



SCREENING

Tipologia di intervento classificato al p.to n°2 lett.b dell'allegato B1 della
Direttiva Regionale in materia di V.I.A.

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO
AGRIFOTOVOLTAICO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE
INDISPENSABILI DENOMINATO 18577 UTA4 DA REALIZZARSI NEL
COMUNE DI UTA IN LOCALITA' MARZALLOI (CA)**

PROGETTO DEFINITIVO

Il Proponente:



Loc. San Giovanni "La Cartiera"
09015 - Domusnovas (SU)
P.IVA 04044730929
alfataugreen2@gmail.com
alfataugreen2@pec.it

I Progettisti:

I Progettisti

Il capogruppo Ing. Fiorenzo Casti

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Elaborato <u>A14</u>	Tipo Documento <u>Relazione</u>	Data <u>settembre 2023</u>	Scala <u></u>
----------------------	---------------------------------	----------------------------	---------------

Titolo documento:

Calcolo Preliminare di Dimensionamento Strutture



INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	MATERIALI	3
3	SEZIONI TRASVERSALI	4
4	MODELLO DELLA STRUTTURA.....	4
5	ANALISI DEI CARICHI	5
5.1	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI G_1	5
5.2	PESO PROPRIO DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI G_2	5
5.3	AZIONI DELLA NEVE	5
5.4	AZIONI DEL VENTO	6
5.5	AZIONE SISMICA	10
6	COMBINAZIONI DI CARICO	12
7	RISULTATI	12
7.1	VERIFICHE SUGLI SPOSTAMENTI	13
7.2	VERIFICHE SULLE FONDAZIONI	13
8	CONCLUSIONI.....	14

1 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è il predimensionamento degli elementi strutturali delle strutture tracker 2x28 e 2x14 previste nell'ambito del presente progetto, in accordo alla seguente normativa e documentazione tecnica:

- Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- CNR-DT 207/2008 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

Nel presente documento verranno quindi presentati i principali risultati del calcolo preliminare sui tracker posizionati lungo le file esterne.

2 MATERIALI

Le strutture verranno realizzate con i seguenti materiali:

- Acciaio S235

Le proprietà sono elencate nelle tabelle seguente:

Qualità dell'acciaio	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
S235	235	360	215	360

Tabella 1: proprietà Meccaniche materiale. Estratto NTC18 Tab. 4.2.I – Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Qualità dell'acciaio	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
S235	235	360	215	360

Tabella 2: proprietà Meccaniche materiale. Estratto NTC 18 Tab. 4.2.II - Laminati a caldo con profili a sezione cava

3 SEZIONI TRASVERSALI

Le strutture dei tracker, sia che si parli di 2x28 o 2x14, sono costituiti da montanti ad omega 50x200x100 mm e spessore 6,2 mm infissi nel terreno fino ad una profondità di 5,50 metri, asse longitudinale, che costituisce l'asse di rotazione del tracker a sezione quadrata 150x8 mm, ed infine elementi ad omega 30x110x50 mm e spessore 3,5 mm, trasversali all'asse di rotazione che costituiscono supporto per i moduli sopra installati.

4 MODELLO DELLA STRUTTURA

Le strutture, che si parli di tracker 2x28 o 2x14, sono state modellate tramite elementi trave a cui sono state assegnate le caratteristiche di sezione e materiale indicate sopra a seconda della posizione che occupano nella struttura. In accordo alla *Technical Specifications for PV plants - Annex 4 - Fixed support structures and tracking Systems - Design and installation guidelines*, non è stata considerata la rigidità del modulo fotovoltaico per non interferire con la rigidità globale della struttura.

Per simulare la rigidità del terreno, al tratto di montante inserito nel terreno sono state applicate una serie di molle. Come indicato nella relazione geologica, i primi strati di terreno in cui verrà infisso il tracker, sono di tipo coesivo. Per tali tipi di terreno la rigidità non aumenta con la profondità e pertanto le molle presentano una rigidità costante con la profondità.

Non avendo a disposizione i risultati di prove di carico, la rigidità delle molle è stata assunta pari a 1200 daN/cm. Tale ipotesi dovrà essere confermata/verificata in fase esecutiva a valle delle prove di carico sui montanti.

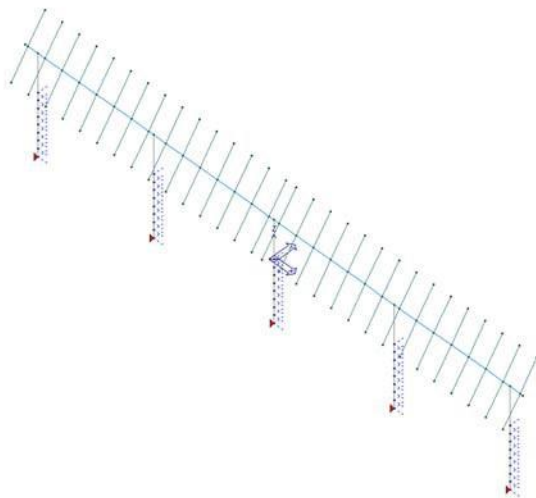


Figura 1: modello tracker 2x28

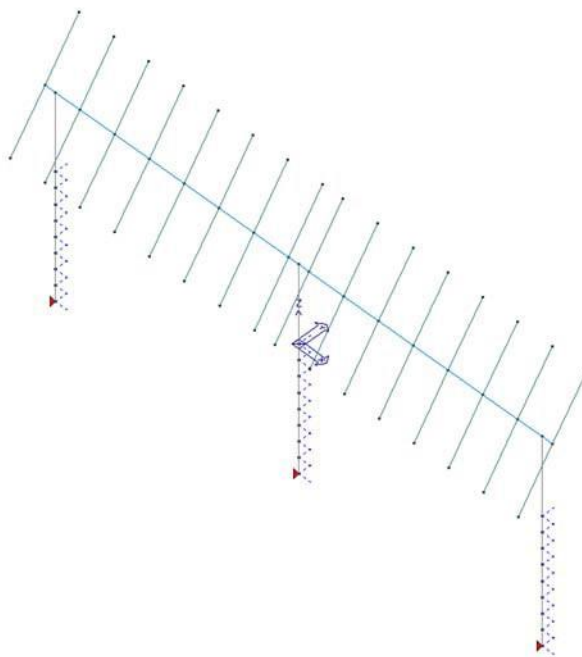


Figura 2: modello tracker 2x14

5 ANALISI DEI CARICHI

5.1 Peso proprio degli elementi strutturali G_1

La massa volumica degli elementi strutturali in acciaio è pari a 7860 kg/m³.

5.2 Peso proprio degli elementi non strutturali G_2

Il peso proprio degli elementi non strutturali è dovuto al peso dei moduli fotovoltaici installati sui tracker. I singoli moduli presentano dimensioni 2131x1052x40mm e peso pari a 29,0 kg.

5.3 Azioni della neve

Le azioni della neve verranno valutate secondo due configurazioni del tracker ossia configurazione orizzontale (tilt 0°) e inclinazione massima (tilt 55°).

In accordo al §3.4 delle NTC18, il carico neve è valutato secondo la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_T$$

In cui:

- q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, e per il caso in esame, ricadendo nella Zona III e per altezza al suolo $a_s > 200$ m slm, è pari a 1,05 kN/m²;
 μ_i è il coefficiente di forma della copertura, nel caso di configurazione orizzontale è pari a 0,8 mentre nel caso di inclinazione massima è pari a 0,13.

- C_E è il coefficiente di esposizione che per un'area normalmente battuta da venti si considera pari a 1;
- C_T è il coefficiente termico che può essere considerato anche pari ad 1.

Il carico neve si considera applicato sulla proiezione orizzontale della superficie gravata da neve, a seconda del tilt è pari a:

$$q_s = 0,84 kN/m^2 \quad \text{per tilt} = 0^\circ$$

$$q_s = 0,14 kN/m^2 \quad \text{per tilt} = 55^\circ$$

I carichi sono validi sia per tracker 2x14 che 2x28.

5.4 Azioni del vento

Anche le azioni del vento verranno valutate secondo due configurazioni del tracker ossia configurazione orizzontale (tilt 0°) e inclinazione massima (tilt 55°).

In accordo al §3.3 delle NTC18 e al C3.3.8.2 della circolare applicativa, il carico vento calcolato in analogia a quello agente sulle *tettoie a falda singola*, è valutato secondo la seguente espressione:

$$F = q_p(z) \cdot L^2 \cdot c_F$$

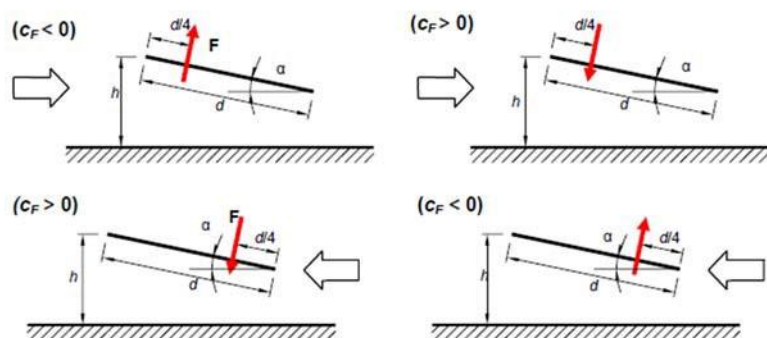
In cui:

- q_p è la pressione cinetica di picco del vento calcolabile dall'espressione

$$q_p(z) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2 \cdot c_e(z)$$

- L^2 è l'area di riferimento, ossia l'area della superficie investita dal vento;
- C_F è un coefficiente di forza;

si considera per il calcolo la forza più gravosa tra le quattro indicate nella figura seguente



Il coefficiente di forza C_F può assumere valori positivi o negativi, dipende dal grado di bloccaggio φ , pari a 0 nel caso di assenza di ostruzioni, come nel caso in esame, e dall'inclinazione del tracker come indicato nella seguente tabella:

Valori positivi	Tutti i valori di φ	$C_F = + 0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\varphi = 0$	$C_F = - 0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$

Tabella 3: Coefficienti di forza. Estratto da CNR-DT 207/2008

Il coefficiente di forza C_F è pari a:

tracker	tilt	C_F
qualsiasi	0°	-0,50
		0,20
	55°	-2,88
		2,03

L'area di riferimento è pari a:

$$L^2 = 4,412 \times 31,00 = 136,77 \quad \text{per tracker 2x28}$$

$$L^2 = 4,412 \times 15,89 = 70,11 \quad \text{per tracker 2x14}$$

Ai fini del calcolo della pressione cinetica di riferimento è propedeutico il calcolo della velocità base di riferimento v_b calcolata con la seguente espressione:

$$v_b = v_{b,0} \cdot C_a$$

Per la ~~Sardegna~~ (zona 6) vengono definiti i seguenti parametri:

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Essendo l'altezza al suolo (circa 60 m slm) minore di a_0 , la velocità base di riferimento v_b è pari a 28 m/s.

Il secondo passo è il calcolo della velocità di riferimento v_r , che per tempi di ritorno di progetto pari a 50 anni è pari alla velocità v_b e quindi a 37 m/s.

Infine è necessario calcolare il coefficiente di esposizione $c_e(z)$ che dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. La categoria di esposizione dipende dalla classe di rugosità secondo le seguenti tabelle:

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Tabella 4: Classi di rugosità del terreno. Estratto Tab. 3.3.III NTC18

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	2 km	10 km	30 km	750m
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						

Tabella 5: Definizione delle categorie di esposizione. Estratto Fig. 3.3.2 NTC18

Per una classe di rugosità B "Aree urbane, suburbane, industriali e boschive", ed essendo la distanza dalla costa minore di 10 km, la categoria di esposizione risulta essere la III. Dalla Tab. 3.3.II delle NTC18, per una classe di esposizione III vengono definiti i seguenti parametri necessari per il calcolo del coefficiente di esposizione:

- $k_r = 0,20$;
- $z_0 = 0,10$ m;
- $z_{min} = 5$ m.

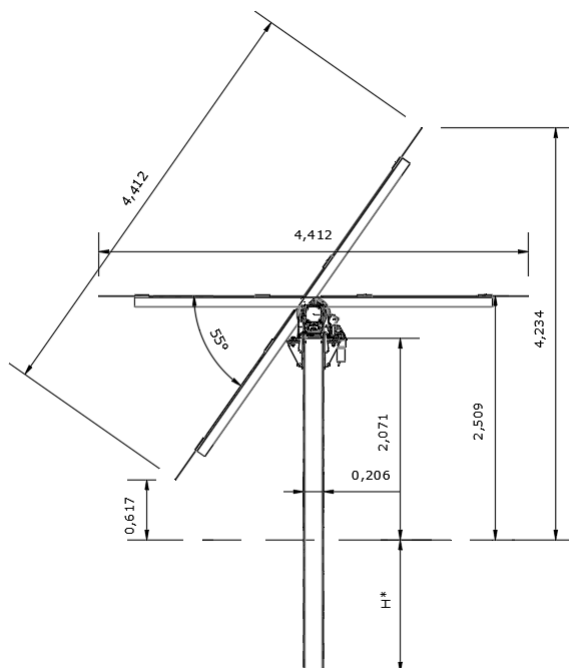


Figura 4: prospetto lato corto tracker 2x14 o 2x28

Sia nel caso di configurazione orizzontale che di massima inclinazione, l'altezza massima è minore di z_{min} , per cui il coefficiente di esposizione è dato dalla seguente espressione:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln \frac{z_{min}}{z_0} \cdot \left[7 + c_t \cdot \ln \frac{z_{min}}{z_0} \right]$$

Ipotizzando c_t pari a 1, il coefficiente di esposizione risulta essere uguale a 1,63 sia per tracker 2x28 che 2x14, sia per configurazione orizzontale che inclinata.

Essendo ρ la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$, la pressione cinetica $q_p(z)$ è pari a $744,59 \text{ N/m}^2$.

Segue quindi tabella di riepilogo delle azioni:

tracker	tilt	c_F	F [kN]
2x28	0	-0,50	-50.92
		0,20	20.37
	55	-2,88	-293.64
		2,03	207.07
2x14	0	-0,50	-26.10
		0,20	10.44
	55	-2,88	-150.51
		2,03	106.14

Le azioni F sono azioni globali sull'intera struttura a distanza $\pm d/4$ dal centro della struttura. Rispetto all'asse di rotazione del tracker l'azione globale F è riconducibile alla stessa azione F e un momento pari a $F \times (\pm d/4)$. Per studiare il comportamento delle singole aste, le azioni

vengono distribuite sulle singole aste trasversali all'asse di rotazione del tracker. I risultati vengono illustrati nella tabella seguente (è stata assunta la convenzione per cui le azioni sono positive se dirette verso destra, verso l'alto o in senso antiorario):

tracker	tilt	vento da	d	c _F	F [kN]	M [kNm]	q _F (costante)	q _M (lineare) [kN/m]
2x28	0	sinistra	-1,103	-0,50	50.92	-56.16	0.40	-0.60
		sinistra	-1,103	0,20	-20.37	22.47	-0.16	0.24
		destra	1,103	0,20	-20.37	-22.47	-0.16	-0.24
		destra	1,103	-0,50	50.92	56.16	0.40	0.60
	55	sinistra	-1,103	-2,88	293.64	-323.88	2.30	-3.45
		sinistra	-1,103	2,03	-207.07	228.40	-1.62	2.43
		destra	1,103	2,03	-207.07	-228.40	-1.62	-2.43
		destra	1,103	-2,88	293.64	323.88	2.30	3.45
2x14	0	sinistra	-1,103	-0,50	26.10	-28.79	0.40	-0.60
		sinistra	-1,103	0,20	-10.44	11.52	-0.16	0.24
		destra	1,103	0,20	-10.44	-11.52	-0.16	-0.24
		destra	1,103	-0,50	26.10	28.79	0.40	0.60
	55	sinistra	-1,103	-2,88	150.51	-166.01	2.30	-3.45
		sinistra	-1,103	2,03	-106.14	117.07	-1.62	2.43
		destra	1,103	2,03	-106.14	-117.07	-1.62	-2.43
		destra	1,103	-2,88	150.51	166.01	2.30	3.45

Si nota che a seguito di ripartizione, le azioni del vento sono uguali sia per tracker 2x28 che 2x14.

5.5 Azione sismica

Il calcolo, così come la progettazione, ha inizio dalla definizione della vita nominale V_N della struttura e dalla classe d'uso a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U . Per la costruzione in esame si considera, per *costruzioni con livelli di prestazioni ordinari*, una vita nominale pari a 50 anni e una classe d'uso II a cui corrisponde un coefficiente d'uso pari a 1. La Vita reale V_R è pari al prodotto di questi due fattori quindi 50 anni.

Per il sito in esame, considerata la vita reale, vengono definiti i seguenti parametri, al variare dello stato limite considerato:

	T _R =30			T _R =50			T _R =72			T _R =101			T _R =140			T _R =201			T _R =475			T _R =975			T _R =2475		
Isole	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C	a _g	F _o	T _C
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sedugna, Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmaria, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,333	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401

Considerato quanto riportato nella *Relazione Geologica Preliminare*, si hanno i seguenti parametri:

Stato limite	Probabilità superamento P_{VR} (%)	Tempi di ritorno T_{VR} (anni)	a_g g (m/s ²)	F_0	T^*_C (s)
SLO	81	30	0.186	2.61	0.273
SLD	63	50	0.235	2.67	0.296
SLV	10	475	0.500	2.88	0.340
SLC	5	975	0.603	2.98	0.372
	S_s	C_c	S_T	K_h	K_v
SLO	1.150	1.612	1.0	0.0043	0.00214
SLD	1.150	1.569	1.0	0.0054	0.00270
SLV	1.150	1.499	1.0	0.0115	0.00575
SLC	1.150	1.455	1.0	0.0139	0.00693
	a_{max}	β			
SLO	0.2139	0.200			
SLD	0.2703	0.200			
SLV	0.575	0.200			
SLC	0.6935	0.200			

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Per la progettazione in esame verranno considerate le seguenti combinazioni di carico indicate dal §2.5.3 delle NTC18:

- Combinazione fondamentale

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Nelle formulazioni di cui sopra, i valori G_1 rappresentano i carichi permanenti strutturali, G_2 i permanenti non strutturali, P i carichi da presollecitazione (assenti in questo caso), Q i carichi variabili, E i carichi dovuti al sisma, γ i coefficienti parziali delle azioni amplificativi del carico, ψ_i coefficienti di combinazione.

Considerati le azioni di cui sopra, i carichi più gravosi risultano essere quelli dovuti al vento che sono maggiori nel caso di tilt pari a 55° e per tale motivo le verifiche nel seguito sono riferite esclusivamente a tale configurazione.

7 RISULTATI

I risultati completi dell'elaborazione riferiti al tracker 2x28 e 2x14 sono riportati negli allegati alla presente relazione. Dagli allegati è possibile reperire informazioni in merito al periodo di vibrazione e alle sollecitazioni. In questo capitolo vengono presentati solo i principali risultati in merito agli spostamenti.

7.1 Verifiche sugli spostamenti

In accordo alla specifica tecnica è stato verificato che gli spostamenti, calcolati con la combinazione rara, siano inferiori a 1/150 della lunghezza della campata.

Per il tracker 2x28 così come per il tracker 2x14 vengono riportati i principali risultati riferiti all'asse di rotazione e ai supporti dei moduli fotovoltaici:

tracker 2x28				
Elemento	Sezione	$L_{campata}$ [cm]	V_{max} [cm]	V [cm]
Asse longitudinale	□ 150x4	750	5,00	2,38
Supporto modulo FV	Ω110x50x30 sp.3,5	368	2,45	1,59

tracker 2x14				
Elemento	Sezione	$L_{campata}$ [cm]	V_{max} [cm]	V [cm]
Asse longitudinale	□ 150x4	750	5,00	1,06
Supporto modulo FV	Ω110x50x30 sp.3,5	368	2,45	2,22

Gli spostamenti di cui sopra sono intesi come relativi e quindi depurati degli spostamenti degli elementi collegati. Come si nota dalle tabelle gli spostamenti sono inferiori degli spostamenti massimi consentiti.

7.2 Verifiche sulle fondazioni

Le verifiche sulle fondazioni si limitano in questa fase al calcolo del carico limite dei pali di fondazione. La verifica verrà condotta con riferimento all'approccio 2 così come chiarito al §6.4.2.1 delle NTC18.

In questa fase si considera quale unico contributo al carico limite, quello dovuto alla resistenza laterale, si esclude quindi il contributo alla punta.

Per il sito in esame si ipotizzano i seguenti parametri del terreno:

- Peso specifico $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$;
- Coesione $= 2 \text{ KN/m}^2$;
- Angolo di attrito $\phi = 29^\circ$

I valori elencati sopra non vengono ridotti per alcun coefficiente come indicato al §6.2.4.1.2 delle NTC18.

Da formulazioni teoriche la resistenza laterale in condizioni drenate è data dalla relazione:

$$s = k \cdot \mu \cdot \sigma'_{vz}$$

In cui:

- σ'_{vz} è la tensione efficace a profondità z
- k e μ sono parametri che per pali battuti in acciaio in terreni densi valgono rispettivamente 1 e 0,36

La resistenza caratteristica R_k è calcolata a partire dalla resistenza di calcolo ridotta per il coefficiente ξ_4 pari a 1,34 (in quanto si è ipotizzato che vengano eseguiti almeno 5 sondaggi). La resistenza di progetto $R_{c,d}$ o $R_{t,d}$ è calcolata a partire dalla resistenza caratteristica ridotta per il coefficiente γ_s pari a 1,15 nel caso di compressione o 1,25 nel caso di trazione.

Vengono forniti pertanto i risultati sia per tracker 2x28 che 2x14:

Tracker 2x28	
	Condizioni drenate
N_c [kN]	39.58
N_t [kN]	26.95
s [kN]	105.37
R_k [kN]	78.64
$R_{c,d}$ [kN]	68.38
$R_{t,d}$ [kN]	62.91

Tracker 2x14	
	Condizioni drenate
N_c [kN]	62.76
N_t [kN]	48.27
s [kN]	105.37
R_k [kN]	78.64
$R_{c,d}$ [kN]	68.38
$R_{t,d}$ [kN]	62.91

Dai risultati sopra esposti le resistenze di progetto $R_{c,d}$ e $R_{c,t}$ sono rispettivamente maggiori delle sollecitazioni N_c e N_t .



8 CONCLUSIONI

Considerato quanto esposto sopra e negli allegati, e considerata la scarsità di prove geotecniche dai cui poter desumere i parametri meccanici del terreno, la struttura risulta idonea relativamente alle verifiche effettuate. Cautelativamente la profondità di infissione dei tracker è stata imposta a 5,50 m.

Il Tecnico
Ing. Fiorenzo casti