

L'IMPIANTO FV DELL'ITIS "TORRIANI" A CREMONA

Realizzato grazie alla collaborazione tra:

- Ufficio Tecnico della Provincia di Cremona
- Itis "Torriani" di Cremona



28/04/2009

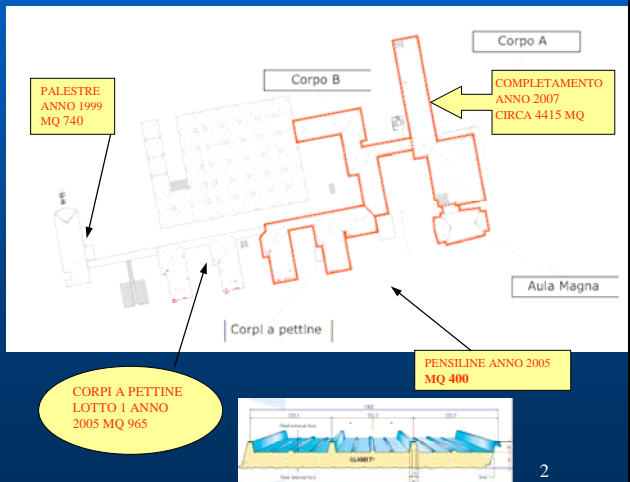
1

IL RINNOVO DELLE COPERTURE DELL'ITIS: l'occasione per il nuovo obiettivo fotovoltaico

L'immobile è stato interessato a partire dall'anno 1999 da un interessante programma di rinnovo dei manti di copertura che ha trovato una brillante conclusione nell'anno 2007.

La figura riporta in modo schematico le porzioni di intervento di rinnovo della copertura dell'immobile eseguite nel corso degli anni: l'operazione è iniziata nell'anno 1999 dal corpo delle palestre, è continuata nell'anno 2005 con il primo lotto di corpi a pettine, ed è stata completata nell'anno 2007.

Alla fine dell'anno 2007 l'immobile è stato interamente bonificato dalla presenza di lastre in cemento - amianto (eternit).



28/04/2009

2

Il pannello coibentato utilizzato

IL RINNOVO DELLE COPERTURE DELL'ITIS: risparmio energetico già in atto e bonifica eternit

Miglioramento dell'**isolamento termico** generale dell'immobile con la scelta di utilizzare pannelli isolanti che integrano le proprietà coibenti delle schiume poliuretatiche con le caratteristiche del materiale di tenuta: con la riduzione del coefficiente di trasmissione termica del "sistema copertura" e riducendo le dispersioni termiche si è raggiunto anche l'obiettivo di una riduzione dei consumi di combustibile per riscaldamento con conseguente riduzione delle emissioni di CO2 in atmosfera (parametro molto significativo ed attuale che "misura" il grado di ecologicità di un intervento/sistema). Riduzione della trasmittanza non inferiore al 30% dell'elemento copertura.

28/04/2009



3

IL RINNOVO DELLE COPERTURE DELL'ITIS: dispositivi di manutenzione e smaltimento acque

Eliminazione del **problema della sicurezza** legata a futuri interventi mediante il posizionamento di un sistema omologato, collaudato e certificato di pali di sicurezza con idoneo tenditore (sistema interamente certificato secondo la normativa UNI) per garantire tutti i lavori di manutenzione, ispezione e verifica sulla copertura in completa sicurezza, ovvero mediante la realizzazione di nuovi punti di accessibilità alla copertura più idonei di quello attuale

28/04/2009

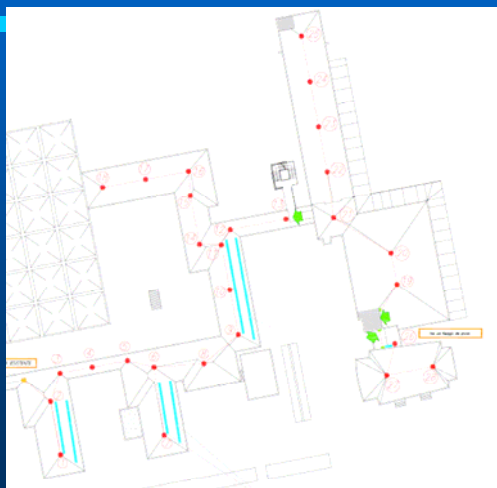


4

IL RINNOVO DELLE COPERTURE DELL'ITIS: dispositivi di manutenzione e smaltimento acque



28/04/2009



Costo del completamento: EURO 870.000,00 ⁵

IL CRONOPROGRAMMA ESECUTIVO DEL NUOVO IMPIANTO FV

- 1) Pubblicazione bando: MAGGIO 2007
- 2) Organizzazione progetto con l'itis "Torriani" di Cremona: GIUGNO 2007
- 3) Trasmissione del progetto di massima al Ministero per selezione: 02 LUGLIO 2007
- 4) Approvazione progetto preliminare: DGP. N. 391 del 24 LUGLIO 2007
- 5) Approvazione progetto definitivo: DGP. N. 415 del 07 AGOSTO 2007
- 6) Approvazione progetto esecutivo: DGP. N. 547 del 16 OTTOBRE 2007
- 7) Gara informale per affidamento lavori (trattativa privata) all'impresa esecutrice dell'impianto: scadenza termini offerte : 7 NOVEMBRE 2007
- 8) Presentazione DIA al Comune di Cremona: 29 NOVEMBRE 2007

28/04/2009



FIG. 1- FIG. 2: falda sulla quale è stato posizionato il generatore fotovoltaico da 3,15 kWp

6

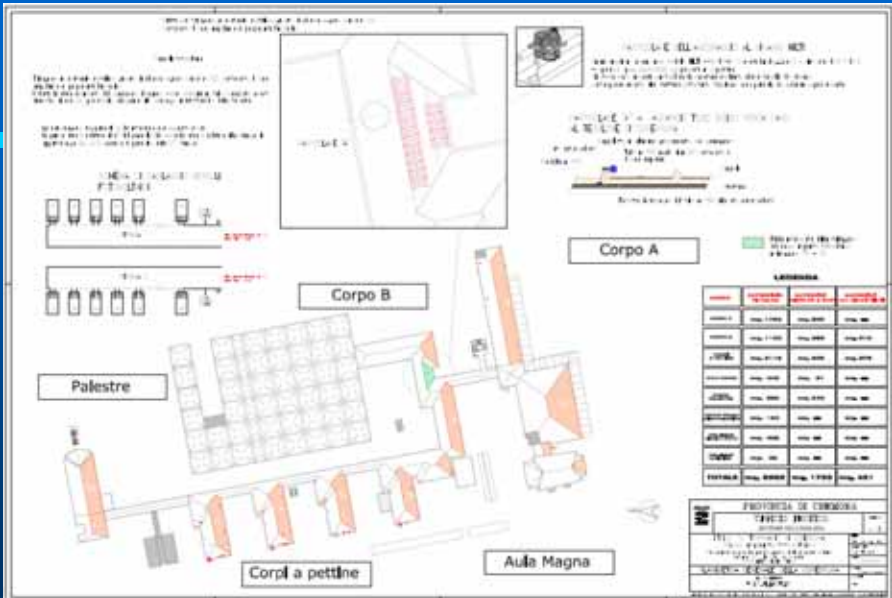
IL CRONOPROGRAMMA ESECUTIVO DEL NUOVO IMPIANTO FV

- 9) Determina di affidamento: n. 1835 del 27 NOVEMBRE 2007 alla Ditta Eurotelecom s.a.s
 - 9/a) Richiesta all'A.E.M. di modifica contratto: 3 GENNAIO 2008
 - 10) Consegna dei lavori e firma contratto d'appalto: 13 FEBBRAIO 2008 (da bando entro il 20 Marzo 2008)
 - 11) Attivazione impianto: 29 FEBBRAIO 2008 (da bando entro il 20 Luglio 2008);
 - 12) Primo kWh prodotto: 1 MARZO 2008;
 - 13) Attivazione display gigante e sistema di monitoraggio semplice dell'inverter;
 - 14) Sistema di monitoraggio impianto completo a partire da MAGGIO 2008;
 - 15) Richiesta al Ministero 1° acconto: 25 FEBBRAIO 2008, saldo Luglio 2008
- 28/04/2009

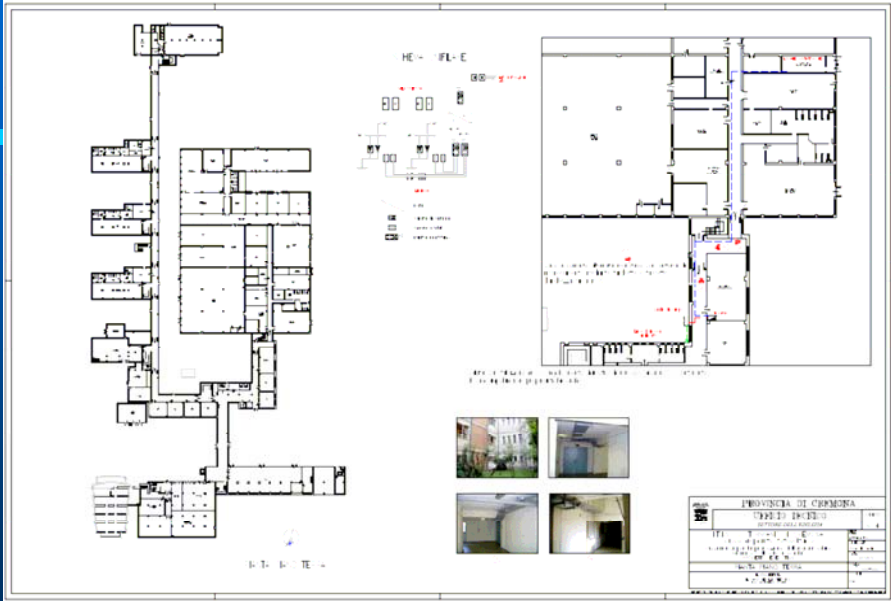


FIG. 3- FIG. 4: falda sulla quale è stato posizionato il generatore fotovoltaico da 3,15 kWp; i binari di supporto dei pannelli FV

IL PROGETTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO



IL PROGETTO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

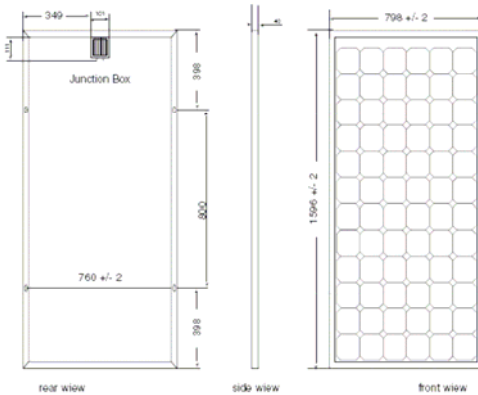


28/04/2009

9

IL GENERATORE FV: 18 MODULI DA 175 Wp

Size



SPECIFICATIONS

	Monocrystalline
Cells	125mmx125mm pseudo square
Number of cells	72 series connected
Typical application	24V DC
Maximum voltage	600V DC
Size	mm 1596 (L) x 798 (W) x 40 (H)
Weight	17 Kg
Front glass	4 mm thick

CERTIFICATION

Modules qualified according to: IEC 61215

WARRANTY

- 90% power output for 10 years
- 80% power output for 25 years

CELLE FV DI SILICIO MONOCRISTALLINO



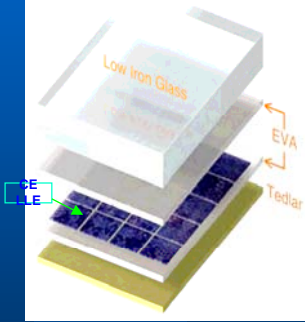
Le due stringhe da 9 moduli ciascuna (pari a 1,575 kWp) sono direttamente collegate all'inverter in modo che possano "lavorare" sempre in modo ottimale ed indipendente l'una dall'altra.

28/04/2009

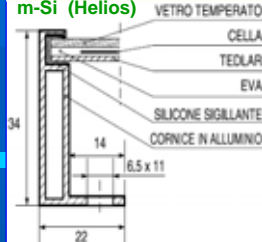
- 1 PV cells: high power with 125mm x 125mm "pseudo-square" monocrystalline silicon.
- 2 Front side: textured tempered high transmittance glass.
- 3 Encapsulant: EVA pottant, UV stabilised.
- 4 Back side: PVF/PET/PVF.
- 5 Junction Box: IP 55 waterproof junction box equipped with 3-bypass diodes for an effective protection against hot spots. Fast connectors for easy mounting.

10

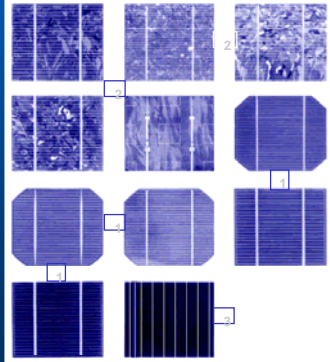
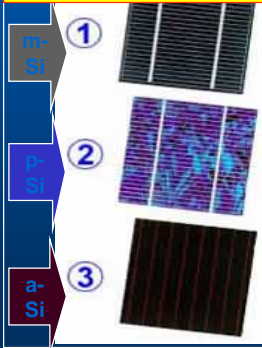
SANDWICH MODULO IN SILICIO CRISTALLINO



SEZIONE DI UN MODULO m-Si (Helios)



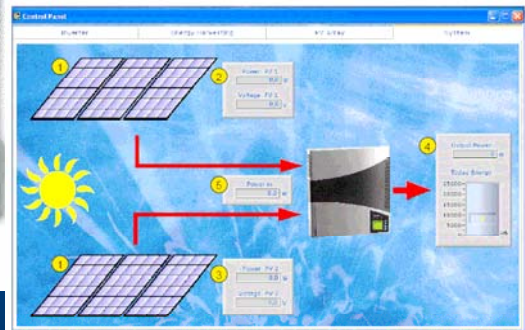
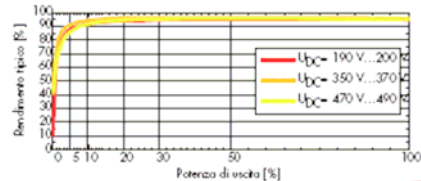
CELLE FOTOVOLTAICHE DI SILICIO



Cellule fotovoltaiche di silicio nei tre tipi: policristalline, monocristalline e ammorfo. (Fonte: Schuco International)

28/04/2009

L'INVERTER SOLARE: modello PVI 3600 POWER-ONE



L'inverter è dotato di doppia sezione d'ingresso per la connessione di due stringhe con MPPT indipendente e rendimento fino al 96% di conversione.

28/04/2009



Datalogger per acquisizione dati

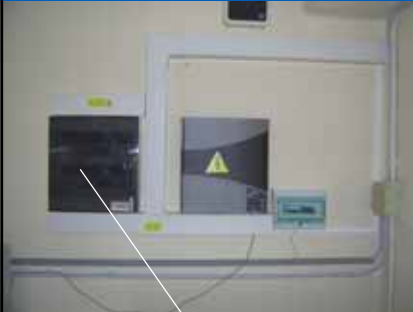
12

L'IMPIANTO REALIZZATO

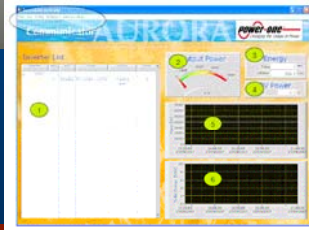
Il quadro, l'inverter ed il datalogger in funzione

Il sistema di acquisizione dati è stato collegato anche ad un sensore di irraggiamento

Il display dell'inverter



Il display del datalogger



<http://81.88.255.54>

28/04/2009

13

L'IMPIANTO REALIZZATO

La diffusione dei dati in tempo reale

L'ATRIO DELLA SCUOLA



Potenza istantanea in kW

Energia prodotta in kWh dall'attivazione

CO2 evitata dall'attivazione



Potenza nominale dell'impianto in kWp: dato fisso

Ore di produzione dall'attivazione

Euro risparmiati dall'attivazione considerando il conto energia

28/04/2009

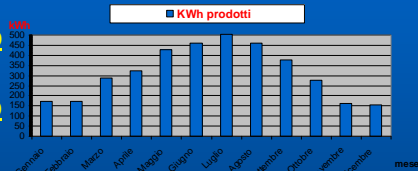
14

Obiettivi principali del progetto

- 1) energia elettrica pulita prodotta pari a circa 3400-3500 kWh all'anno
- 2) riduzione della produzione totale di CO2 di circa 2.450 Kg all'anno
- 3) potenziamento efficace della didattica dei corsi, affiancando ai classici elementi teorici anche elaborazioni ed analisi di dati pratici e concreti relativi al funzionamento dell'impianto FV
- 4) opera di divulgazione e di approfondimento della tecnologia fotovoltaica da attuare ad ampio spettro all'interno della scuola ed altresì verso l'esterno
- 5) sperimentazione didattica ed elaborazione dati pilota
- 6) Riduzione dei consumi elettrici di circa 600 Euro annui

IMPIANTO FOTOVOLTAICO
"ITIS TORRIANI" - CREMONA

ENERGIA PRODOTTA



28/04/2009

15

L'ASPETTO ECONOMICO

Il costo progettuale per l'esecuzione dell'impianto completo di sistema di acquisizione dati e DISPLAY GIGANTE montato nell'atrio dell'Istituto ammonta ad Euro **23.000,00** (iva 10% pari ad Euro **2.300,00**) = Euro **25.300,00** (totale comprensivo di iva), Euro 460,00 per le spese tecniche relative alla progettazione, direzione lavori e certificato di regolare esecuzione ed Euro 1.000,00 per contributo all'Istituto.

L'impianto al netto degli optional è costato Euro 20.680,00 compresa IVA pari a 6.565,00 Euro/kWp



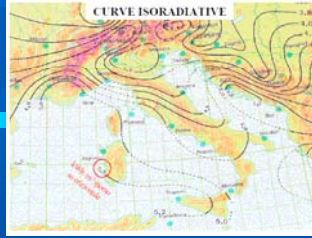
		TOTALE
Amministrazione Provinciale di Cremona		Euro 26.760,00 (mutuo)
Contributo Ministero	Euro 10.000,00	Euro 10.000,00

28/04/2009

16

La producibilità energetica dell'impianto

- Analisi del sito
- La localizzazione generale



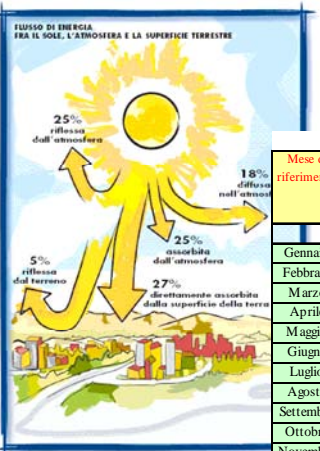
UNI 10349 per Cremona

Atlante Europeo

Fonte Enea anni 94-99

Fonti di rilevamento locali

Inclinazione 30°

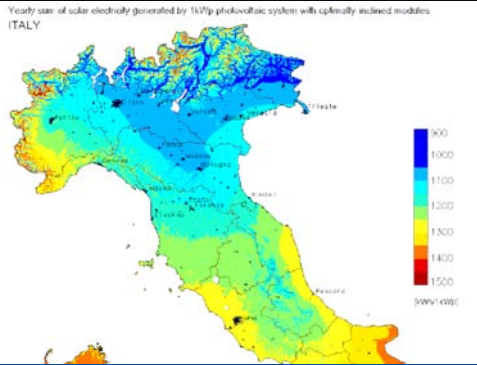


Mese di riferimento	MJ/mq al giorno	KWh/mq al giorno	Giorni	KWh/mq	Coefficiente correttivo caso 1	Coefficiente correttivo caso 2	Rendim. Impianto	mq impianto	Produttività caso 1	Produttività caso 2
Gennaio	7,69	2,136	31	66,22	1,1	1,12	10%	23	167,5	170,6
Febbraio	9,046	2,513	28	70,36	1,1	1,12	10%	23	178,0	181,2
Marzo	13,109	3,641	31	112,88	1,1	1,12	10%	23	285,6	290,8
Aprile	14,945	4,151	30	124,54	1,1	1,12	10%	23	315,1	320,8
Maggio	19,182	5,328	31	165,18	1,1	1,12	10%	23	417,9	425,5
Giugno	20,363	5,656	30	169,69	1,1	1,12	10%	23	429,3	437,1
Luglio	21,017	5,838	31	180,98	1,1	1,12	10%	23	457,9	466,2
Agosto	18,701	5,195	31	161,04	1,1	1,12	10%	23	407,4	414,8
Settembre	16,21	4,503	30	135,08	1,1	1,12	10%	23	341,8	348,0
Ottobre	8,87	2,464	31	76,38	1,1	1,12	10%	23	193,2	196,8
Novembre	6,817	1,894	30	56,81	1,1	1,12	10%	23	143,7	146,3
Dicembre	6,205	1,724	31	53,43	1,1	1,12	10%	23	135,2	137,6
Anno	13,54	3,76	365	1.372,58	1,1	1,1	0,1	23,0	3.472,6	3.535,8

28/04/2009

La producibilità energetica

- Analisi del sito
- La localizzazione generale



ORIENTAMENTO	INCLINAZIONE			
	0°	30°	60°	90°
Est	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ovest	0,93	0,96	0,88	0,66
Ovest	0,93	0,90	0,78	0,55

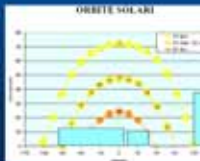
Fonte: Pitagora
 : posizione da evitare se non costretti da un'integrazione architettonica

Nota: questo prospetto non include eventuali ostacoli che potrebbero ridurre la produzione annuale. Assai da questo fattore è possibile dedurre che la produzione media è data semplicemente dalla moltiplicazione delle celle per la potenza nominale degli impianti di calcolo del potenziale fotovoltaico sono in allegato.

- Irraggiamento (KW/m²) e Insolazione (KWh/m²/d)
 - latitudine del sito
 - giorno, ora, presenza di ostacoli
 - condizioni meteorologiche

- Riflettanza del terreno
 - coefficiente di albedo, che dipende dal tipo di suolo:

erba 0,15 - 0,25
 neve fresca 0,82
 asfalto 0,09 - 0,15



Per l'Itis: fattore di correzione 0,96 e circa 1090 kWh annui per kWp di impianto

28/04/2009

L'energia prodotta dopo un anno di funzionamento

Primo kWh prodotto il giorno 1 MARZO 2008;

Anno 2008-2009	kWh progettuali	kWh prodotti reali	Differenza
Marzo	285	327	+ 42
Aprile	315	341	+ 26
Maggio	417	413	- 4
Giugno	429	420	- 9
Luglio	458	489	+ 31
Agosto	407	454	+ 47
Settembre	342	321	- 21
Ottobre	193	194	+ 1
Novembre	144	114	- 30
Dicembre	135	78	- 57
Gennaio 09	167	38	- 129
Febbraio 09	178	204	+ 26
	3.470	3.393	- 77

28/04/2009



Ombreggiamenti persistenti dovuti ad alberature molto alte che hanno ridotto la produzione del 20-25 %

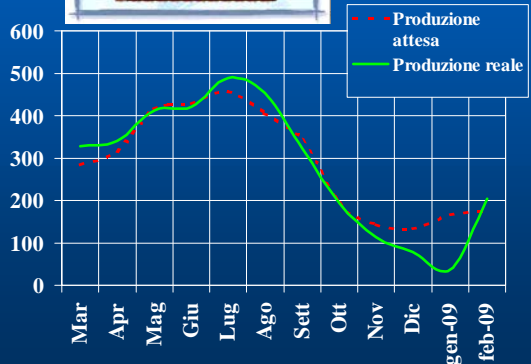
Nevicata abbondante

19

L'energia prodotta dopo un anno di funzionamento

Anno 2008-2009	kWh progettuali	kWh prodotti reali	Differenza
Marzo	285	327	+ 42
Aprile	315	341	+ 26
Maggio	417	413	- 4
Giugno	429	420	- 9
Luglio	458	489	+ 31
Agosto	407	454	+ 47
Settembre	342	321	- 21
Ottobre	193	194	+ 1
Novembre	144	114	- 30
Dicembre	135	78	- 57
Gennaio 09	167	38	- 129
Febbraio 09	178	204	+ 26
	3.470	3.393	- 77

28/04/2009



20

L'energia prodotta a confronto

Itis "Torriani"

Istituto "Ala Ponzone Cimino"

Planura padana
poco
soleggiata

Poco
soleggiato
per
nebbie e
nubi
basse

Anno 2008-2009	kWh progettuali	kWh prodotti reali	Differenza
Marzo	285	327	+ 42
Aprile	315	341	+ 26
Maggio	417	413	- 4
Giugno	429	420	- 9
Luglio	458	489	+ 31
Agosto	407	454	+ 47
Settembre	342	321	- 21
Ottobre	193	194	+ 1
Novembre	144	114	- 30
Dicembre	135	78	- 57
Gennaio 09	167	38	- 129
Febbraio 09	178	204	+ 26
	3.470	3.393	- 77

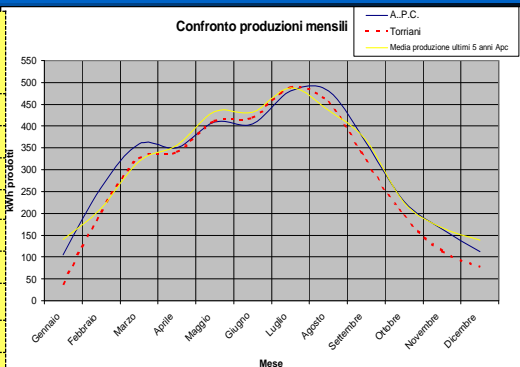
Anno 2008-2009	Media kWh prodotti ultimi 5 anni	kWh prodotti reali	Differenza
Marzo	319	360	+ 41
Aprile	357	350	- 7
Maggio	433	409	- 24
Giugno	432	405	- 27
Luglio	488	481	- 7
Agosto	435	480	+ 45
Settembre	367	362	- 5
Ottobre	225	228	+ 3
Novembre	167	164	- 3
Dicembre	138	113	- 25
Gennaio 09	141	105	- 36
Febbraio 09	212	258	+ 46
	3.714	3.715	+ 1



28/04/2009

L'energia prodotta a confronto

Anno 2008-2009	kWh reali "Torriani"	kWh reali "A.P.C."	Differenza	%
Marzo	327	360	- 33	-9,16
Aprile	341	350	- 9	-2,57
Maggio	413	409	+ 4	+ 0,98
Giugno	420	405	+ 15	+ 3,70
Luglio	489	481	+ 8	+ 1,66
Agosto	454	480	- 26	-5,41
Settembre	321	362	- 41	-11,32
Ottobre	194	228	- 34	-14,91
Novembre	114	164	- 50	-30,48
Dicembre	78	113	- 35	-30,97
Gennaio 09	38	105	- 67	-63,80
Febbraio 09	204	258	- 54	-26,47
	3.393	3.715	- 322	- 8,66



L'inclinazione del generatore di soli 10-11° comporta una riduzione di produzione di circa il 4-5%, mentre nei mesi tra Novembre e Febbraio la perdita è dovuta a persistenti ombreggiamenti nella parte iniziale e terminale delle giornate quando in genere la traiettoria del sole è molto bassa.

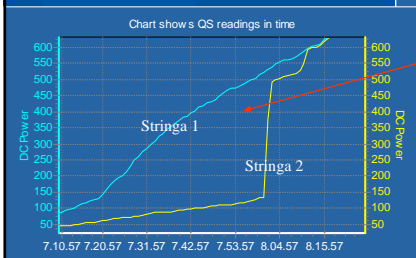
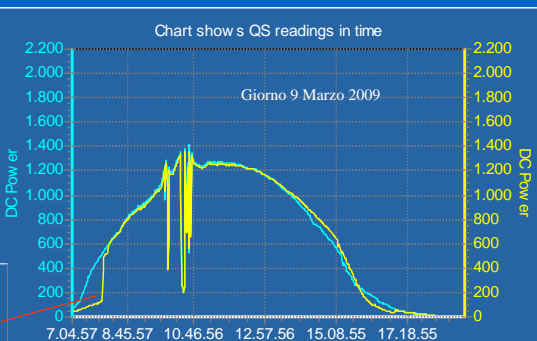
La minima inclinazione è desumibile dalle ottime prestazioni del generatore nei mesi da Aprile a

Luglio

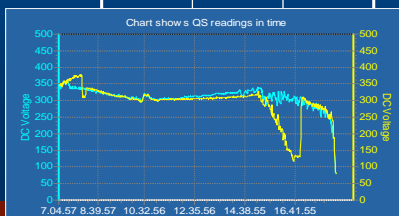
28/04/2009

Curiosità: l'ombreggiamento

Anno 2008-2009	kWh reali "Torriani"	kWh reali "A.P.C."	Differenza
Novembre	114	164	- 50
Dicembre	78	113	- 35
Gennaio 09	38	105	- 67
Febbraio 09	204	258	- 54



Stringa 1	Stringa 2	Generatore
7,33 kWh	7,15 kWh	14,48 kWh



Perdita quantificata in 0,4 kWh

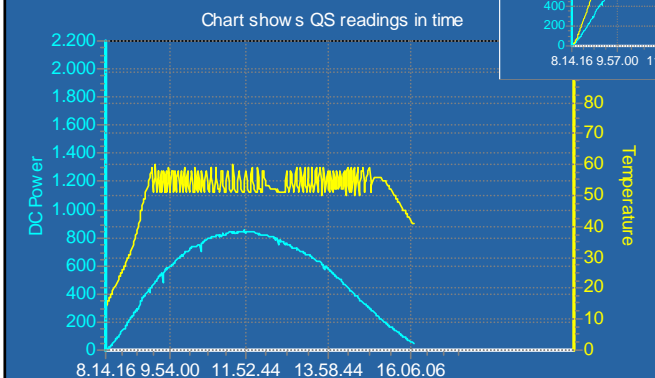
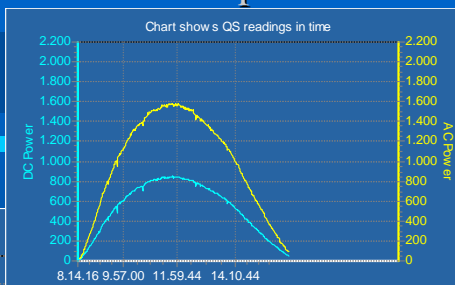
28/04/2009

23



Giorno 10 Gennaio 2009

Curiosità: la temperatura



I pannelli utilizzati al silicio monocristallino hanno un calo di potenza di circa lo 0,4 % per ogni grado centigrado superiore a 25°C

28/04/2009

24

Grazie dell'attenzione