



FOTOVOLTAICO CAVA RIANO

COMUNI DI RIANO (RM) e ROMA

PROGETTO DEFINITIVO

Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 387/2003 per un impianto fotovoltaico di superficie pari a 48,6 ha costituito da tracker monoassiali, strutture fisse e strutture su parete (37,6 MWp) presso la ex cava di tufo in località "Quadro" nel Comune di Riano (RM) con cavidotto e SEU nel Comune di Roma

CODICE ELABORATO:

R.6

TITOLO ELABORATO:

Relazione illustrativa
strutture e fondazioni

SCALA:

-

FORMATO:

A4

PROPONENTE:

CAVA SOLAR s.r.l.s.

Via Salari, 12 Montalto di Castro CAP 01014 (VT)

C.F. e P.IVA 02417800568

mail cavasolar.srls@legalmail.it

AMMINISTRATORE UNICO

Lopez Francesch Jordi

PROGETTISTA:



Studio Santi
Innovation in Energy



We support the Sustainable Development Goals



CERTIFIED ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001

Studio Santi srl con socio unico

Via Latina n. 57 - 00058 Santa Marinella (RM)

www.studiosanti.eu - info@studiosanti.eu

tel +39 0766 53 68 98

Ing. Federico Santi
Ordine degli Ingegneri di Roma N. A20930



iride

Istituto per la Ricerca e l'Ingegneria Dell'Ecosostenibilità

Istituto I.R.I.D.E. Srl

Via Cristoforo Colombo 163 - 00147 Roma

www.istituto-iride.com - iride@pec.istituto-iride.com

Tel +39 06 51606033

Ing. Mauro Di Prete
Ordine degli Ingegneri di Roma N. A14624

REV.	DATA	STATO	PREPARATO	RIESAMINATO	APPROVATO
00	28-03-2024	PRIMA EMISSIONE	R. SBARRA	Fra. CASTELLANI	F. SANTI

Questo documento o parte di esso non può essere riprodotto, salvato, trasmesso, riutilizzato in altri progetti in alcuna forma sia essa elettronica, meccanica, fotografica senza la preventiva autorizzazione di Studio Santi srl. Le informazioni contenute nel presente documento sono da intendersi valide limitatamente all'oggetto del documento stesso. Altre informazioni sono da ritenersi non valide ai fini dell'esecuzione. Le informazioni riportate nel presente documento non sono da intendersi "shop drawing" e pertanto l'esecutore delle opere dovrà verificare in campo quanto necessario per l'acquisto dei materiali.

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	2
2	SCELTE PROGETTUALI.....	3
2.1	TRACKER.....	4
2.2	RACK FISSI.....	6
2.3	STRUTTURE SU FUNI SU PARETI VERTICALI E AREE A FORTE PENDENZA	7
3	CONTENUTI DELLA RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE.....	8
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
3.2	ASSOGGETTABILITA' ALLA RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE SISMICA.....	8
3.3	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	9
3.4	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	9
3.4.1	VITA NOMINALE DI PROGETTO.....	9
3.4.2	CLASSE D'USO	10
3.5	ELENCO DEI CONTENUTI	11

1 PREMESSA

Vengono di seguito descritte le scelte progettuali adottate per la realizzazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici utilizzati per la realizzazione di un parco fotovoltaico all'interno di una cava di tufo non più in esercizio, nonché i contenuti delle successive relazioni strutturali e geotecniche.

2 SCELTE PROGETTUALI

La scelta degli elementi strutturali dei moduli fotovoltaici è stata fatta tenendo in conto i seguenti elementi progettuali:

- Orografia del terreno.
- Azioni agenti sulle strutture.
- Caratteristiche geotecniche del sito.
- Posizionamento ed accessibilità del sito.
- Tempistiche di realizzazione dell'impianto.
- Impatto ambientale dell'opera.
- Reversibilità dell'intervento.

La morfologia del terreno e le sue caratteristiche geologiche sono molto variabili all'interno dell'area di intervento, per questo si è scelto di utilizzare le seguenti strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici:

- Tracker: strutture dotate di un sistema ad inseguimento che consente di variare l'angolo di tilt dei moduli fotovoltaici;
- Rack: strutture con angolo di tilt fisso (non sono presenti parti mobili)
- Strutture su funi: i moduli fotovoltaici sono ancorati a funi di acciaio fissate nel terreno mediante strutture metalliche.

I Tracker saranno utilizzati nelle zone in cui le pendenze del terreno sono modeste, i rack invece saranno utilizzati dove le pendenze sono tali da non consentire il corretto funzionamento degli inseguitori, infine le strutture su funi saranno utilizzate per installare i moduli sui fronti di cava (pendenze quasi verticali) e in generale sulle zone con forti pendenze del terreno.

Le strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici che si intende utilizzare sono strutture "leggere", il cui peso proprio è trascurabile rispetto alle azioni variabili agenti sugli stessi. Per questa tipologia di strutture l'azione del vento risulta essere dimensionante in quanto questa, agendo direttamente sui pannelli fotovoltaici, genera un "effetto vela" che provoca elevati sforzi di flessione, trazione e compressione sulle strutture di sostegno.

Tutte le strutture (sia in elevazione che di fondazione) saranno realizzate utilizzando profili in acciaio, questo consentirà di avere una notevole flessibilità in fase realizzativa, limitando il peso degli elementi strutturali rispetto ad altre soluzioni costruttive.

Le strutture in acciaio consentono di avere un elevato grado di prefabbricazione, riducendo notevolmente i tempi di realizzazione, inoltre, a fine della vita utile, potranno essere facilmente smontate e rimosse per essere riciclate ovvero riutilizzate. L'utilizzo di strutture in carpenteria metallica rende l'intervento totalmente reversibile.

2.1 TRACKER

I tracker sono strutture modulari costituite da una parte fissa (struttura di sostegno) ed una parte mobile che ha funzione di supporto per i moduli fotovoltaici denominata inseguitore.

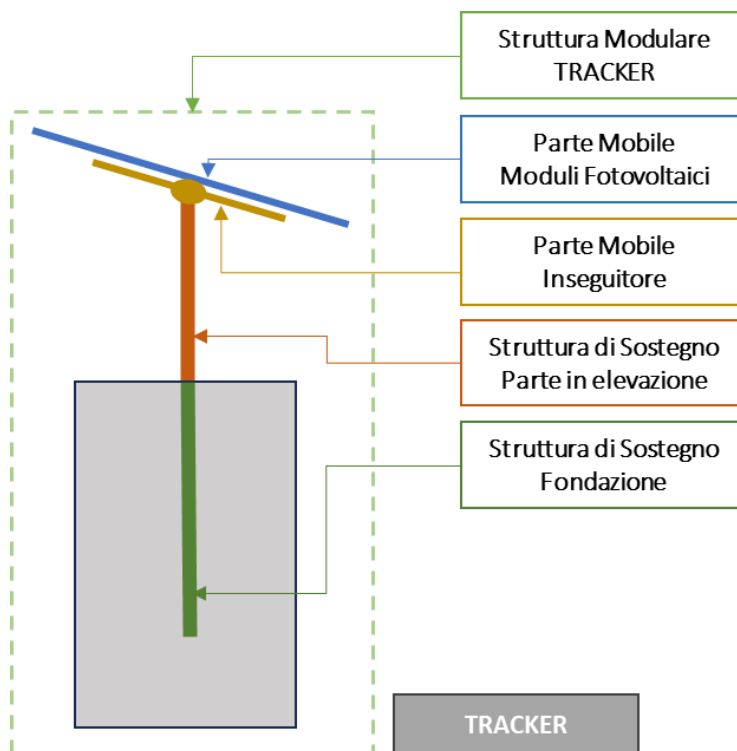


Immagine 1: schema concettuale Tracker.

Tutti gli elementi strutturali dei tracker saranno realizzati in carpenteria metallica. I pilastri, che avranno anche la funzione di fondazione, saranno posti in opera per infissione nel terreno, senza la realizzazione l'impiego di calcestruzzo.

Al fine di ottimizzare la produzione energetica del campo fotovoltaico, si prevede di realizzare due tipologie diverse di tracker:

- Tipologia 1: in grado di sostenere 14 moduli;
- Tipologia 2: in grado di sostenere 28 moduli;

L'interasse tra gli inseguitori è fissato in 4,10 m, in questo modo lo spazio libero fra i moduli fotovoltaici varierà da un minimo di 1,72 m (nel caso di moduli perfettamente orizzontali) a un massimo di 2,50 m (nel caso di moduli alla massima inclinazione di 55°).

L'altezza da terra misurata dall'asse di rotazione dell'inseguitore sarà di circa 1,50 m. Tutti gli inseguitori saranno in grado di orientare i moduli in un range che va da +/- 55°. Il movimento degli inseguitori sarà gestito in automatico da un PLC basato su orologio astronomico, oltre ad essere programmato con un software in grado di ottimizzare gli ombreggiamenti reciproci dei tracker.

Il sistema di gestione dei moduli sarà inoltre collegato a delle stazioni meteorologiche, in modo da poter orientare i moduli in posizione di salvaguardia in caso di forti venti.

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche delle tre tipologie di tracker che si intende utilizzare.

Tracker tipo 1:

- Numero dei moduli (inseguitori) installati sulla struttura: 14;
- Angolo di inseguimento: $\pm 55^\circ$;
- Dimensione dei moduli fotovoltaici: 1303X2384 mm;
- Superficie totale coperta dai pannelli in posizione orizzontale per ogni tracker: 45,8 mq;
- Elementi strutturali in acciaio S355 JR con trattamento superficiale anticorrosione;
- Tipologia di fondazione: palo in acciaio infisso nel terreno.

Tracker tipo 2:

- Numero dei moduli (inseguitori) installati sulla struttura: 28;
- Angolo di inseguimento: $\pm 55^\circ$;
- Dimensione dei moduli fotovoltaici: 1303X2384 mm;
- Superficie totale coperta dai pannelli in posizione orizzontale per ogni tracker: 91,6 mq;
- Elementi strutturali in acciaio S355 JR con trattamento superficiale anticorrosione;
- Tipologia di fondazione: palo in acciaio infisso nel terreno.

2.2 RACK FISSI

I Rack sono delle strutture in acciaio fisse (l'angolo di tilt dei moduli fotovoltaici non cambia) costituite da un graticcio di travi che sostengono i moduli fotovoltaici e una serie di pilastri verticali, per una parte infissi nel terreno, che hanno sia funzione di strutture verticali di supporto delle travi che di fondazioni.

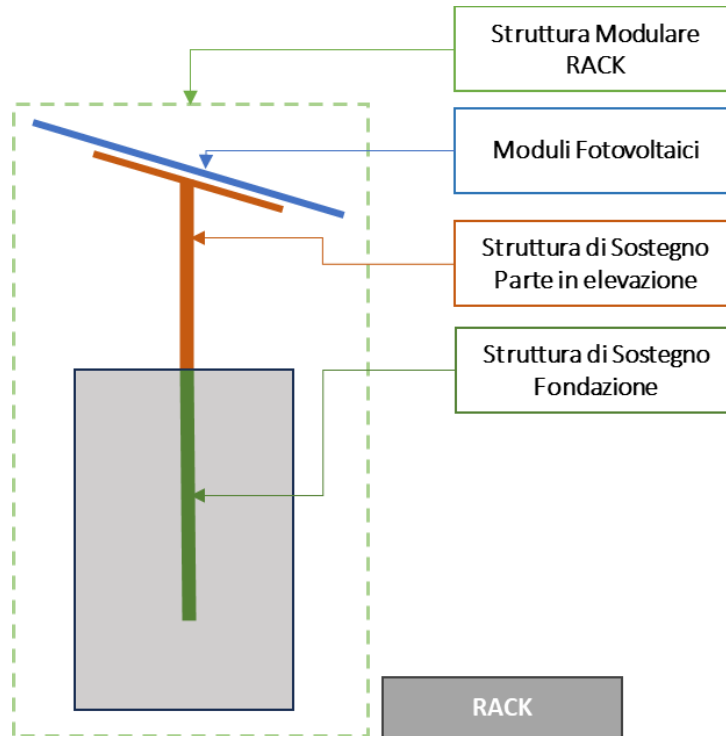


Immagine 2: schema concettuale Rack.

2.3 STRUTTURE SU FUNI SU PARETI VERTICALI E AREE A FORTE PENDENZA

Sui due fronti di Cava e sulle zone del terreno con forte pendenza, i moduli fotovoltaici saranno installati su tensostrutture costituite da elementi verticali in acciaio con funzione di supporto di funi metalliche; su queste saranno installati i moduli fotovoltaici mediante opportuni sistemi di fissaggio.

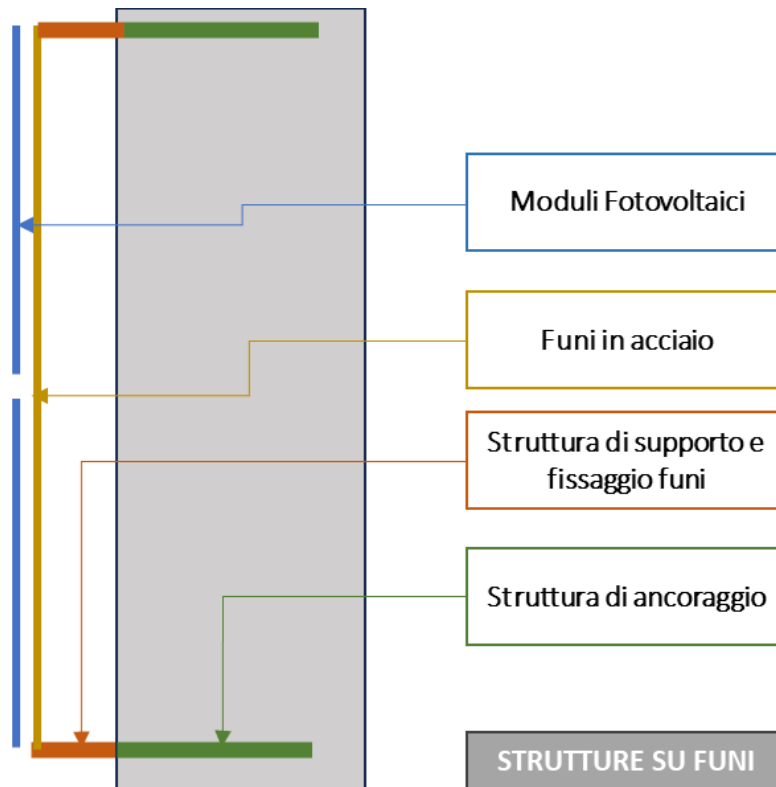


Immagine 3: Schema concettuale strutture su funi.

3 CONTENUTI DELLA RELAZIONE TECNICA STRUTTURALE

Le successive fasi di approfondimento progettuale prevedono la redazione di una relazione tecnica strutturale, riportante i calcoli di predimensionamento delle strutture descritte in precedenza.

3.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si elencano di seguito le principali normative utilizzate per progettazione e la verifica degli elementi strutturali:

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- CNR-DT 207 R1/2018 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- CEI 82-74 – Metodi di calcolo dell'azione del vento e criteri di dimensionamento di strutture di supporto di moduli fotovoltaici o collettori solari.

3.2 ASSOGGETTABILITA' ALLA RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE SISMICA

Sul territorio della Regione Lazio il rilascio dell'Autorizzazione Sismica per la realizzazione delle varie tipologie di opere è disciplinato dal Regolamento Regionale 26 ottobre 2020 n. 26; secondo il quale l'opera oggetto di progettazione può essere classificata, come indicato all'art. 7 come: "Interventi di minore rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità interventi di cui alla lettera e) le nuove costruzioni ordinarie non ricadenti nelle tipologie di cui alla lettera b) in tutte le zone sismiche".

L'intervento non può essere classificato come: "Interventi privi di rilevanza nei riguardi della pubblica incolumità", di cui all'art. 8 lettera hh) del Regolamento Regionale che disciplina gli impianti fotovoltaici a terra, in quanto la produzione di energia elettrica avviene in media tensione.

Sulla base di quanto sopra premesso si può concludere che le opere in oggetto sono soggette a richiesta di autorizzazione sismica ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera b) del Regolamento Regionale 26 ottobre 2020 n. 26.

3.3 SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

La sicurezza e le prestazioni delle opere oggetto di progettazione e delle loro parti sono state valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la Vita Nominale di progetto.

I requisiti per cui sono state progettate le strutture sono i seguenti:

- Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU).
- Sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE).
- Durabilità.
- Robustezza.

Non sono previste dalle normative vigenti specifiche caratteristiche di resistenza rispetto alla Sicurezza Antincendio.

3.4 VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

3.4.1 VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni durante il quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

Nel caso specifico si è fissato il valore della Vita Nominale della struttura in 25 anni.

Il paragrafo [2.4.1 - NTC18] stabilisce i valori minimi della Vita Nominale delle strutture in funzione del tipo di costruzione. Di seguito si riporta la tabella 2.4.I estratta dalla NTC18.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La Vita Nominale V_N delle strutture oggetto di progettazione è stato determinato nel modo seguente:

- Tipo di Costruzione: Costruzioni temporanee e di provvisorie;
- Valore minimo della Vita Nominale: 10 anni;
- **Valore di Progetto della Vita Nominale: 25 anni.**

Il valore di 25 anni della Vita Nominale della struttura è da considerarsi esclusivamente per la definizione dei livelli di durabilità delle strutture e non come periodo di ritorno delle azioni variabili in accordo a quanto previsto nel paragrafo C2.4.1 della [Circolare-NTC18].

3.4.2 CLASSE D'USO

La classe d'uso da utilizzare è stata scelta in funzione delle conseguenze che possono derivare da una interruzione di operatività o da un eventuale collasso.

Le NTC18 prevedono le seguenti Classi d'Uso:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le strutture oggetto di progettazione sono caratterizzate da un affollamento del tutto trascurabile. Non sono strutture pubbliche ovvero strutture private ad uso pubblico e non sono classificabili come strutture strategiche, inoltre un eventuale interruzione del servizio, non provoca situazioni di emergenza.

La determinazione della Classe d'Uso da attribuire alle tipologie strutturali oggetto di progettazione è stata eseguita facendo riferimento alle indicazioni previste dalle NTC2018 e dalla relativa Circolare Esplicativa e dalla Deliberazione della Regione Lazio del 5 novembre 2020, n. 793.

Sulla base di quanto esposto in precedenza, le strutture sono state classificate di **Classe d'Uso II**.

3.5 ELENCO DEI CONTENUTI

La relazione tecnica strutturale sarà organizzata come segue:

- MATERIALI
- AZIONI AGENTI SULLE STRUTTURE
 - Carichi permanenti
 - Azione del vento
 - Carico da neve
 - Azione della temperatura
 - Azione sismica
- COMBINAZIONE DELLE AZIONI

La relazione geotecnica e sulle fondazioni, parte della relazione strutturale, sarà organizzata come segue:

- INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE
- DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE
 - Carichi limite verticali
 - Carichi limite orizzontali
- COMBINAZIONE DEI CARICHI