potenza nominale (in corrente alternata) di picco complessiva dell'impianto di produzione;
 - 5.3 fonte primaria di generazione (solare, eolica, idroelettrica, termica, biogas, etc.);
- Inoltre indicare l'eventuale presenza di impianti di alimentazione di emergenza, precisandone:
- 5.4 potenza (in kVA);
 - 5.5 tipologia (rotante, convertitore statico);
 - 5.6 tempo di intervento (secondo la classificazione adottata dall' art.352 della norma CEI 64.8);
 - 5.7 modalità di intervento (manuale, automatica a mancanza di tensione, automatica a mancanza di una delle fasi, automatica ad abbassamento di tensione, ecc).





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell'Impianto Fv

6. SCHEMA UNIFILARE

Si allega lo schema unifilare della parte di impianto a corrente alternata tra generatori o dispositivi di conversione statica ed il punto terminale dell'impianto di utenza per la connessione (punto di consegna) con indicazione dei possibili assetti di esercizio. Sullo schema sono indicati in dettaglio gli organi di manovra e protezione presenti nonché gli eventuali gruppi di misura e punti di derivazione dei carichi.

Lo schema si riferisce all'impianto verificato e con data e firma del dichiarante.

7. CARATTERISTICHE DEI GENERATORI ROTANTI

Si riporta per ogni generatore presente in impianto:

- 7.1 tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.)
- 7.2 marca (costruttore)
- 7.3 modello
- 7.4 matricola
- 7.5 potenza nominale (espressa in kVA o in kW)
- 7.6 fattore di potenza nominale
- 7.7 potenza reattiva assorbita a vuoto
- 7.8 massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata
- 7.9 contributo alla corrente di corto circuito

8. CARATTERISTICHE DEI DISPOSITIVI DI CONVERSIONE STATICA

Indicare per ogni dispositivo di conversione statica presente in impianto:

- 8.1 tipologia (raddrizzatore ca/cc, regolatore fattore di potenza, inverter cc/ca, convertitore di frequenza ca/ca, cicloconvertitore, ecc)
- 8.2 potenza nominale (espressa in kVA)
- 8.3 marca (costruttore)
- 8.4 modello
- 8.5 matricola
- 8.6 versione firmware
- 8.7 fattore di potenza nominale
- 8.8 tensione in c.a.
- 8.9 contributo alla corrente di corto circuito
- 8.10 descrizione eventuali dispositivi integrati (filtri, interfaccia rete, trasformatori di isolamento, ecc)

Descrivere esplicitamente le modalità tecniche attraverso cui si attua la limitazione della componente continua della corrente immessa in rete; indicare, in particolare, se tale limitazione è garantita da una protezione implementata internamente al sistema di controllo del convertitore e/o dalla presenza di un apposito trasformatore di isolamento (in quest'ultimo caso, specificare se interno od esterno all'apparato di conversione).





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell'Impianto Fv

9. CARATTERISTICHE DEI CARICHI PASSIVI

Indicare per ogni carico indicato nello schema:

- 9.1 la tipologia (privilegiati e non)
- 9.2 la potenza nominale (espressa in kW) complessiva

10. CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI RIFASAMENTO

Indicare

- 10.1 tipo (condensatori, static Var system)
- 10.2 potenza nominale (espressa in kVar).
- 10.3 modalità di inserimento (a gradini in funzione della potenza reattiva, manuale, temporizzato, ecc.)

11. CARATTERISTICHE DEI COLLEGAMENTI ELETTRICI

Indicare, per tutti i collegamenti elettrici riportati nello schema allegato:

- 11.1 tipologia dei conduttori (aerei nudi, isolati, cavo, ecc)
- 11.2 lunghezza
- 11.3 sezione
- 11.4 materiale (rame, Allumoweld, copperweld, lega di alluminio aldrey, alluminio, ecc)
- 11.5 resistenza elettrica
- 11.6 reattanza

12. CARATTERISTICHE DEGLI ORGANI DI MANOVRA PRINCIPALI

Indicare per ogni dispositivo (generale, di interfaccia e di generatore)

- 12.1 marca (costruttore)
- 12.2 modello
- 12.3 tipo (contattore/commutatore, interruttore automatico, interruttore di manovra-sezionatore, fusibili)
- 12.4 caratteristiche e dati di targa (CEI)
- 12.5 interblocchi di funzionamento (caratteristiche e tipologie).

13. CARATTERISTICHE DEI RELE' DI PROTEZIONE ASSOCIATI AGLI ORGANI DI MANOVRA

Indicare per ogni protezione (generale, d'interfaccia o di generatore) presente in impianto:

- 13.1 tipologia (magnetotermica, differenziale, max/min tensione, max/min frequenza, massima corrente, fusibile, massima velocità, ecc)
- 13.2 dispositivo associato (dispositivo generale, di interfaccia e di generatore)
- 13.3 marca (costruttore)
- 13.4 modello
- 13.5 versione firmware





Raccolta ed invio della documentazione tecnica per la messa in Rete dell’Impianto Fv

14. ATTESTAZIONE

Sotto la propria personale responsabilità, attesta che l’impianto elettrico di produzione è stato eseguito in modo conforme alle prescrizioni ENEL DK 5940 ed. 2.2 ed alle norme CEI applicabili ed è stato verificato secondo la norma CEI 64-8, avendo in particolare eseguito i seguenti controlli/verifiche:

14.1	L’impianto è conforme alla documentazione tecnica e agli schemi elettrici sopra riportati	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.2	I componenti ed il macchinario sono conformi alle prescrizioni di sicurezza ed alle relative norme CEI in quanto muniti di: <ul style="list-style-type: none"> • Marchi (marchio IMQ o altri) attestanti la conformità alle norme • Relazioni di conformità rilasciate da enti riconosciuti 	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.3	Il sezionamento dei circuiti è conforme alla norma CEI 64-8	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.4	Il comando e/o l’arresto di emergenza è stato previsto dove necessario	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.5	La verifica di congruenza delle caratteristiche dell’impianto di produzione ha avuto esito favorevole	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.6	La verifica di congruenza delle caratteristiche del dispositivo generale ha avuto esito favorevole	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.7	La verifica di congruenza delle caratteristiche del/i dispositivo/i di interfaccia ha avuto esito favorevole	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.8	La verifica con impianto in funzione del regolare funzionamento in chiusura ed in apertura del/i dispositivo/i di interfaccia ha avuto esito favorevole	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.9	La verifica del regolare funzionamento dei dispositivi di interblocco ha avuto esito favorevole	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
14.10	Verifica dell’impossibilità di mettere a terra il neutro della rete BT ENEL	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>

15. TARATURE DELLE PROTEZIONI DI INTERFACCIA

In aggiunta dichiara che le protezioni di interfaccia sono state verificate con le seguenti tarature impostate:

	PROTEZIONE	ESECUZIONE	VALORE DI TARATURA	TEMPO DI INTERVENTO
15.1	Massima tensione		V	s
15.2	Minima tensione		V	s
15.3	Massima frequenza	unipolare	Hz	s
15.4	Minima frequenza	unipolare	Hz	s
15.5	Derivata frequenza	unipolare	Hz/s	s

16. GRUPPO DI MISURA DELL’ENERGIA PRODOTTA (da inserire all’occorrenza)

- 16.1 marca (cfr. calotta gruppo di misura);
- 16.2 modello (cfr. calotta gruppo di misura);
- 16.3 numero di matricola (cfr. calotta gruppo di misura);
- 16.4 numero verbale di installazione
- 16.5 codice punto di consegna - POD (cfr. verbale di installazione);
- 16.6 installatore (cfr. verbale di installazione)
- 16.7 data di installazione (cfr. verbale di installazione).

Il sottoscritto declina ogni responsabilità per danni a persone o a cose derivanti da manomissione dell’impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione.

Note:.....

Data

Il dichiarante (timbro e firma)





Verifica e collaudo

Prima dell'emissione del certificato di regolare esecuzione dell'impianto e, comunque, prima del ripiegamento del cantiere, sarà eseguito a cura e spese dell'Aggiudicatario alla presenza della D.L. o di tecnico abilitato incaricato dalla Committenza, il controllo sulle opere eseguite che riguarderà la realizzazione dell'impianto a "perfetta regola d'arte" e secondo il progetto presentato.

In particolare le verifiche riguarderanno:

- verifica della continuità elettrica e delle connessioni tra i moduli fotovoltaici;
- prove funzionali sul sistema di conversione statica con riferimento al manuale di uso e manutenzione;
- misure di resistenza di isolamento di tutti i circuiti;
- verifica di selettività di intervento delle protezioni elettriche predisposte;
- verifica di soglia di intervento dei relè termici e dei relè differenziali (se presenti);
- verifiche interblocchi elettrici e meccanici (se presenti);
- verifica della corretta marcatura delle morsettiere, cassette, terminali dei cavi, ecc.;
- verifica della corretta targhettatura delle apparecchiature interne ed esterne ai quadri elettrici, ecc.;
- verifiche funzionali dell'impianto di controllo e supervisione;





Verifica e collaudo

- messa a terra di masse e scaricatori;
- verifica dell'algoritmo di inseguimento implementato;
- prove funzionali sul sistema ad inseguimento;
- verifica tecnico-funzionale dell'impianto, mediante la seguente procedura:

o verifica della condizione: $P_{cc} > 0,85 P_{nom} * I / ISTC$, ove:

P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 3%,

P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento (in W/m²) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;

ISTC pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni standard;

o verifica della condizione: $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$, ove:

P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;

o verifica della condizione: $P_{ca} > 0,75 P_{nom} * I / ISTC$.





Raccolta ed invio della relativa documentazione tecnica per la richiesta della tariffa incentivante al GSE come specificato dal DM 19/02/07:

- ELENCO DEI MODULI FOTOVOLTAICI, INDICANTE MODELLO MARCA E NUMERO DI MATRICOLA.
- ELENCO DEI CONVERTITORI, INDICANTE MODELLO MARCA E NUMERO DI MATRICOLA.
- CERTIFICATO DI COLLAUDO contenente le seguenti prove:
 - continuità elettrica e connessioni tra i moduli;
 - messa a terra di masse e scaricatori;
 - isolamento dei circuiti elettrici delle masse;
 - corretto funzionamento dell'impianto;
 - verifiche prestazionali dell'impianto previste dal DM 19/02/2007;





Raccolta ed invio della relativa documentazione tecnica per la richiesta della tariffa incentivante al GSE come specificato dal DM 19/02/07:

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

1. manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi manutentivi;
2. progetto esecutivo in versione “come costruito”, corredato di schede tecniche dei materiali installati;
3. dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
4. dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente;
5. certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate.
6. Allegati richiesti dalla direttiva DK 5940 in ultima edizione.





GRAZIE

Giovanni Pisu
pisu@sardegna ricerche.it

