



Muzzano, 28 maggio 2010
Ris. Mun. 1746/22.03.2010

Messaggio Municipale no. 8/2010
Concernente la richiesta di credito straordinario di Fr. 885'000.00
per il rifacimento della copertura dei tre corpi costituenti il centro comunale
(aule scolastiche e sala multiuso) e per la posa di elementi fotovoltaici .

Signori Consiglieri Comunali,

la copertura di una parte del centro comunale necessita di un intervento radicale di sostituzione a causa delle manifeste infiltrazioni d'acqua.

Premessa

Questa infrastruttura pubblica è stata progettata dallo studio d'architettura Buletti e Fumagalli che ha ricevuto mandato nell'ottobre 1993.

L'incarico era stato determinato dall'esito del concorso ad invito al quale erano stati invitati a partecipare 5 professionisti.

Nel marzo 1995 il Consiglio Comunale ha autorizzato la costruzione ed ha concesso il relativo credito ammontante a fr. 8'400'000.--. I lavori sono terminati nell'ottobre 1998.

Già nel corso della scorsa legislatura si sono constatate le prime infiltrazioni d'acqua dal tetto.

Sono stati messi in atto a più riprese interventi di riparazione puntuali segnatamente la sostituzione di numerose tegole, modifiche al canale di gronda e modifiche provvisorie del sottotetto.

La causa principale di questa situazione è dovuta alla ripetuta rottura delle tegole, assai fragili, in particolar modo negli angoli. Si tratta di tegole piane tipo "Duranit" posate su un piano inclinato.

A quel momento le indicazioni del costruttore garantivano, in queste condizioni, impermeabilità e durata.

Ci si è dovuti render conto, nell'ambito degli accertamenti avvenuti in seguito, che la ditta produttrice aveva fatto fallimento e che chi ha ripreso il prodotto ha modificato le condizioni tecniche per la garanzia, segnatamente aumentando notevolmente la pendenza minima di posa. Anche in tali nuove condizione rimane tuttavia il fatto che le tegole sono fragili e quindi poco resistenti in caso di accesso alla copertura senza prendere le precauzioni del caso.

La perizia fatta allestire sui danni subiti dalle parti di tetto non più stagne, ha messo in evidenza che purtroppo c'è stato un concatenamento di fattori di degrado tale da richiedere il rifacimento dei tetti medesimi fino alla struttura portante.

In effetti le rotture di numerose tegole hanno permesso l'entrata dell'acqua che ha fatto marcire le lastre di legno che permettono la posa delle tegole medesime, con ciò le viti di fissaggio della listonatura si sono allentate e pertanto le protezioni delle viti non impedivano più alla pioggia di penetrare oltre l'impermeabilizzazione andando così a danneggiare anche la sottostante isolazione termica.

Questo fenomeno interessa ben due tetti su tre, ossia quello est e quello sud, mentre ne è risparmiato il tetto del corpo ovest ossia quello che ricopre la sala multiuso.

Il tetto della palestra è pure lui esente da danni.

Approccio preliminare

La soluzione d'intraprendere una riparazione adottando materiali simili ma di maggior robustezza è stata subito scartata.

Infatti a fronte di una spesa comunque ingente non vi sarebbe stato un sensibile miglioramento con ricadute positive generanti un plus valore dell'opera.

Facciamo riferimento, in particolare, ai disagi causati dalla modesta isolamento termica ora presente che, oltre a generare spese energetiche non indifferenti nei mesi freddi, non garantisce nemmeno un confortevole utilizzo dei vani nei mesi più caldi.

In periodi estivi le temperature interne nei locali sono di fatto molto elevate.

Riguardo le tegole ora presenti si fa osservare quanto sopra indicato che nel frattempo le disposizioni tecniche del fabbricante sono state modificate: la pendenza minima della falda è stata aumentata verosimilmente per esperienze negative di questo prodotto posato a pendenze limitate.

Nel nostro caso l'aumento delle pendenze delle falde non è proponibile poiché ciò modificherebbe in modo sostanziale non solo la struttura del tetto, ma anche l'aspetto architettonico del complesso edilizio.

Sentiti i pareri di diversi esperti e soprattutto dell'architetto costruttore e visto che in ogni caso il costo dell'intervento sarebbe stato finanziariamente gravoso sono state analizzate diverse soluzioni "moderne" ed "ecologiche" al passo con i tempi e coerenti con l'impegno di un comune che partecipa attivamente all'Associazione "Svizzera Energia". Per questo, oltre a soluzioni di tipo più classico, abbiamo fatto elaborare anche varianti con la posa di elementi fotovoltaici integrati con la nuova copertura.

Va segnalato che:

- il nostro Comune ha aderito all'associazione Svizzera Energia ;
- sia a livello Cantonale che Nazionale vi è più sensibilità per una politica energetica rispettosa dell'ambiente, politica che viene stimolata anche da aiuti economici e contributi di consulenza tecnica;
- l'impiego di energia rinnovabile è da privilegiare in particolar modo dall'Ente pubblico quale esempio e di stimolo nei confronti della cittadinanza.

Considerando ciò il Municipio ha deciso di incaricare la SUPSI di esaminare la fattibilità e la redditività di un impianto fotovoltaico da installare sul tetto del Centro Comunale, collaborando strettamente con lo studio d'architettura incaricato del progetto di risanamento.

La SUPSI si è espressa con diversi rapporti sulle varianti esaminate.

Questo esame tecnico concretamente conclude con considerazioni favorevoli per questa installazione propendendo, in considerazione del favorevole rapporto tra i costi ed i benefici per stuoie con silicio amorfo, piuttosto che per elementi di silicio cristallino.

Dopo attenta valutazione il Municipio ha sottoposto per discussione preliminare alla Commissione Edilizia del CC questa ipotesi visto che si tratta comunque di un intervento di un certo rilievo dal profilo economico.

Quest'ultima si è espressa in modo positivo, esito che ha stimolato il Municipio a proseguire nel perfezionamento degli studi.

Varianti esaminate

Sulla scorta delle informazioni assunte in materia di applicazione di pannelli fotovoltaici su coperture sono state prese in esame le seguenti varianti:

A1 – lastre metalliche Rheizink

A2 – tegole eternit piane di grandi dimensioni

A3 - manto plastico - tipo Sarnafil

Tutti questi materiali di copertura permettono l'applicazione dei pannelli fotovoltaici.

I tempi d'esecuzione sono pressoché identici e si possono quantificare in circa 4 mesi lavorativi.

Per questioni di carattere architettonico la soluzione A3 è stata scartata.

La Variante A2, non esiste nella forma della combinazione con stuoie di silicio amorfo, ma solo nella forma dell'integrazione di pannelli di ugual dimensioni come le tegole inerti, ma con pannelli di silicio cristallino, i quali richiedono una protezione con lastre di vetro, sensibili e molto riflettenti.

La tabella (allegata) riporta i costi conseguenti per le due soluzioni (A1 e A2).

Per ognuna di queste due soluzioni è stata elaborata una variante con l'integrazione di pannelli fotovoltaici e meglio:

A1.1 - lastre metalliche con pannelli fotovoltaici

A2.1 - eternit con pannelli fotovoltaici - superficie totale

A2.2 - eternit con pannelli fotovoltaici - superficie parziale

L'architetto raccomanda la soluzione con lastre metalliche Rheizink, con copertura con stuoie di silicio amorfo estesa ai tre corpi di fabbrica con tetto ad una falda (escluso quindi il tetto della palestra) e cioè la soluzione A1.1 della tabella.

Il Municipio, ritenuto che l'isolazione (che verrà potenziata al punto da rispettare i criteri Minergie) e l'impermeabilizzazione nonché la sottostruttura portante del materiale di copertura sono comparabili nel prezzo, concorda per questa soluzione, in quanto è considerata la più idonea, qualora si voglia perseguire una ragionevole politica energetica.

Essa ha un costo non indifferente, sensibilmente superiore a quello di un mero risanamento delle parti danneggiate dell'attuale tetto.

Trattandosi di un edificio importante per la vita comunale, molto visibile anche dall'alto, si ritiene giusto uniformare l'aspetto architettonico dei tre corpi di fabbrica, Est, Sud e Ovest, anticipando così i tempi di una grande manutenzione che potrebbe rendersi necessario a medio termine anche per il corpo ovest. Questo permetterà altresì di migliorare notevolmente la vivibilità di questo importante servizio, mediante il potenziamento dell'isolazione termica.

Lavori supplementari

Nell'ambito dei lavori di rifacimento della copertura si intende procedere anche a interventi di manutenzione straordinaria e di riparazione dei danni patiti a causa delle infiltrazioni.

Si tratta principalmente di lavori di rinnovamento di masticature, di sostituzione di velette, telai e coprifili in legno rigonfiati e di tinteggi dove è necessario.

Costi

La soluzione proposta dal Municipio per la nuova copertura dei tre corpi comporta una spesa totale di fr 848'500.-- come risulta dalla tabella allegata.

Gli interventi supplementari sono quantificati in fr. 35'000.--.

L'importo dei lavori previsti è pertanto di fr. 883'500.-- che è arrotondato in fr. 885'000.--.

Il Municipio si è attivato per la richiesta di contributi e sussidi per quanto riguarda l'impianto fotovoltaico. Visto il grande interesse di altri enti pubblici non abbiamo garanzia di sussidio.

Il nostro Comune è comunque attualmente in lista d'attesa nel caso vengano ripristinati i crediti o di rinuncia all'esecuzione da parte di altri partecipanti ai quali è già stato accordato il sussidio.

Pari richiesta verrà introdotta anche per il risanamento del tetto con adattamento dell'isolazione termica ai criteri minergie in quanto per questi interventi è stato recentemente istituito un sussidio cantonale.

L'ordine di grandezza (di grande massima) dell'eventuale sussidio e dei contributi è indicativamente quantificabile in circa fr. 90'000.--.

Non va nemmeno sottaciuto il fatto che la discussione a livello nazionale sul valore economico dell'energia rinnovabile prodotta è ancora in corso e che le prospettive per il conseguimento di un prezzo politico importante sono giudicate buone.

Al momento tuttavia il Municipio preferisce essere prudente e calcolare il vantaggio del solo risparmio energetico che si potrà in ogni caso conseguire mediante l'immissione diretta in rete dell'energia prodotta ai valori attuali di mercato.

Per questo motivo il Municipio richiede a questo CC il credito globale della spesa . Eventuali sussidi o contributi saranno dedotti dal montante globale d'investimento.

Dal profilo della sopportabilità finanziaria, il presente investimento, che ha peraltro carattere d'urgenza, è stato introdotto nei dati del Piano finanziario provvisorio e risulta indubbiamente sopportabile.

Indicazione sulle conseguenze finanziarie (art. 164b LOC)

Le conseguenze finanziarie inerente il messaggio in oggetto sono state verificate tramite l'esame del piano finanziario preliminare.

Il piano finanziario preliminare indica che è possibile eseguire la spesa d'investimento prevista, mantenendo invariato l'attuale moltiplicatore.

Nell'ambito dell'allestimento del piano finanziario definitivo verrà adeguato l'ammontare dell'investimento sulla base del messaggio in esame.

Per le argomentazioni sopra espresse il Municipio invita questo Consiglio Comunale a voler

Risolvere:

1. E' accordato un credito straordinario di Fr. 885'000.00 per il rifacimento della copertura dei 3 corpi costituenti aule e sala multiuso del centro comunale;
2. L'esecuzione avverrà mediante lastre metalliche Rheizink con integrazione di pannelli fotovoltaici a silicio amorfo;
3. Eventuali sussidi o contributi andranno in deduzione del credito richiesto;
4. il credito è da utilizzare entro il 30 giugno 2011;
5. Il credito verrà iscritto nel capitolo investimenti ed ammortizzato secondo i dispositivi dell'art. 12 DELOC.

PER IL MUNICIPIO

Il Sindaco:
Oliver Korch



Il Segretario f.f.
Domenico Barletta

Per esame e rapporto:

Commissione		
Gestione	Legislazione	Edilizia
X		x

SCUOLE ELEMENTARI DI MUZZANO - NUOVE COPERTURE TETTI A FALDA

CCC	DESCRIZIONE	VARIANTE A1	VARIANTE A11	VARIANTE A2	VARIANTE A21	VARIANTE A 22
1	Lavori preliminari	40'000	CU_Ti_ZINK * (senza imp. solare)	Copertura in lastre ETERNIT ** (INTEGRALPLAN senza imp. solare)	Copertura in lastre MegaSiate II *** (imp. Solare 86 KW)	Copertura in lastre MegaSiate II **** (imp. Solare 31 KW+copertura finta falda NE)
211.1	Ponteggi	25'000	(potenza installata 31Kw-mq 520)	40'000 25'000	40'000 25'000	40'000 25'000
222	Opere da lattoniere	41'000		35'000	35'000	35'000
224.0	Copertura tetti a falda	226'000	41'000	180'000	84'000	84'000
224.2			226'000			
224.3	Demolizioni e rimozioni fino all'isol.esistente (non compreso)	22'000	22'000	22'000	22'000	22'000
230	Installazione di cantiere	4'500	4'500	4'500	4'500	4'500
289	Impianti elettrici	0	80'000	0	80'000	80'000
291	Diversi	15'000	15'000	15'000	15'000	15'000
293	Onorario architetto	37'000	37'000	37'000	37'000	37'000
296	Onorario ing.elettrotecnico	0	0	0	0	0
330	Onorario fisica della costr.	3'000	3'000	3'000	3'000	3'000
512.1	Impianto fotovoltaico	0	247'000	0	545'000	500'000
525	Allacciamento alla rete ALL	0	5'000	0	5'000	5'000
	Riproduzioni, spese	2'500	5'000	2'500	5'000	5'000
	Totale (iva escl.)	416'000	798'500	364'000	948'500	903'500
583	Riserva e manutenzione	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000
	Totale (iva escl.)	466'000	848'500	414'000	998'500	953'500

* I preventivi delle coperture in Cu-Ti-Zink sono state calcolate sulla base di un preventivo della ditta Donada SA del 20.5.2009

** Il preventivo con pertura in lastre di Eternit è calcolato sulla base del preventivo allegato dalla ditta Laube SA del 8.5.2009

*** Il preventivo è stato calcolato sulla base del preventivo della ditta Laube del 15.2.2010

****Calcolato sulla base della var. 86Kw con rid. 250 -/m2 per copertura finta fotovoltaica

Indice

1. Basi.....	3
2. Progettazione preliminare	4
3. Conclusioni.....	6
Allegato A (Simulazione impianto FV, SolarFabrik)	7
Allegato B (Specifiche sistema di fissaggio Rheinzink)	16
Allegato C (Scheda modulo Uni Solar PVL68)	18

1. Basi

Nel seguente rapporto la variante Unisolar proposta in precedenza (cfr. “Elaborazione varianti impianto FV centro comunale di Muzzano”) è attuata supponendo di installare i pannelli fotovoltaici tramite prodotti della Rheinzink, come richiesto dal committente.

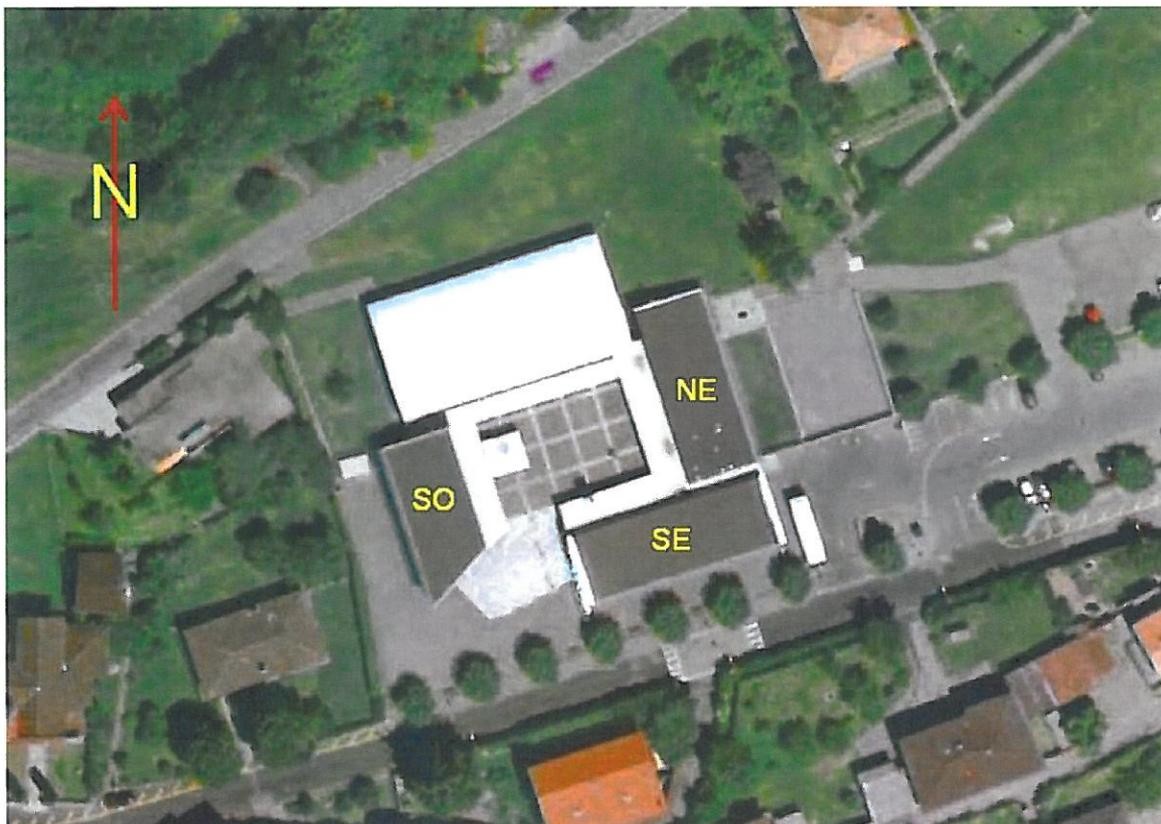


Figura 1: Vista dall'alto del centro comunale. Gli edifici considerati per il progetto sono quelli indicati in figura: sud-est (SE), sud-ovest(SO) e nord-est(NE).

Ogni modello di modulo FV può essere montato sul tetto mediante differenti sistemi di fissaggio, che viene scelto in base a caratteristiche quali: l'aspetto, l'impermeabilità, la facilità di montaggio,...

La scelta del sistema di fissaggio determina la superficie totale occupata per la sistemazione del modulo e, quindi, la superficie totale dell'impianto. A dipendenza dal modo in cui è possibile combinare le geometrie del sistema di fissaggio con quelle del tetto, sarà possibile installare più o meno moduli sullo stesso tetto.

La simulazione riportata nel presente rapporto modifica solamente i dati relativi alla variante Unisolar, tutte le informazioni presenti nei rapporti precedenti sono da intendersi tutt'ora valide.

2. Progettazione preliminare

Variante UniSolar

Questa variante considera l'utilizzo di moduli PVL68 in silicio amorfo della ditta Uni Solar e inverter della ditta SMA per un impianto della potenza totale (sui tre tetti) di circa 31 kW.

Il sistema di fissaggio considerato è il "Solar FV Aggraffatura" della ditta Rheinzink (vedi allegato B). Le caratteristiche principali dell'impianto sono raggruppate in tabella.

Tabella 1. Caratteristiche principali dell'impianto Integrato.

	SE	SO	NE	Totale
Tipologia Impianto	Integrato			
Superficie Impianto (m ²)	212	146	162	520
Modello moduli	PVL-68			
Produttore moduli	Uni Solar			
Tipologia moduli	Silicio amorfo			
Potenza modulo (W)	68			
Quantità moduli	189	130	144	463
Potenza impianto (kW)	13	9	9	31
Modello inverter	Sunny Mini Central, 7000 e 10000 TL			
Produttore inverter	SMA			
Potenza inverter (kW)	7 e 10			
Quantità inverter	1x10	1x7	1x7	3

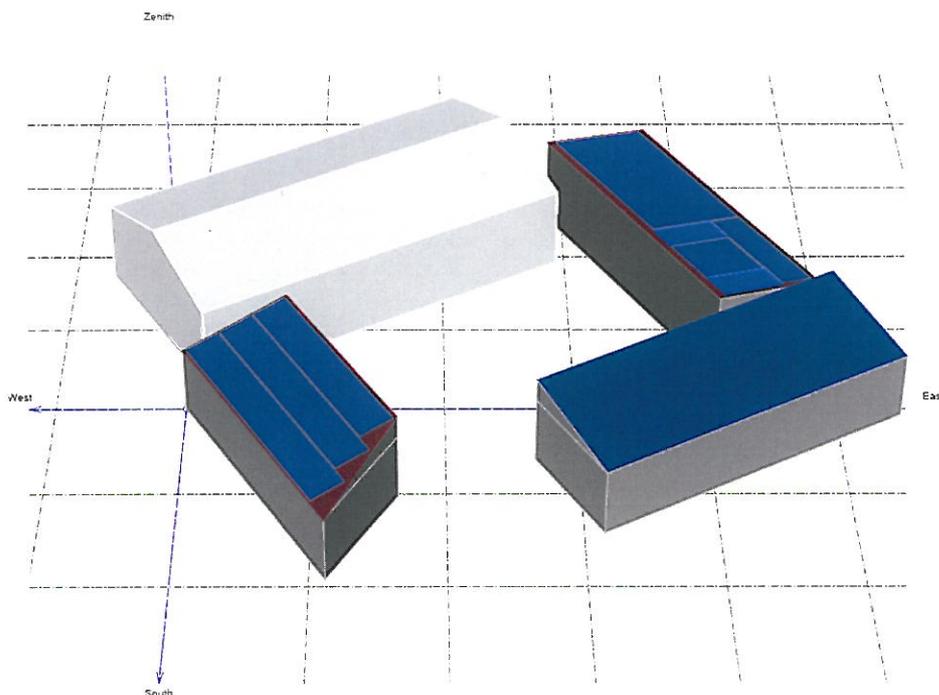


Figura 2: Ricostruzione 3D del plesso scolastico. Le aree blu intenso rappresentano la superficie occupata dai moduli fotovoltaici mentre le aree più chiare (presenti solo sul tetto NE) rappresentano gli elementi fittizi.

Resa energetica annuale

Sulla base delle caratteristiche dell'impianto, il rilievo dell'orizzonte e i dati meteo il programma PVSyst permette di effettuare una valutazione della resa energetica annuale. Di seguito sono riportati i risultati principali.

Tabella 2. Risultati principali dei valori di produzione energetica e indice di rendimento per la variante Integrato

	SE	SO	NE	Totale
Energia prodotta (MWh/anno)	15	10	10	35
Specifico (kWh/kW/anno)	1199	1126	1027	1129
Indice di rendimento (%)	85.0	82.5	83.0	83.7

Bilancio economico

Un bilancio economico è stato allestito considerando la messa in funzione dell'impianto nel 2009, applicando il sistema di remunerazione a copertura costi secondo l'ordinanza sull'energia. Di seguito i risultati principali.

Tabella 3. Risultati principali del bilancio economico considerando la tariffa di ripresa a copertura costi (RIC) per impianto Integrato.

	SE	SO	NE	Totale
Investimento netto (CHF)*	137'000	87'000	95'000	319'000
Costo dell'energia (CHF/kWh)	0.57	0.60	0.60	0.59
Tasso di remunerazione (CHF/kWh)	0.847	0.900	0.900	0.790
Resa annua media da remunerazione (CHF)**	14'000	9'600	8'800	29'000
Capitale proprio dopo 25 anni (con prestito)***	127'000	91'000	61'000	126'000
Capitale proprio dopo 25 anni (senza prestito)	327'000	131'000	104'000	270'000

*Il prezzo indicato esclude il costo degli elementi fittizi

**La RIC dura 25 anni ed è basata sull'energia prodotta (kWh), non sulla potenza installata (kWp). A causa della naturale diminuzione di efficienza dei moduli fotovoltaici la produzione di energia annuale diminuisce nel tempo. Il valore indicato è la media annuale effettuata sui 25 anni.

***Il valore indicato è calcolato ipotizzando di usufruire di un prestito pari all'ammontare dell'investimento (ammortamento annuo: 4%; interesse annuo: 3.5%)

3. Conclusioni

I risultati concernenti la variante Unisolar con sistema di fissaggio Rheinzink sono riassunti in Tabella 4.

Tabella 4: *Sunto dei risultati principali.*

	UniSolar (a-Si), s.f. Rheinzink
Area campo fotovoltaico (m²)	520
Potenza impianto installabile (kW)	31
N° moduli	463
Costo impianto (CHF)	319'000*
Produzione stimata (kWh/kW/anno)	1129
Costo energia prodotta (CHF/kWh)	0.59
Tariffa incentivante prevista (CHF/kWh)	0.790
Capitale proprio dopo 25 anni, con prestito (CHF)	126'000

*Il prezzo indicato esclude il costo degli elementi fittizi

Essendo il settore fotovoltaico in forte espansione i costi sono indicativi e devono essere avvalorati da offerte. I prezzi, inoltre, non considerano le spese di allacciamento alla rete e la realizzazione di un eventuale locale ondatore.

Tutti gli impianti FV, in funzione dall'1.1.2006, hanno il diritto di usufruire della tariffa di ripresa a copertura dei costi, che, al momento è in fase di revisione e sospesa fino al 2012. La regolamentazione della tariffa di ripresa è riportata nella Legge sull'energia (LEne) e viene dettagliatamente definita attraverso l'ordinanza la cui revisione è stata recentemente approvata (www.swissgrid.ch).

Ringraziandovi per la fiducia,
l'Istituto di Sostenibilità Applicata all'Ambiente Costruito
Lorenzo Fanni

Canobbio, 29.05.2009

Allegato A (Simulazione impianto FV, SolarFabrik)

Tetto Sud-Est

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI. Lugano		29/05/09	Page 1/3
Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland				
Sistema collegato alla rete: Parametri di simulazione				
Progetto :	Scuola Muzzano			
Ubicazione impianto	Muzzano	Paese	Svizzera	
Situazione	Latitudine	46 0°N	Longitudine	8 6°E
Tempo definito come	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	395 m
	Valori albedo mensili	0.20		
Dati meteo :	Muzzano . synthetic hourly data			
Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_SE_UniSolar				
	Data della simulazione 28/05/09 12h08			
Parametri di simulazione				
Orientamento del piano dei collettori	Inclinazione	12°	Azimut	-30°
Orizzonte	Altezza media	8.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Caratteristiche del campo FV				
Modulo FV	a-Si:H tripple	Modello	PVL-68	
		Produttore	Uni-Solar	
Numero di moduli FV		In serie	27 moduli	In parallelo 7 stringhe
Numero totale di moduli FV		No. moduli	189	Potenza nom. unitaria 68 Wp
Potenza globale del campo		Nominale (STC)	13 kWp	In cond. Operative 12 kWp (50°C)
Caratt. di funzionamento del campo FV (50°C)	V mpp	428 V		1 mpp 28 A
Superficie totale	Superficie modulo	212 m²	Superficie cella	177 m²
Fattore di perdita del campo FV				
Fattore di perdite termiche	ko (cost)	29.0 W/m²K	kv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp (800 W/m², Tamb=20°C, wind 1 m/s)			NOCT	45 °C
Perdite ohmiche di cablaggio	Res. globale campo	176.8 mOhm	Frazione persa	1.0 % a STC
Perdite diodo di serie	Caduta di potenziale	0.7 V	Frazione persa	0.1 % a STC
Perdita di qualità			Frazione persa	3.0 %
Perdita di mismatch			Frazione persa	2.0 % a MPP
Effetto di incidenza	IAM =	1-bo (1/cos i - 1)	Parametro bo	0.05
Parametro del sistema	Tipo di sistema	Sistema collegato alla rete		
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 10000 TL		
	Produttore	SMA		
Caratteristiche inverter	Tensione di funzionamento	335-500 V	Potenza nom. unitaria	10 kW AC
Bisogni dell'utilizzatore :	Carico illimitato (rete)			

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI. Lugano	29/05/09	Page 2/3
--------------	----------------------------	----------	----------

Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland

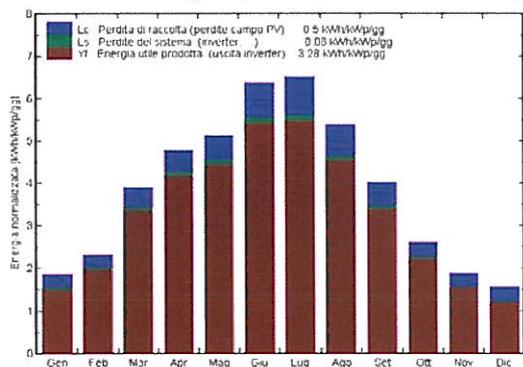
Sistema collegato alla rete: Risultati principali

Progetto : Scuola Muzzano
Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_SE_UniSolar

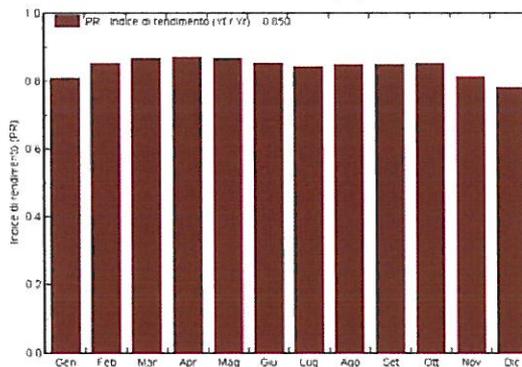
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Collegato alla rete	
Orizzonte	Altezza media	8.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento campo FV	inclinazione	12°	azimut -30°
Moduli FV	Modello	PVL-68	Pnom 68 Wp
Campo FV	No. di moduli	189	Pnom totale 13 kWp
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 10000 T	Pnom 10 kW ac
Bisogni dell'utilizzatore	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione			
Produzione del sistema	Energia prodotta	15.41 MWh/anno	Specifico 1199 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento (PR)	85.0 %	
Investimento	Globale con tasse	137300 FS	Specifico 10.7 FS/Wp
Costo annuale	Annualità (Prestito 3.5%, 25 anni)	8331 FS/a	Costo di esercizio 422 FS/a
Costo dell'energia		0.57 FS/kWh	

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 13 kWp



Indice di rendimento (PR)



Muzzano_Integrato_SE_UniSolar

Bilanci e risultati principali

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	EOutInv	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
Gennaio	46.1	2.00	57.6	52.9	615	599	5.04	4.91
Febbraio	56.4	3.00	64.4	60.9	724	707	5.29	5.17
Marzo	109.4	7.30	120.6	114.5	1373	1342	5.36	5.25
Aprile	156.1	9.90	143.7	137.4	1651	1613	5.42	5.20
Maggio	166.2	13.90	169.1	152.1	1615	1773	5.30	5.25
Giugno	189.4	17.30	191.0	183.3	2148	2097	5.30	5.16
Luglio	197.9	21.10	201.7	193.5	2239	2187	5.23	5.11
Agosto	160.7	20.40	166.9	159.2	1856	1815	5.26	5.14
Settembre	111.6	17.00	120.1	114.5	1344	1314	5.27	5.15
Ottobre	72.9	12.00	80.9	76.4	907	886	5.28	5.16
Novembre	46.8	6.10	56.6	52.2	608	593	5.06	4.93
Dicembre	37.2	3.00	48.2	43.4	497	483	4.86	4.74
Anno	1920.7	11.13	1410.2	1339.5	15775	15408	5.27	5.15

legende	GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva all'uscita del campo
	T Amb	Temperatura ambiente	EOutInv	Energia all'uscita dell'inverter
	GlobInc	Globale incidente su piano colli	EffArrR	Effic. Usata campo / sup. lorda
	GlobEff	Effective Global corr. for IAM and shadings	EffSysR	Effic. Usata sistema / sup. lorda

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI. Lugano	29/05/09	Page 3/3
--------------	----------------------------	----------	----------

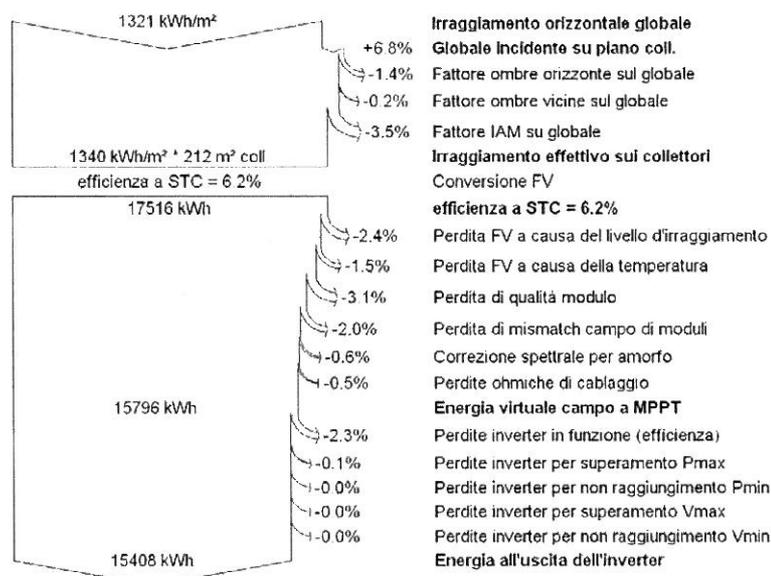
Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland

Sistema collegato alla rete: Diagramma delle perdite

Progetto : Scuola Muzzano
 Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_SE_UniSolar

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Collegato alla rete	
Orizzonte	Altezza media	8.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento campo FV	inclinazione	12°	azimut -30°
Moduli FV	Modello	PVL-68	Pnom 68 Wp
Campo FV	No. di moduli	189	Pnom totale 13 kWp
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 10000	Pnom 10 kW ac
Bisogni dell'utilizzatore	Carico illimitato (rete)		

Diagramma delle perdite sull'anno intero



Tetto Sud-Ovest

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI. Lugano		29/05/09	Page 1/3
Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland				
Sistema collegato alla rete: Parametri di simulazione				
Progetto :	Scuola Muzzano			
Ubicazione impianto	Muzzano	Paese	Svizzera	
Situazione	Latitudine	46.0°N	Longitudine	8.6°E
Tempo definito come	Ora legale	Fuso orario TU+1	Altitudine	395 m
	Valori albedo mensili	0.20		
Dati meteo :	Muzzano , synthetic hourly data			
Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_SO_Uni Solar				
	Data della simulazione	28/05/09 12h33		
Parametri di simulazione				
Orientamento del piano dei collettori	Inclinazione	12°	Azimut	60°
Orizzonte	Altezza media	8.0°		
Ombre vicine	Ombre lineari			
Caratteristiche del campo FV				
Modulo FV	a-Si:H tripple	Modello	PVL-68	
		Produttore	Uni-Solar	
Numero di moduli FV		In serie	26 moduli	In parallelo
Numero totale di moduli FV		No. moduli	130	Potenza nom. unitaria
Potenza globale del campo		Nominale (STC)	8.8 kWp	In cond. Operative
Caratt. di funzionamento del campo FV (50°C)	V mpp	413 V	I mpp	20 A
Superficie totale	Superficie modulo	146 m²	Superficie cella	122 m²
Fattore di perdita del campo FV				
Fattore di perdite termiche	ko (cost)	20.0 W/m²K	kv (vento)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (800 W/m², Tamb=20°C,	wind 1 m/s)		NOCT	56 °C
Perdite ohmiche di cablaggio	Res. globale campo	197.5 mOhm	Frazione persa	0.8 % a STC
Perdite diodo di serie	Caduta di potenziale	0.7 V	Frazione persa	0.2 % a STC
Perdita di qualità			Frazione persa	3.0 %
Perdita di mismatch			Frazione persa	2.0 % a MPP
Effetto di incidenza	IAM = 1-bo (1/cos i - 1)		Parametro bo	0.05
Parametro del sistema	Tipo di sistema	Sistema collegato alla rete		
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 7000 TL		
	Produttore	SMA		
Caratteristiche inverter	Tensione di funzionamento	335-500 V	Potenza nom. unitaria	7 kW AC
Bisogni dell'utilizzatore :	Carico illimitato (rete)			

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI, Lugano	29/05/09	Page 2/3
--------------	----------------------------	----------	----------

Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland

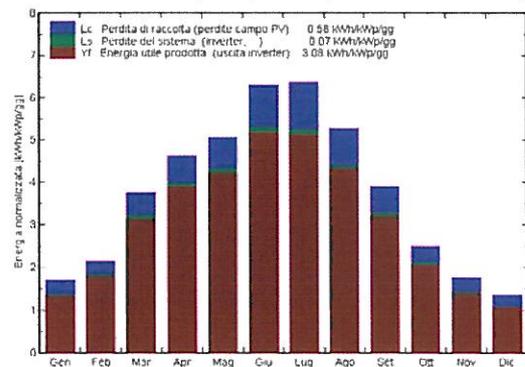
Sistema collegato alla rete: Risultati principali

Progetto : Scuola Muzzano
Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_SO_Uni Solar

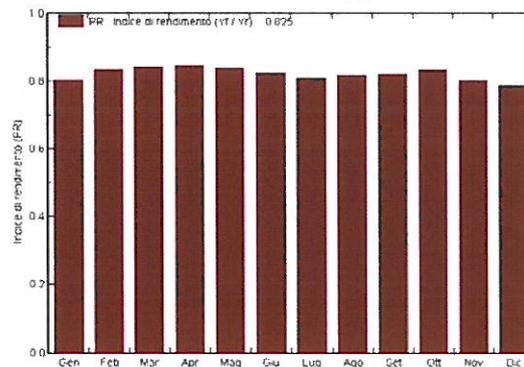
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Collegato alla rete	
Orizzonte	Altezza media	8.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento campo FV	inclinazione	12°	azimut 60°
Moduli FV	Modello	PVL-68	Pnom 68 Wp
Campo FV	No. di moduli	130	Pnom totale 8.8 kWp
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 7000 TL	Pnom 7.0 kW ac
Bisogni dell'utilizzatore	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione			
Produzione del sistema	Energia prodotta	9951 kWh/anno	Specifico 1126 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento (PR)	82.5 %	
Investimento	Globale con tasse	94021 FS	Specifico 10.6 FS/Wp
Costo annuale	Annualità (Prestito 3.5%, 25 anni)	5705 FS/a	Costo di esercizio 286 FS/a
Costo dell'energia		0.60 FS/kWh	

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 8.8 kWp



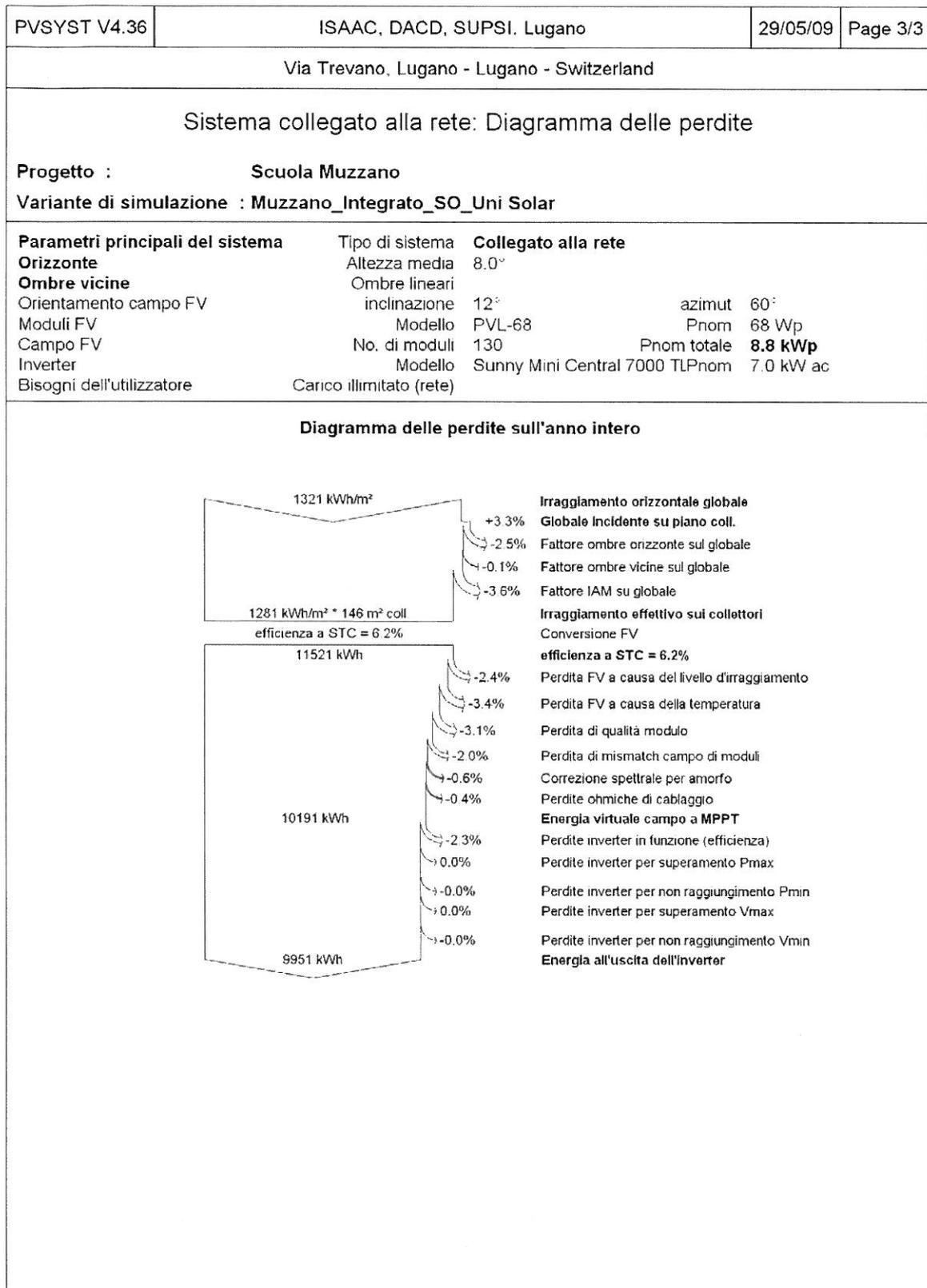
Indice di rendimento (PR)



Muzzano_Integrato_SO_Uni Solar
 Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	EOutInv kWh	EffArrR %	EffSysR %
Gennaio	46.1	2.00	52.6	48.3	392	373	4.98	4.86
Febbraio	56.4	3.00	60.4	55.9	457	446	5.18	5.06
Marzo	109.4	7.30	116.1	109.0	885	860	5.22	5.10
Aprile	136.1	9.90	139.0	131.0	1065	1040	5.25	5.13
Maggio	156.2	13.90	156.6	147.7	1189	1161	5.20	5.08
Giugno	189.4	17.30	189.1	179.0	1410	1377	5.11	4.99
Luglio	197.9	21.10	197.3	186.4	1448	1414	5.03	4.91
Agosto	160.7	20.40	163.9	154.8	1214	1187	5.08	4.96
Settembre	111.6	17.00	117.2	109.3	871	851	5.10	4.98
Ottobre	72.9	12.00	77.4	72.3	584	571	5.17	5.05
Novembre	46.8	6.10	52.8	48.4	384	375	4.99	4.86
Dicembre	37.2	3.00	41.8	38.2	299	291	4.90	4.77
Anno	1320.7	11.13	1364.1	1281.0	10189	9951	5.12	5.00

legende: GlobHor: irraggiamento orizzontale globale; T Amb: temperatura ambiente; GlobInc: Globale incidente su piano coll; GlobEff: Effective Global, corr. for IAM and shadings; EArray: Energia effettiva all'uscita del campo; EOutInv: Energia all'uscita dell'inverter; EffArrR: Efficienza campo / sup. lorda; EffSysR: Efficienza sistema / sup. lorda



Tetto Nord-Est

PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI, Lugano	29/05/09	Page 1/3
--------------	----------------------------	----------	----------

Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland

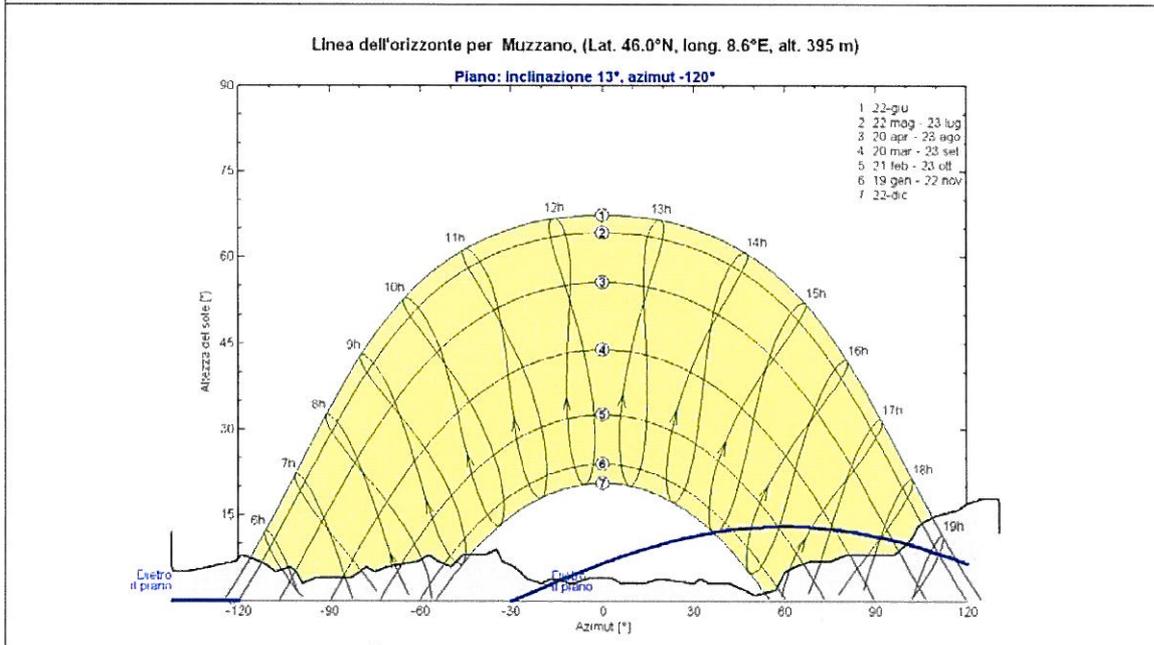
Sistema collegato alla rete: Definizione dell'orizzonte

Progetto : **Scuola Muzzano**
 Variante di simulazione : **Muzzano_Integrato_NE_UniSolar**

Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Collegato alla rete	
Orizzonte	Altezza media	8.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento campo FV	inclinazione	13°	azimut -120°
Moduli FV	Modello	PVL-68	Pnom 68 Wp
Campo FV	No. di moduli	144	Pnom totale 9.8 kWp
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 7000 TLPnom	7.0 kW ac
Bisogni dell'utilizzatore	Carico illimitato (rete)		

Orizzonte	Altezza media	8.0°	Fattore diffuso	0.97
	Fattore albedo	100 %	Frazione albedo	0.68

Altezza [°]	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	6.0	5.0	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0	7.0
Azimut [°]	-180.0	-167.0	-162.0	-154.0	-152.0	-150.0	-146.0	-139.0	-137.0	-129.0	-121.0	-119.0	-113.0
Altezza [°]	6.0	5.0	6.0	5.0	3.0	4.0	4.0	5.0	6.0	5.0	6.0	7.0	8.0
Azimut [°]	-110.0	-108.0	-103.0	-101.0	-99.0	-95.0	-83.0	-80.0	-78.0	-75.0	-71.0	-61.0	-57.0
Altezza [°]	7.0	6.0	7.0	8.0	8.0	9.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0	4.0	3.0
Azimut [°]	-54.0	-50.0	-48.0	-46.0	-39.0	-35.0	-33.0	-29.0	-27.0	-25.0	-20.0	-17.0	-10.0
Altezza [°]	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0	2.0	1.0	2.0
Azimut [°]	-5.0	3.0	6.0	8.0	13.0	19.0	30.0	32.0	35.0	42.0	47.0	50.0	57.0
Altezza [°]	5.0	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.0	10.0	11.0	13.0	14.0	15.0	16.0
Azimut [°]	60.0	63.0	68.0	75.0	80.0	96.0	98.0	100.0	102.0	104.0	106.0	110.0	117.0
Altezza [°]	17.0	18.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	12.0			
Azimut [°]	120.0	125.0	140.0	148.0	152.0	163.0	165.0	168.0	172.0	180.0			



PVSYST V4.36	ISAAC, DACD, SUPSI, Lugano	29/05/09	Page 2/3
--------------	----------------------------	----------	----------

Via Trevano, Lugano - Lugano - Switzerland

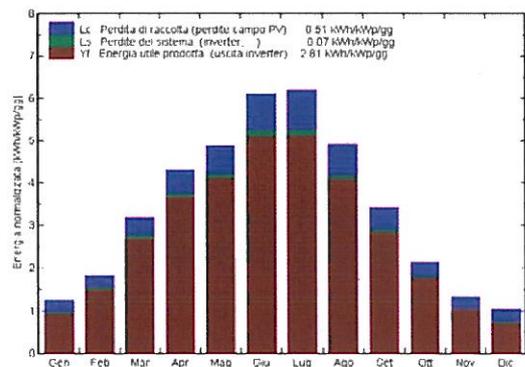
Sistema collegato alla rete: Risultati principali

Progetto : Scuola Muzzano
Variante di simulazione : Muzzano_Integrato_NE_UniSolar

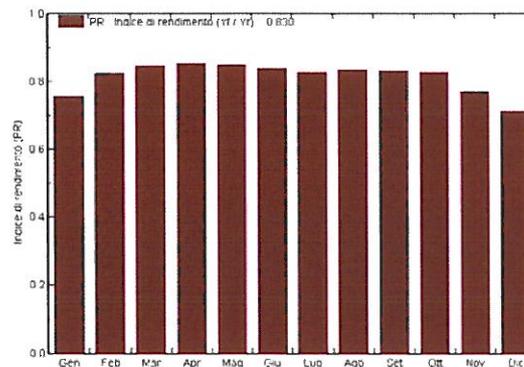
Parametri principali del sistema	Tipo di sistema	Collegato alla rete	
Orizzonte	Altezza media	8.0°	
Ombre vicine	Ombre lineari		
Orientamento campo FV	inclinazione	13°	azimut -120°
Moduli FV	Modello	PVL-68	Pnom 68 Wp
Campo FV	No. di moduli	144	Pnom totale 9.8 kWp
Inverter	Modello	Sunny Mini Central 7000 TLPnom	7.0 kW ac
Bisogni dell'utilizzatore	Carico illimitato (rete)		

Risultati principali di simulazione			
Produzione del sistema	Energia prodotta	10.05 MWh/anno	Specifico 1027 kWh/kWp/anno
	Indice di rendimento (PR)	83.0 %	
Investimento	Globale con tasse	95177 FS	Specifico 9.72 FS/Wp
Costo annuale	Annualità (Prestito 3.5%, 25 anni)	5775 FS/a	Costo di esercizio 220 FS/a
Costo dell'energia		0.60 FS/kWh	

Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 9.8 kWp



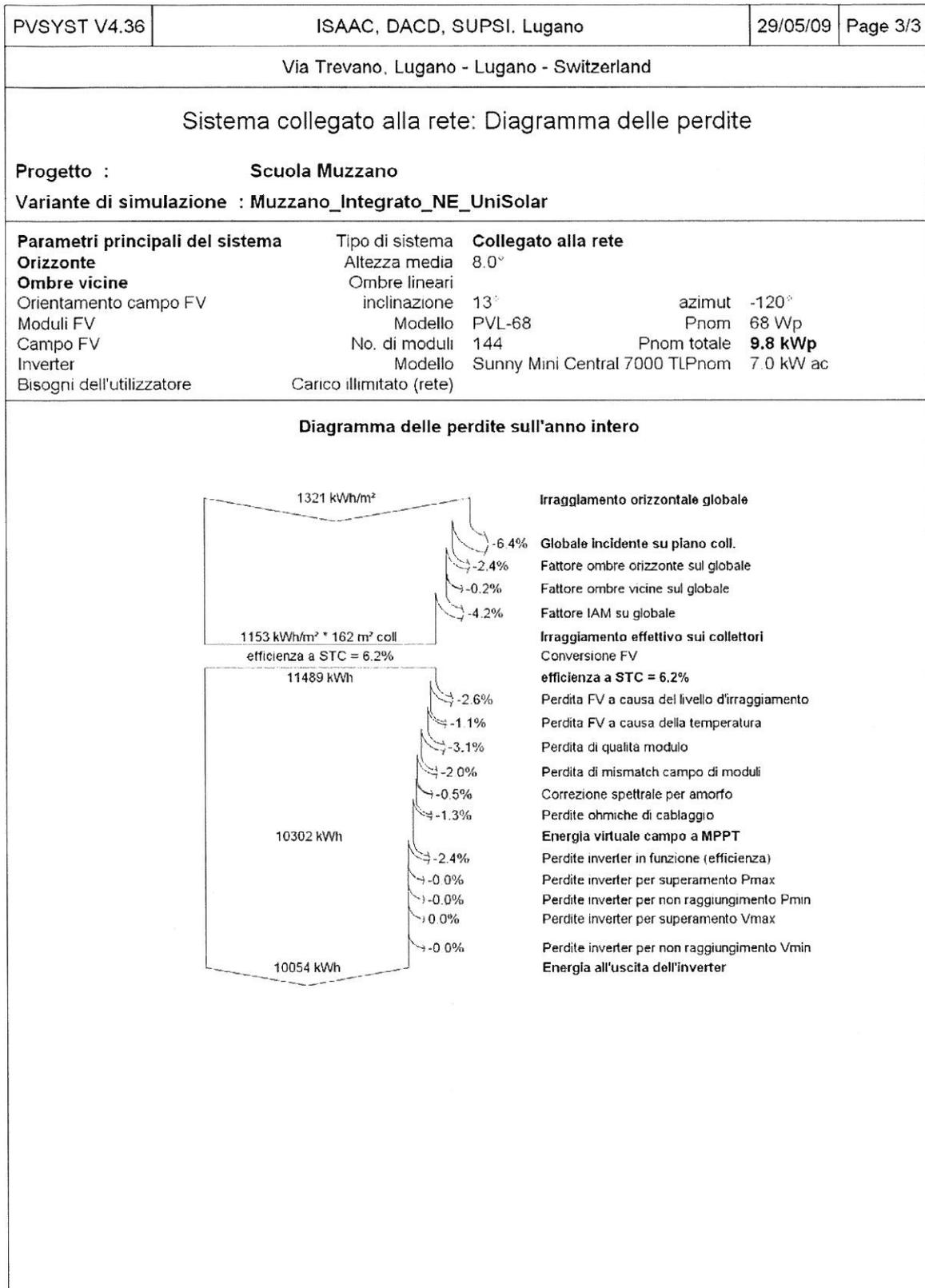
Indice di rendimento (PR)



Muzzano_Integrato_NE_UniSolar
 Bilanci e risultati principali

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobErr	EArray	EOutInv	EHArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	%	%
Gennaio	46.1	2.00	38.6	33.7	296	286	4.72	4.59
Febbraio	56.4	3.00	50.9	46.1	421	411	5.12	4.99
Marzo	109.4	7.30	99.0	91.8	839	820	5.24	5.13
Aprile	136.1	9.90	129.1	121.4	1107	1082	5.31	5.19
Maggio	156.2	13.90	151.1	142.4	1287	1257	5.27	5.15
Giugno	169.4	17.30	163.4	173.9	1542	1505	5.20	5.06
Luglio	197.9	21.10	192.1	182.1	1595	1557	5.13	5.01
Agosto	160.7	20.40	152.1	143.5	1271	1242	5.17	5.05
Settembre	111.6	17.00	102.6	95.7	856	836	5.16	5.04
Ottobre	72.9	12.00	66.1	60.8	549	536	5.14	5.02
Novembre	46.8	6.10	39.7	35.0	308	300	4.79	4.67
Dicembre	37.2	3.00	31.6	26.7	228	221	4.45	4.32
Annò	1320.7	11.13	1236.3	1153.2	10296	10054	5.16	5.03

legende	GlobHor	irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva all'uscita del campo
	T Amb	temperatura ambiente	EOutInv	Energia all'uscita dell'inverter
	GlobInc	Globale incidente su piano coll.	EHArrR	Effic. Uscita campo / sup. lorda
	GlobErr	Effective Global, corr. for IAM and shading	EffSysR	Effic. Uscita sistema / sup. lorda



Allegato B (Specifiche sistema di fissaggio Rheinzink)



RHEINZINK® - „Solar FV Aggraffatura” e - „Solar FV Giunto a listello Klick”

RHEINZINK® „Solar FV Aggraffatura” e „Solar FV Giunto a listello Klick” è l’ottimale connubio fra la produzione ecologica di energia elettrica e la richiesta di un pregevole aspetto architettonico nelle coperture e facciate. Pannelli solari in silicio amorfo „a film sottile” vengono incollati in fabbrica sulle lastre utilizzate nei sistemi aggraffati RHEINZINK®. Le lastre comprensive di fotovoltaico sono quindi pronte per essere installate, sia nelle coperture di varia pendenza che nelle facciate verticali, secondo quanto previsto dalle collaudate tecniche aggraffate, senza ulteriori agganci alla struttura.

Lastre profilate RHEINZINK® comprensive di celle UNI-SOLAR® in silicio amorfo

Moduli integrati nel rivestimento, di gradevole aspetto architettonico e senza agganci aggiuntivi alla struttura

Collaudati sistemi aggraffati RHEINZINK® combinati a una produzione ecologica di energia elettrica da fonte solare

Incollaggio durevole sull’intera superficie

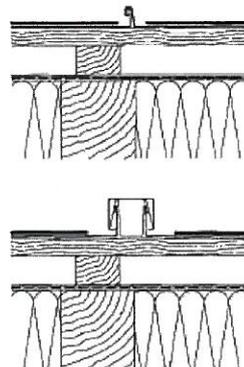
Buon rendimento anche in condizioni di luce diffusa o lieve insolazione grazie a Triple Junction Technology

Posa su falde inclinate e facciate verticali

Basso peso complessivo

Montaggio del manto RHEINZINK® e dei pannelli solari da unico installatore

Incentivi secondo specifica legislazione





RHEINZINK® „Solar FV Aggraffatura“ in copertura ...



... e in facciata

Fotovoltaico (FV) – Corrente elettrica da luce solare

Per fotovoltaico si intende la conversione diretta di irraggiamento solare in energia elettrica. In assenza di attriti meccanici ed emissioni nell'ambiente, le celle solari ricavano, mediante semi-conduttori, corrente continua dalla luce solare. La combinazione di celle costituisce un modulo solare, più moduli formano un generatore solare avente una determinata potenza elettrica. La potenza di un impianto FV viene espressa in Kilowatt Peak (kWp). Gli impianti collegati in rete vengono normalmente allacciati alla rete pubblica di utenza elettrica.

RHEINZINK®-Solar FV per coperture e facciate

RHEINZINK® „Solar FV Aggraffatura“ e RHEINZINK® „Solar FV Giunto a listello Klick“ è l'ottimale soluzione per una produzione ecologica di energia elettrica applicabile nelle svariate composizioni architettoniche di coperture e facciate, utilizzando i classici sistemi aggraffati RHEINZINK®. I pannelli solari in silicio amorfo, a strato sottile, vengono incollati sulle singole lastre mediante la stessa su tutta la superficie di un collante elastico strutturale a due componenti. Tale collegamento crea una connessione stabile e duratura dei moduli FV con il RHEINZINK® ed è caratterizzato da una elevata resistenza sia meccanica sia all'umidità (attestato TÜV). Nell'applicazione in facciata la normativa tedesca richiede dei fissaggi meccanici aggiuntivi. Pertanto le lastre RHEINZINK® con moduli integrati a film sottile UNI-SOLAR® vengono fornite con rivetti di collegamento posti nella parte superiore di ogni lastra; la posa delle stesse avviene esclusivamente in senso verticale, disponendo

le in modo da avere tali fissaggi collocati in alto al fine di non contrastare la dilatazione termica.

RHEINZINK®-Aggraffatura doppia/angolare

La tecnica dell'aggraffatura doppia/angolare definisce la classica giunzione longitudinale delle lastre affiancate nelle coperture inclinate e facciate. Con un'altezza di 25 mm e pendenza superiore a 3° (5%), l'aggraffatura doppia risulta a tenuta della pioggia. La profilatura delle lastre e la chiusura delle aggraffature possono essere eseguite manualmente o con apposite profilatrici ed aggraffatrici elettriche. Il discreto segno della doppia aggraffatura e l'estrema flessibilità applicativa consentono un impiego sia nel campo dell'architettura tradizionale che nelle moderne progettazioni. La versione „angolare“ viene eseguita in presenza di falde con pendenza maggiore a 25°; la chiusura delle aggraffature risulta finita con la prima piegatura, di conseguenza essa appare leggermente più visibile di quella „doppia“.

RHEINZINK®-Giunto a listello Klick

Il sistema con giunto a listello rappresenta la tecnica più antica fra le tipologie di posa in uso. Nel sistema RHEINZINK®-Klick lastre e i coprigiunti vengono ottenuti per mezzo di macchine profilatrici. L'aspetto dei giunti a listello permette di mettere in risalto la modularità delle lastre e consente un semplice smontaggio del manto per un'eventuale riutilizzo. Il sistema si presta per coperture con pendenze maggiori di 3° (5%).

Installazione

Le lastre RHEINZINK®-Solar FV vengono installate secondo le normali indicazioni

di posa dei rispettivi sistemi di rivestimento. Il fissaggio contro lo slittamento e il risucchio del vento avviene mediante le usuali linguette poste nelle aggraffature ovvero staffette inserite all'interno dei giunti RHEINZINK®-Klick. Le lastre sono predisposte delle profilature laterali per l'installazione. Il modulo UNI-SOLAR® da 2848 mm è collocato al centro della lastra RHEINZINK® lunga 4000 mm, in modo che all'estremità inferiore e superiore sia consentita l'esecuzione dei raccordi nonché dei vari tipi di giunzioni trasversali previsti in base alla pendenza. Nel montaggio delle lastre, i singoli moduli vengono collegati con appositi cavi in modo veloce e sicuro. Il collegamento della sezione esterna dell'impianto fotovoltaico all'inverter dovrà avvenire da parte dell'elettricista autorizzato.

Dati tecnici dei moduli

Tipo di cella	Triple Junction in silicio amorfo a film sottile
Modulo FV	394 mm x 2848 mm
Potenza nominale	68 Wp ± 5 %
Tensione d'esercizio V _{MPP}	16,5 V
Intensità di corrente nominale I _{MPP}	4,13 A
Tensione iniziale Voc	23,1 V
Intensità di corrente di corto circuito Isc	5,1 A
Certificato	IEC 61646 (CEC 701) classe 2 (TÜV Rheinland Group)
Collegamento	spina MC con cavo di 800 mm

RHEINZINK®-Solar FV Aggraffatura

Dimensione lastra	430 mm x 4000 mm
Superficie coperta	430 mm x 3000-3900 mm
Peso/m ²	9,65 kg

RHEINZINK®-Solar FV Giunto a listello Klick

Dimensione lastra	475 mm x 4000 mm
Superficie coperta (incluso coprigiunto)	515 mm x 3000-3900 mm
Peso/m ²	10,23 kg



UNI-SOLAR.

Triple Junction Technology



RHEINZINK Italia S.R.L., Via Marconi 21, I-37011 Bardolino VR, Tel. (+39) 0456 210 310, Fax (+39) 0456 210 311
E-Mail: info@rheinznk.it, www.rheinznk.it



Allegato C (Scheda modulo Uni Solar PVL68)

UNI-SOLAR.

**Solar Laminate PVL-Series
Model: PVL-68**

- High Temperature and Low Light Performance
- 20 Year Warranty on Power Output at 80%
- Quick-Connect Terminals* and Adhesive Backing
- Bypass Diodes for Shadow Tolerance
- UL 1703 Listed to 600 VDC 
- IEC 61646 v1 certified
- IEC 61646 v2 and 61730, TUV certification pending

Performance Characteristics

Rated Power (P_{max}): 68 Wp
Production P_{max} Tolerance: ± 5 %

Construction Characteristics

Dimensions: Length: 2849 mm (112.1"), Width: 394 mm (15.5"), Depth: 4 mm (0.2"),
16 mm (0.6") including potted terminal housing assembly
Weight: 3.9 kg (8.7 lbs)
Output Cables: 4 mm² (12 AWG) cable with weatherproof DC rated quick-connect terminals*
560mm (22") length.
By-pass Diodes: Connected across every solar cell
Encapsulation: Durable ETFE high light-transmissive polymer
Adhesive: Ethylene propylene copolymer adhesive-sealant with microbial inhibitor
Cell Type: 11 triple junction amorphous silicon solar cells 356 mm x 239 mm
(14" x 9.4") connected in series



Qualifications and Safety

 Listed by Underwriter's Laboratories for electrical and fire safety (Class A Max. Slope 2/12, Class B Max. Slope 3/12, Class C Unlimited Slope fire ratings) for use in systems up to 600 VDC.

Laminate Standard Configuration

Photovoltaic laminate with potted terminal housing assembly with output cables and quick-connect terminals*

Application Criterion

- New or qualified new roof installations
- Installation by certified installers only
- Installation temperature between 10 °C - 40 °C (50 °F - 100 °F)
- Maximum roof temperature 85 °C (185 °F)
- Minimum slope: 5/8:12 (3°)
- Maximum slope 21:12 (60°)
- Membrane: Select EPDM and TPO substrates from approved manufacturers only
- Metal: PVDF Coated (Galvalume® or Zinalume®) steel metal roofing pan with flat surface (without pencil beads or decorative stippling) and 406 mm (16") minimum width

Refer to manufacturers installation guide for approved substrates and installation methods

*e.g., Multi-Contact (MC®) Connectors



Flexible



Lightweight



No-Glass



Durable



Shadow Tolerant



High Temp Performance

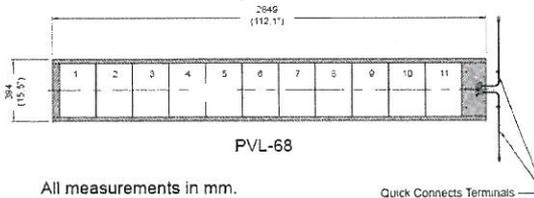
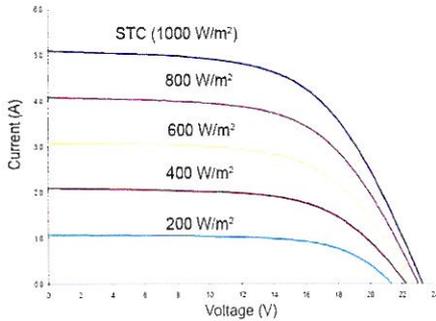
Technical Data Sheet

#AA4-3698-03

UNI-SOLAR

**Solar Laminate PVL-Series
Model: PVL-68**

IV Curves at various Levels of Irradiance at
Air Mass 1.5 and 25 °C Cell Temperature



All measurements in mm.
Inches in parentheses.
Tolerances: Length: ± 5 mm (1/4"), Width: ± 3 mm (1/8")

Electrical Specifications

STC

(Standard Test Conditions)
(1000 W/m², AM 1.5, 25 °C Cell Temperature)

Maximum Power (P_{max}): 68 W
Voltage at Pmax (V_{mp}): 16.5 V
Current at Pmax (I_{mp}): 4.13 A
Short-circuit Current (I_{sc}): 5.1 A
Open-circuit Voltage (V_{oc}): 23.1 V
Maximum Series Fuse Rating: 8 A

NOCT

(Nominal Operating Cell Temperature)
(800 W/m², AM 1.5, 1 m/sec. wind)

Maximum Power (P_{max}): 53 W
Voltage at Pmax (V_{mp}): 15.4 V
Current at Pmax (I_{mp}): 3.42 A
Short-circuit Current (I_{sc}): 4.1 A
Open-circuit Voltage (V_{oc}): 21.1 V
NOCT: 46 °C

Temperature Coefficients

(at AM 1.5, 1000 W/m² irradiance)

Temperature Coefficient (TC) of I_{sc}: 0.001/°K (0.10%/°C)
Temperature Coefficient (TC) of V_{oc}: -0.0038/°K (-0.38%/°C)
Temperature Coefficient (TC) of P_{max}: 0.0021/°K (-0.21%/°C)
Temperature Coefficient (TC) of I_{mp}: 0.001/°K (0.10%/°C)
Temperature Coefficient (TC) of V_{mp}: -0.0031/°K (-0.31%/°C)
 $y = y_{reference} \cdot [1 + TC \cdot (T - T_{reference})]$

Notes:

1. During the first 8-10 weeks of operation, electrical output exceeds specified ratings. Power output may be higher by 15 %, operating voltage may be higher by 11 % and operating current may be higher by 4 %
2. Electrical specifications are based on measurements performed at standard test conditions of 1000 W/m² irradiance, Air Mass 1.5, and cell temperature of 25 °C after stabilization.
3. Actual performance may vary up to 10 % from rated power due to low temperature operation, spectral and other related effects. Maximum system open-circuit voltage not to exceed 600 VDC per UL.
4. Specifications subject to change without notice.

Your UNI-SOLAR® Distributor

Global Headquarters, Sales & Manufacturing

United Solar Ovonic LLC
2956 Waterview Drive
Rochester Hills, MI 48309
Tel. 248 293 0440
Fax. 248 844 1214
Toll Free (USA): 800 528 0617
info@uni-solar.com

European Sales Office

United Solar Ovonic Europe GmbH
Trakehner Strasse 7-9
D-60487 Frankfurt am Main
Germany
Tel. +49 69 7137667 20
Fax. +49 69 7137667 67
europeinfo@uni-solar.com

Southern European Sales Office

United Solar Ovonic Europe GmbH
Via Monte Baldo, 4
I-37069 Villafranca (VR)
Italy
Tel. +39 045 8600982
Fax. +39 045 8617738
italyinfo@uni-solar.com

www.uni-solar.com

A subsidiary of Energy Conversion Devices, Inc.
(Nasdaq ENER)