

REGIONE CAMPANIA

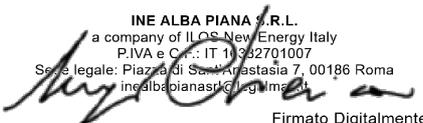
PROVINCIA DI CASERTA

COMUNE DI CASTELVOLTURNO

PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRO - FOTOVOLTAICO

REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO PER
LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE
FOTOVOLTAICA E PER LA PRODUZIONE AGRICOLA
DELLA POTENZA DI 42 MW_p E DELLE RELATIVE
OPERE CONNESSE E DI CONNESSIONE ALLA RETE

DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE CALCOLI PRELIMINARI STRUTTURE	Livello Progetto PD		Codice Elaborato RS003
	Scala -----	Formato stampa A4	Codice Progetto ITA009

PROGETTAZIONE e SVILUPPO	Proponente:
 <p>MR WIND S.r.l.s. Via E. Maiorana, 4 - BELLIZZI (SA)</p>	 <p>ENERGY ENGINEERING S.r.l.s. Via S. Allende, 19 - CASTELLAMARE DI STABIA (NA)</p>
<p>TECNICO Ing. Giuseppe Calabrese</p> 	 <p>INE ALBA PIANA Srl</p>  <p>INE Alba Piana Srl A Company of ILOS New Energy Italy</p> <p>INE ALBA PIANA S.R.L. a company of ILOS New Energy Italy P.IVA e C.F.: IT 1392701007 Sede legale: Piazza di Sant'Anastasia 7, 00186 Roma inealbianasrl@leg.inealbianasrl.it</p>  <p>Firmato Digitalmente</p>

REVISIONI			
DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
00 MAG 22	EMISSIONE	-----	
01			
02			
03			

1 PREMESSA

La scelta della tipologia di fondazione da impiegare nell'ambito della realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico è dettata da diversi fattori:

- dimensione ed importanza dell'impianto;
- caratteristiche geotecniche del sito;
- posizionamento ed accessibilità dello stesso;
- tempistiche di realizzazione dell'impianto.

In via del tutto generale, un impianto agro-fotovoltaico NON necessiterà di alcuna Fondazione cementizia in quanto le strutture saranno ancorate al suolo a mezzo infissione di pali in acciaio ad aelica, in grado di poter essere facilmente rimossa o addirittura riutilizzata una volta terminato il ciclo di vita utile del sito.

Gli impianti fotovoltaici, data la loro estesa superficie e la struttura leggera, sono fortemente soggetti all'azione del vento. Le fondazioni dovranno perciò sopportare carichi verticali relativamente bassi a fronte di ingenti momenti ribaltanti, tali da poter generare addirittura sforzi di trazione in fondazione.

Aggiungendo a queste considerazioni il fatto che molto spesso tali impianti vengono a realizzarsi in ambiti rurali in tempi relativamente brevi, dato il forte grado di prefabbricazione degli elementi che li costituiscono ed i rapidi tempi di posa in opera, si ritiene che una scelta ottimale per le fondazioni sia quella che prevede l'impiego di pali infissi o a vite, soprattutto per gli impianti a terra.

La presente relazione illustra le strutture che andranno a sostenere i pannelli fotovoltaici che compongono l'impianto agro-fotovoltaico in progetto.

2 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

2.1 Descrizione del progetto

L'impianto agro-fotovoltaico in progetto prevede un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, combinato con l'attività di coltivazione agricola. L'impianto avrà una potenza complessiva installata di 42.000 kWp e l'energia prodotta sarà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). La Società INE ALBA PIANA S.r.l. ha ottenuto dal gestore della rete di trasmissione nazionale Terna SpA una Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) in data 01/07/2021 che prevede che il parco agro-fotovoltaico venga collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica della RTN a 380/150 kV da collegare in entra-esce sulla linea a 380 kV della RTN "Garigliano ST - Patria". A seguito del ricevimento della STMG è stato possibile definire puntualmente le opere progettuali da realizzare, che si possono così sintetizzare:

- campo agro-fotovoltaico, sito nel comune di Castelvolturno (CE), in località La Piana;
- stazione di consegna utente, nel comune di Canello e Arnone (CE);
- cavidotto di collegamento MT, nei territori dei comuni di Castelvolturno e Canello e Arnone (CE).

L'impianto si sviluppa su una superficie lorda complessiva disponibile di circa 53,36 Ha (533.600 m²), appartenenti all'area di impianto ricadente nel territorio comunale di Castel Volturno (CE) appunto, ma la cui reale occupazione in termini di superficie fotovoltaica (pannelli ed opere edili connesse) è poco più di 12 Ha, ovvero poco più del 20% complessivo (22,5 %).

L'impianto di produzione interesserà da un punto di vista catastale le particelle di seguito riepilogate:

ID. PROGETTO #ITA9				
LOCALIZZAZIONE E DATI GENERALI DELL'AREA DI INTERVENTO				
Regione	Provincia	Comune	Indirizzo e coordinate geografiche del punto di accesso al sito	Dati catastali dell'area di intervento
CAMPANIA	CASERTA	CASTEL VOLTURNO	Via Macedonia – loc. La Piana [41.006329°] N – [13.991933°] E	Comune di Castel Volturno - CE Diana Antonio Ettore Foglio 39 - p 5131-5133 Foglio 44 - p 5133-5135-5136-73 Società agricola Dea S.r.l. Foglio 39 - p 5029-5046-5048-5126 Foglio 44 - p 41-5131-5134-5138-5141-5149-5152-5215-74 Società agricola e zootecnica Artemide Foglio 44 - p 39-44-5085
SUPERFICIE DISPONIBILE			53,36 ha	
SUPERFICIE UTILE AL NETTO DI FASCIE DI RISPETTO E DISTANZE CONFINI			38,33 ha	
CONNESSIONE			NESSUNA INTERFERENZA DELL' IMPIANTO DI RETE CON INFRASTRUTTURE ESISTENTI	
DISTANZA DAL PUNTO DI CONNESSIONE INDIVIDUATO			4.5 Km EFFETTIVI	

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 – 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it



Figura 1 – Ubicazione area impianti e stazione di consegna (Google Earth)

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 – 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

2.2 Caratteristiche generali del progetto

La Società INE ALBA PIANA S.r.l., titolare del progetto, si propone di realizzare un impianto agro-fotovoltaico, per sé stessa con consegna alla rete dell'energia prodotta, curando in proprio tutte le attività necessarie. INE ALBA PIANA S.r.l. intende realizzare nel comune di Castelvoturno (CE) in località "La Piana" un impianto agro-fotovoltaico ad inseguimento monoassiale per la produzione di energia elettrica. L'impianto che la Società INE ALBA PIANA S.r.l. presenta in autorizzazione è composto da:

- Campi agro-fotovoltaici, siti nel comune di Castelvoturno (CE) in località "La Piana".
- Stazione di trasformazione e consegna Rete-Utente, nel comune di Cannello e Arnone (CE).
- Cavidotti di collegamento MT, nei territori dei comuni di Castelvoturno (CE) e Cannello e Arnone (CE), e relative aree di consegna nei campi agro-fotovoltaici siti nel comune di Castelvoturno (CE) in località "La Piana".

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto da circa 42.000 kWp per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, opere di connessione e infrastrutture annesse da cedere alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) secondo quanto previsto dalla Legge 9/91 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale" e successive disposizioni legislative in materia tariffaria, in particolare dal D. Lgs 16 marzo 1999, n° 79 (decreto Bersani).

L'impianto, denominato "FV_ALBA PIANA", è di tipo ad inseguitore monoassiale, a terra e non integrato, connesso alla rete (grid-connected) in modalità trifase in alta tensione (AT). Si tratta di un impianto con sistema ad inseguitore solare monoassiale, con allineamento dei moduli in direzione nord-sud e tilt di est - ovest variabile da -55° a +55° sull'orizzontale, montati su apposite strutture metalliche.

Per l'impianto è prevista la soluzione con installazione a terra "non integrata" con pannelli fotovoltaici, del tipo Canadian Solar Bifacciali Monocristallino con una potenza di picco di 660 Wp, disposti su strutture ad inseguimento monoassiale (Figura6).

Tali supporti, saranno in acciaio zincato e saranno opportunamente distanziati sia per evitare l'ombreggiamento reciproco, sia per avere lo spazio necessario al passaggio dei mezzi nella fase di lavorazione delle attività agricole annesse.

Tale soluzione permette di ottimizzare l'occupazione del territorio massimizzando al contempo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.



Figura 6 - Particolare strutturale

3 STRUTTURE

Per la realizzazione dell'impianto si sono scelte strutture in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione, costituite da un palo verticale e collegati a profilati in orizzontale che costituiscono la superficie di alloggiamento dei pannelli fotovoltaici. La lunghezza dei pali è commisurata alle condizioni di carico specifiche dell'impianto (carichi di neve e vento) e alle caratteristiche di portanza del terreno interessato. L'altezza media dell'asse di rotazione delle strutture è di 3,2 metri dal suolo, opportune prove di estrazione e carico preventive potranno poi essere realizzate in sito ai fini della progettazione esecutiva dell'impianto e dell'ottimizzazione delle strutture di fondazione.

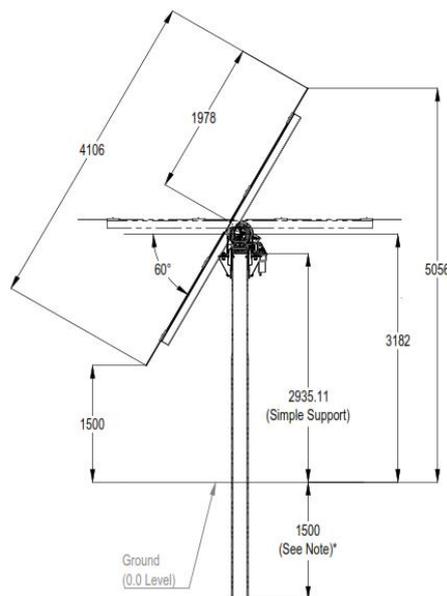


Figura 10 - Profilo longitudinale struttura

Ciascun palo sarà equipaggiato con un ritto verticale in acciaio zincato di lunghezza adeguata al fine di consentire la posa di profili metallici diagonali, inclinati sull'orizzontale dell'angolo di tilt di progetto, sui quali posare i binari metallici longitudinali di supporto dei pannelli fotovoltaici. I pannelli saranno ancorati ai binari tramite opportuni morsetti di fissaggio.

data la scadente caratteristica geotecnica dei suoli come da evidenza prove DPSH eseguite si adotteranno pali a vite, ad infissione, ricoperti con uno strato adeguato di zincatura contro la corrosione, tramite battitura/rotazione con apposita macchina battipalo in modo da ridurre al minimo l'impiego di opere in calcestruzzo ed evitare il rilascio nell'ambiente di qualsiasi residuo di lavorazione. Il sistema strutturale composto da pali infissi e ritti superiori di altezza e posizione variabile, permette anche di compensare eventuali dislivelli del terreno mantenendo costante l'allineamento e riducendo potenziali problemi di ombreggiamento tra gli impianti.

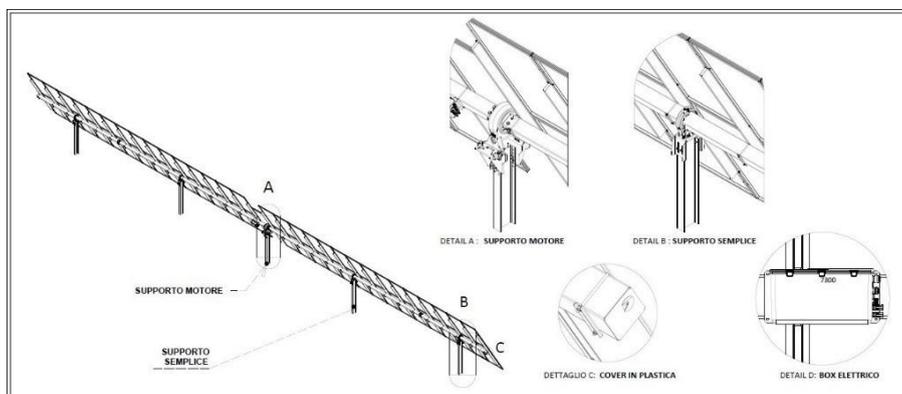


Figura 12 - Particolari costruttivi degli inseguitori installati

Le altre parti meccaniche che completano la struttura saranno quindi fissate mediante viteria, bulloni e staffaggio al palo, così come gli stessi moduli fotovoltaici.

3.1 Caratteristiche dei moduli fotovoltaici

Nelle verifiche riportate di seguito si sono comunque considerati pannelli aventi dimensioni $B*H= 1.303*2.384$ (mm) con un peso proprio di circa 39,4 (kg). I pannelli hanno carcassa in alluminio e il collegamento al supporto avviene mediante staffe in alluminio o acciaio AISI 304, tasselli plastici scorrevoli di tipo rinforzato e bulloneria in acciaio inox equivalente per caratteristiche alle Classi 8.8.



Preliminary Technical
Information Sheet



BiHiKu7

BIFACIAL MONO PERC

635 W ~ 655 W

CS7N-635 | 640 | 645 | 650 | 655MB-AG

MORE POWER

-  Module power up to 655 W
Module efficiency up to 21.1 %
-  Up to 8.9 % lower LCOE
Up to 4.6 % lower system cost
-  Comprehensive LID / LeTID mitigation
technology, up to 50% lower degradation
-  Compatible with mainstream trackers,
cost effective product for utility power plant
-  Better shading tolerance

MORE RELIABLE

-  40 °C lower hot spot temperature,
greatly reduce module failure rate
-  Minimizes micro-crack impacts
-  Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

12
Years
Enhanced Product Warranty on Materials
and Workmanship*

30
Years
Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.45%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 46 GW deployed around the world since 2001.

DEVELOPMENT

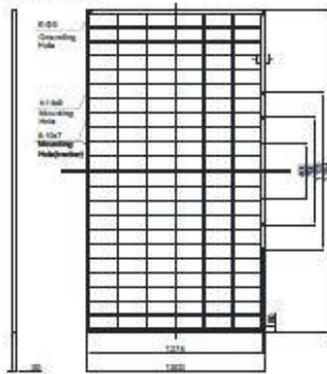


MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 - 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

ENGINEERING DRAWING (mm)

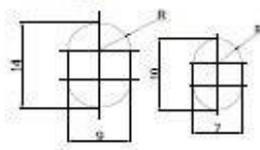
Rear View



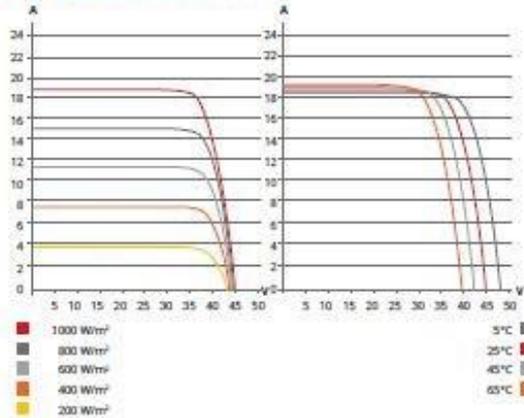
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency	
CS7N-635MB-AG	635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%	
Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	19.18 A	21.5%
	10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	20.10 A	22.5%
	20%	762 W	37.3 V	20.44 A	44.4 V	21.92 A	24.5%
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%	
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	19.23 A	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	20.14 A	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	21.97 A	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%	
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	19.27 A	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	20.19 A	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	22.02 A	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%	
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	19.31 A	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	20.23 A	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	22.07 A	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%	
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	19.35 A	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	20.27 A	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	22.12 A	25.3%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1000 V (IEC)
Module Fire Performance	CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $P_{max_{back}} / P_{max_{front}}$, both $P_{max_{back}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	39.4 kg (86.9 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	480 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION



DEVELOP



Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 - 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

3.2 Normative di riferimento

Le verifiche strutturali preliminari sono state eseguite in accordo alle seguenti normative nazionali:

- D.M.17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le Costruzioni" (NTC);
- Circolare 21 Febbraio 2019 n.7: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018";

A titolo di supporto, si richiamano di seguito i testi normativi pregressi di riferimento:

- Legge n. 1086 05.11.1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 02/02/1974 n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- Circolare Min. LL. PP. Del 14/02/1974 n. 11951;
- D.M. LL.PP. 14.02.1992 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circ. Min. LL.PP n° 37406/STC del 24.06.1993;
- D.M. LL.PP. 09.01.1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relativa Circ. Min. LL.PP n° 252 AA.GG./S.T.C. del 15.10.1996;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996 "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" e relativa Circ. Min. LL.PP. n° 156AA.GG./STC del 04.07.1996;
- Circolare Min. LL.PP. 04/07/1996, n. 156 AA.GG./STC. "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" di cui al D.M. 16/01/1996;
- Circolare del 10/04/1997 n. 65 del Ministero dei LL.PP., Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/01/1996.
- ORDINANZA P.C.M. N:3274 del 02/05/2003 (G.U. 08/05/2003, n. 105 suppl.) modificata ed integrata ai sensi della ORDINANZA P.C.M. N. 3316 del 02/10/2003 (G.U. 10/10//2003, n. 236) e della ORDINANZA P.C.M. N. 3431 del 03/05/2005 (G.U. 10-5- 2005, n. 107 -suppl.): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.P.C.M. n° 3685 del 21/10/03, G.U. n° 252, del 29/10/03;
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, 29/03/04: Elementi informativi sull'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.5.2003);
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14-09-2005 "Norme tecniche per le costruzioni." (G.U. n. 222 del 23/9/2005 - Suppl. Ordinario n.159);
- O.P.C.M. n° 3519 del 28/04/06, G.U. n° 108, del 11/05/06;

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 – 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

Coerentemente con quanto riportato nelle norme attualmente in vigore (NTC del 14/01/2008) e solo se non in contrasto con le stesse, possono essere presi a riferimento i seguenti codici internazionali:

- UNI EN 1991-1-3: 2004 "Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da Neve";
- UNI EN 1991-1-4: 2005. Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento;
- UNI EN 1993-1-3:2007 "Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo".

3.3 Materiali

Ai fini delle verifiche e dei calcoli preliminari, per l'acciaio costituente le membrature della struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici, si utilizza il seguente:

Acciaio tipo:

Tensione caratteristica di snervamento: **S275 JR 275 MPa**

Tensione caratteristica di rottura: **430 Mpa**

Modulo Elastico: **E = 210.000 Mpa**

Coefficiente di Poisson: **U = 0.3**

Coefficiente di Dilatazione Tecnica: Densità **$\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$**

$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

3.4 Azioni sulle costruzioni

Per le verifiche statiche del sistema proposto, da effettuarsi in sede di progettazione esecutiva, si utilizzeranno i seguenti dati:

- pesi propri strutturali e carichi permanenti
- spinta del vento
- carico da neve
- variazioni termiche

In prima approssimazione è possibile trascurare gli effetti derivanti dalle variazioni termiche. Per ciascuna di queste azioni e laddove applicabile, per questo tipo di struttura si prevede una vita nominale di 30-35 anni. Rispetto a tale periodo di riferimento vengono calcolate le azioni così come a seguito indicato.

3.4.1 Pesi propri strutturali e carichi permanenti

La struttura è progettata per il sostegno dei pannelli fotovoltaici e per resistere alle azioni ambientali. Sono escluse azioni derivanti da operazioni di montaggio e/o manutenzione che vengono comunque svolte da operatori a terra. Il peso proprio dei pannelli fotovoltaici è pari 0.111 kN/m^2 . Tenuto conto del peso proprio degli elementi strutturali (calcolati in automatico dal programma di calcolo), si considera cautelativamente un carico complessivo pari a 0.3 kN/m^2 per i soli pannelli e i morsetti- collegamenti.

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 – 84091 Battipaglia (SA)

www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

3.4.2 quadro di sintesi verifiche

Le azioni del vento sono state calcolate con riferimento alle NTC e relativamente alle seguenti caratteristiche del sito:

Hslm (m)	0
Zona	3
Rugosità	D
Esposizione	I
Tilt (°)	30
TR (anni)	30
Hmax (m)	5.0

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa					
	mare			500m	750m	
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						



La velocità di riferimento per il calcolo della pressione cinetica, è stata calcolata per un periodo di riferimento TR pari a 30 anni (si veda la circolare 2 febbraio 2009, n.617). Di seguito sono riportate le grandezze coinvolte nel calcolo dell'azione dovuta al vento:

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
3	37	500	0,02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])			0
TR (Tempo di ritorno)			30

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 - 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

3.4.3 Azione sismica

trascurabile rispetto alla condizione fondamentale agli SLU

3.5 Modello strutturale utilizzato

si adotta lo schema di calcolo di palo infisso con diametro pari al diametro dell'elica (200mm)

AZIONE VENTO			
P	1392,3	1,3923	kN/m ²
q _e	1,7		
q _p	1,8		
q _d	1		
q _s	455	N/m ²	

C3.3.8.2.1 Tettoie a falda singola

La Tabella C3.3.XV e la relativa Figura C.3.3.21 riportano i valori dei coefficienti di forza per le tettoie a semplice falda con vento agente perpendicolarmente alla linea di colmo. I valori dei coefficienti di forza sono espressi in funzione del grado di bloccaggio ϕ e dell'inclinazione α della falda. Per valori intermedi di ϕ è ammessa un'interpolazione lineare tra i valori relativi ai casi $\phi=0$ e $\phi=1$. La quota di riferimento \bar{z}_e è pari all'altezza massima h della tettoia. L'area di riferimento L^2 , ossia l'area su cui è applicata la forza risultante, è pari all'area della tettoia.

Figura C3.3.21 - Coefficienti di pressione complessiva per tettoie a semplice falda

Tabella C3.3.XV - Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda (α in $^\circ$).

Valori positivi	Tutti i valori di ϕ	$c_F = + 0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\phi = 0$	$c_F = - 0,5 - 1,3 \alpha/30$
	$\phi = 1$	$c_F = - 1,4$

$$\tau_s = \sigma_h \cdot \tan \delta = K \cdot \sigma_{v0} \cdot \tan \delta = \beta \cdot \sigma_{v0}$$

Tabella 17.7 - Profondità critica, Z_c , in funzione dello stato di addensamento della sabbia

Stato di addensamento Z_c/D

Sabbia molto sciolta	7
Sabbia sciolta	10
Sabbia media	14
Sabbia densa	16
Sabbia molto densa	20

L'applicazione dell'Eq. (17.7) per il calcolo delle tensioni tangenziali d'attrito di un palo in terreno sabbioso porta ad assumere una crescita lineare di τ_s con la tensione verticale efficace, e quindi con la profondità, che non è in realtà verificata. Probabilmente a causa di fenomeni d'arco (*effetto silo*), la tensione efficace orizzontale nel terreno a contatto con il palo σ'_h , e quindi anche τ_s , crescono meno che linearmente con la profondità e tendono a stabilizzarsi ad una profondità critica dipendente dal diametro del palo e dallo stato di addensamento del terreno (Tabella 17.7).

METODO β - TERRENI INCOERENTI - PALO ACCIAIO BATTUTO				UTENTE AUTOMATICO
τ_s	=	K	σ'_{v0}	Tanδ
		1,25	26,6	0,39
Zc	1,4 m			
Y	19 KN			
Diametro (D)	0,2 m			
Zc/D	7			
H palo	2,5 m			
				Td = 20,37 kN

Tabella 17.6: Valori di K e di $\tan \delta$ per pali di medio diametro in terreno incoerente

Tipo di palo	Valori di K		Valori di $\tan \delta$	
	per stato di addensamento sciolto	denso		
Battuto	profilato in acciaio	0.7	1.0	$\tan 20^\circ = 0.36$
	tubo d'acciaio chiuso	1.0	2.0	
	cls. prefabbricato	1.0	2.0	$\tan(0.75\phi')$
	cls. gettato in opera	1.0	3.0	$\tan\phi'$
	trivellato	0.4	0.5	$\tan\phi'$
	trivellato-pressato con elica continua	0.7	0.9	$\tan\phi'$

da cui:

Area vela 4 m²/m

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 - 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it

$Td/P = 14,5 \text{ m}^2$

pertanto si necessita di un palo ogni $14,5/4 = 3,60 \text{ m}$

DEVELOPMENT



MR WIND S.r.l.s.

Sede: Via E. Maiorana, 4 - 84092 Bellizzi (SA) - Via A. Manzoni, 31 – 84091 Battipaglia (SA)
www.mrwind.it www.mrwind.eu info@mrwind.it