

21_14_PV_ALF_AU_RE_14_00	AGOSTO 2022	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE	Ing. Alessandra Massaro	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n. 881 nel Comune di Roma.

COMMITTENTE:

CAVA ALFA S.r.l.
Via della Stazione di S. Pietro, 65
00165 Roma (RM)

TITOLO:

A. ELABORATI TECNICI
Relazione di calcolo delle strutture

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
studio@projetto.eu
web site: www.projetto.eu



P.IVA: 02658050733



NOME FILE
21_14_PV_ALF_AU_RE_14_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:
/

ELAB.
RE.14

INDICE

1	INDICAZIONI GENERALI	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	STATO DEI LUOGHI E INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
4	MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO	9
5	AZIONI SULLA STRUTTURA	10
5.1	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	10
5.2	AZIONE DEL VENTO	10
5.3	AZIONE SISMICA	11
6	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	16
7	MODELLO DI CALCOLO	17
8	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI TRACKER A 28 MODULI	18
9	VERIFICA RESISTENZA ASTE METALLICHE.....	25
10	VERIFICHE GEOTECNICHE	38
11	CONCLUSIONI	39

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

1 INDICAZIONI GENERALI

La società **CAVA ALFA S.R.L.** con sede legale in Via della Stazione, 45 – 000165 – Roma (Italy), intende realizzare l'impianto fotovoltaico costituito dai due rami di impianto denominati "Cava Alfa" e "Cava Beta" ubicati nel Comune di Roma (RM).

La potenza complessiva dell'impianto è di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp, rispettivamente nel ramo di impianto "Cava Alfa" e "Cava Beta".

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato per un'area complessiva di circa di circa 31,49 ettari (di cui 15,76 ettari appartengono alla "Cava Alfa" e 15,73 alla "Cava Beta") su terreni agricoli o sulla porzione degli stessi esenti da vincoli paesaggistici, ambientali e idrogeologici in terreni ubicato nel Comune di Roma.

La sua realizzazione comporterà un significativo contributo alla produzione di energie rinnovabili.

In sintesi l'intervento proposto:

- è finalizzato alla realizzazione di un'opera infrastrutturale, non incentivato;
- è compatibile con gli obiettivi di qualità e delle normative d'uso, non avendo alternative localizzative e/o progettuali;
- consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- consente il risparmio di combustibile fossile;
- non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- non è fonte di inquinamento acustico;
- non è fonte di inquinamento atmosferico;
- utilizza viabilità di accesso già esistente;
- è previsto l'impiego di una porzione di area che globalmente è già interessata da impianti elettrici fino alla III categoria;
- comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio, relativamente alle fondazioni superficiali, delle 24 cabine ed inverter. L'impianto sarà connesso alla rete RTN mediante cabine di consegna 20 kV.

Il presente progetto viene redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente, nazionale e della Regione Lazio, con particolare riferimento agli articoli 5 e 10 del Regolamento Regionale n.26 del 26/10/2020 (pubblicato nel BUR 27/10/2020, N.129). Inoltre ai sensi di quanto stabilito dal D.M. 10/09/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recepite dalla Regione Lazio nella Delib. n. 520 del 19/11/2010, la realizzazione in oggetto è soggetta ad Autorizzazione Unica e in tale procedimento confluisce anche la presente procedura di verifica. Alcuni contenuti, previsti nella normativa, come facenti parte del presente studio sono approfonditi in appositi elaborati ai quali si rimanderà nel proseguo della trattazione. In questo contesto la normativa prevede un livello di progettazione definitiva.

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO¹

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni"².
2. D.Min.Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.Min.Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M.LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M.LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M.LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 -Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministrin. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume,pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali eregole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2:

¹ sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 17.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente.

²In attesa della pubblicazione della circolare di istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche delle Costruzioni del 17 gennaio 2018 viene utilizzata la CIRCOLARE esplicativa n. 617 del 2 febbraio 2009, "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008". I riferimenti alla succitata circolare sono riportati con carattere di colore rosso.

- Regole generali -Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. 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.
 24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
 25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
 26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
 27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
 28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
 29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
 30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
 31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
 32. 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.
 33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
 34. 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.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

3 STATO DEI LUOGHI E INQUADRAMENTO TERRITORIALE

I terreni oggetto dell'intervento risultano essere prevalentemente pianeggianti e non soggetti a ombreggiamenti rilevanti. L'area di interesse confina prevalentemente con terreni coltivati e risulta costeggiata e attraversata da strade di servizio, alcune delle quali risultano essere accatastate.

Da un'analisi preventiva del sistema idro-geomorfologico, del sistema insediativo e dei beni culturali e del sistema agroforestale e del paesaggio insistenti sui terreni di cui sopra, non sono stati rilevati vincoli e/o limitazioni alla costruzione dell'impianto in oggetto.

COMMITTENTE	ALFA S.R.L. con sede legale in Via della Stazione, 45 – 000165 – Roma (Italy)
SITO INSTALLAZIONE	Comune di Roma (RM)
OGGETTO DEI LAVORI	Fornitura e posa in opera di un impianto fotovoltaico da 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp
VINCOLI	Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e norme tecniche Enel Distribuzione e/o Areti. I convertitori statici e i quadri dovranno essere accessibili solo a personale specializzato.



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato su un'area complessiva di circa 31,49 ettari, di cui 15,76 ettari appartengono alla "Cava Alfa" e 15,73 alla "Cava Beta".

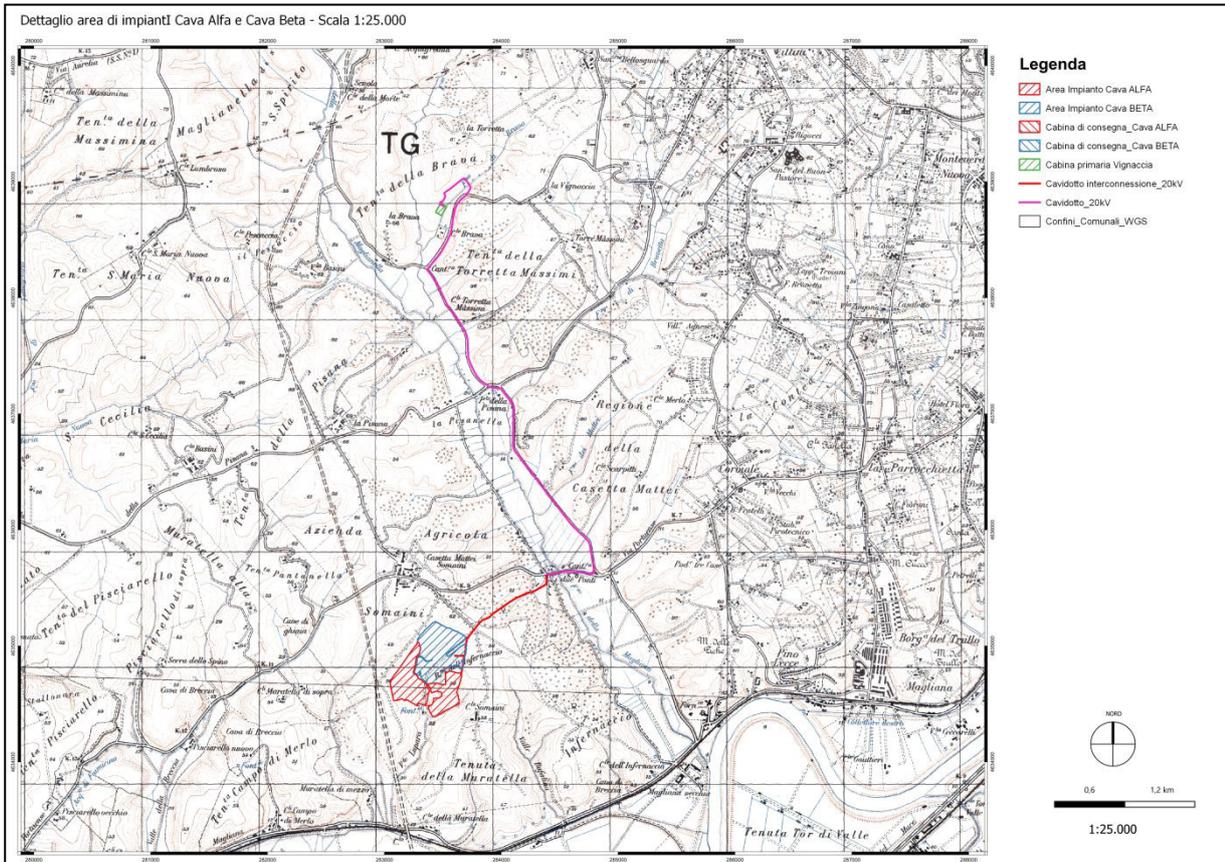


Figura 1 | Inquadramento intervento su base IGM

Si riportano di seguito le coordinate geografiche dei vertici delle aree secondo il sistema di riferimento UTM WGS84 33N:

Tabella 1 | Coordinate geografiche dei vertici del ramo di impianto "Cava Alfa"

VERTICI	UTM WGS84 33N	
	East [m]	North [m]
1A	283053.90331	4634705.59765
1B	283285.19951	4635036.92418
1C	283249.51449	4634764.88073
1D	283368.63299	4634671.67751
1E	283525.03160	4634669.19309
1F	283520.81407	4634779.69964
1G	283661.88533	4634766.98356
1H	283619.54784	4634603.70442
1I	283639.72919	4634503.34873

PROJETTO engineering s.r.l.

RELAZIONE DI CALCOLO

DELLE STRUTTURE

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 1.119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
 Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

1L	283413.22655	4634391.38767
1M	283282.11353	4634482.63014
1N	283077.76242	4634531.11918

Dettaglio su ramo di impianto denominato "Cava Alfa" - Scala 1:5.000



Figura 2 | Inquadramento su base ortofoto | Area 2 della "Cava Alfa"

Tabella 2 | Coordinate geografiche dei vertici del ramo di impianto "Cava Beta"

VERTICI	UTM WGS84 33N	
	East [m]	North [m]
2A	283282.56100	4635056.78291
2B	283438.03245	4635210.03188
2C	283556.27357	4635155.14212
2D	283702.07159	4635074.60519
2E	283705.63225	4635008.57910
2F	283670.63597	4634806.29968
2G	283520.81342	4634779.71657
2H	283525.03160	4634669.19309
2I	283368.63299	4634671.67751

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 1.119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
 SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Dettaglio su ramo di impianto denominato "Cava Beta" - Scala 1:5.000



Figura 3 | Inquadramento su base ortofoto | "Cava Beta"

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

4 MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE", ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

- Acciaio per carpenteria metallica

Le carpenterie metalliche come profili e piatti saranno del tipo:

		S 275
		JR
Tensione caratteristica di rottura a trazione (per spessori $\leq 3\text{mm}$)	$F_t [\text{N/mm}^2]$	430,0
Tensioene caratteristica di snervamento (per spessori $\leq 16\text{mm}$)	$F_y [\text{N/mm}^2]$	275,0

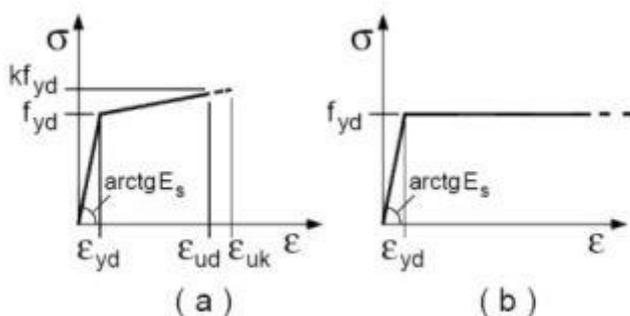


Figura 4| Diagrammi di calcolo tensione/deformazione acciaio

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

5 AZIONI SULLA STRUTTURA

Le azioni sulla struttura in esame sono valute in accordo al capitolo 3 del D.M. 2018. In particolare sono presenti:

- Carichi permanenti strutturali e non strutturali;
- Azione del vento;
- Azione sismica.

Le azioni così ottenute sono opportunamente combinate tra loro in base alle combinazioni di carico indicate dalla norma di riferimento e riportate in dettaglio al §6 della presente. Da queste si ottengono i valori di progetto delle sollecitazioni da impiegare successivamente nelle verifiche. I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 2018.

5.1 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Peso proprio dei pannelli fotovoltaici, ognuno dei quali avente peso di 250 N.

5.2 AZIONE DEL VENTO

ZONA	$V_{b,0}$ (m/s)	A_0 (m)	K_s
3	27	500	0.36

Categoria di esposizione	K_r	Z_0 (m)	Z_{min} (m)
2	0.19	0.05	4

Altitudine: $a_s = 56$ m s.l.m.

Distanza dalla costa: terra - entro 30 Km

Classe di rugosità terreno: D

Altezza manufatto: $h = 2.00$ m

Periodo di ritorno: $T_R = 50.0$ anni =>

$$c_R = 0.75 \{1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)]\} 0.5 = 1.00$$

Velocità di riferimento del vento:

$$V_b = c_a \cdot V_{b,0} \text{ con:}$$

$$c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + K_s \cdot (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_s > a_0$$

$$V_b = 28.000 \text{ m/s}$$

$$V_b(T_R) = c_R V_b = 27.021 \text{ m/s}$$

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Coefficiente dinamico: $C_d = 1.00$

Coefficiente di forma: $C_p = 1.20$

Coefficiente di attrito: $C_f = 0.02$

Coefficiente di topografia: $C_t = 1.00$

Coefficiente di esposizione: $C_e(z) = K_r 2 C_t \ln(z/z_0) [7 + C_t \ln(z/z_0)]$ per $z \geq z_{min}$

$C_e(z) = C_e(z_{min})$ per $z < z_{min}$

$C_e(z) = 1.80$

Le azioni del vento si traducono in pressioni (positive) e depressioni (negative) agenti normalmente alla superficie degli elementi che compongono la costruzione. La pressione agente su un singolo elemento è data all'espressione:

$p = q_b C_e C_p C_d = 1060.27 \text{ Pa}$

dove:

$q_b = 1/2 \rho v_b^2$ e' la pressione cinetica di riferimento;

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ e' la densita' dell'aria

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è:

$p_f = q_b C_e C_f = 17.67 \text{ Pa}$

5.3 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 2018 "Norme tecniche per le Costruzioni".

Latitudine [°]	Longitudine [°]	Altitudine [m]
41.835562	12.391048	56

L'opera in oggetto è stata progettata per una Vita Nominale pari a 50 e per Classe d'Uso pari a 2.

In base alle indagini geognostiche effettuate si è classificato il suolo di fondazione di categoria B, cui corrispondono i seguenti valori per i parametri necessari alla costruzione degli spettri di risposta orizzontale e verticale:

Spettro: SpettroNT_ 2018

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

Spettro: SpettroNT_ 2018

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso CU	1.000
Periodo di riferimento VR [anni]	50.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio – SLD	63.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo – SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLD [anni]	50.0
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	475.0

Valori di riferimento del sito	
Accelerazione orizzontale massima del sito $A_{g/g}$ – SLD (TR=50.0)	0.0767
Fattore di amplificazione dello spettro F_0 - SLD (TR=50.0)	2.4905
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T^*C [s] - SLD (TR=50.0)	0.268
Accelerazione orizzontale massima del sito $A_{g/g}$ - SLV (TR=475.0)	0.2663
Fattore di amplificazione dello spettro F_0 - SLV (TR=475.0)	2.2700
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T^*C [s] - SLV (TR=475.0)	0.420
Coefficiente Amplificazione Topografica S_t	1.000
Categoria terreno	B

Stato limite SLV	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.16
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.18
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.55
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	2.67

Stato limite SLD	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s	1.20
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.13

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.38
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.88

Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Acciaio
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	SI
Coefficiente moltiplicativo Ce - struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	3.00
Au/A1 - Telaio + piani + campate	1.300
Fattore di comportamento $q = Kw * Kr * q0 = Kw * Kr * Ce * Au / A1$	3.120

Fattore di comportamento (SLD)	
q	1.500

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

T SLV [s]	Sd SLV [a/g]	T SLD [s]	Sd SLD [a/g]
0.00000	0.30845	0.00000	0.08262
0.18318	0.22442	0.12770	0.13717
0.54953	0.22442	0.38310	0.13717
0.74187	0.16624	0.56964	0.09225
0.93422	0.13201	0.75618	0.06950
1.12656	0.10947	0.94271	0.05574
1.31891	0.09351	1.12925	0.04654
1.51125	0.08161	1.31578	0.03994
1.70359	0.07239	1.50232	0.03498
1.89594	0.06505	1.68885	0.03112
2.08828	0.05906	1.87539	0.02802
2.28062	0.05408	2.11146	0.02211
2.47297	0.05327	2.34752	0.01788
2.66531	0.05327	2.58359	0.01476
2.85766	0.05327	2.81966	0.01377
3.11021	0.05327	3.05573	0.01377
3.33266	0.05327	3.29180	0.01377
3.55510	0.05327	3.52786	0.01377
3.77755	0.05327	3.76393	0.01377
4.00000	0.05327	4.00000	0.01377

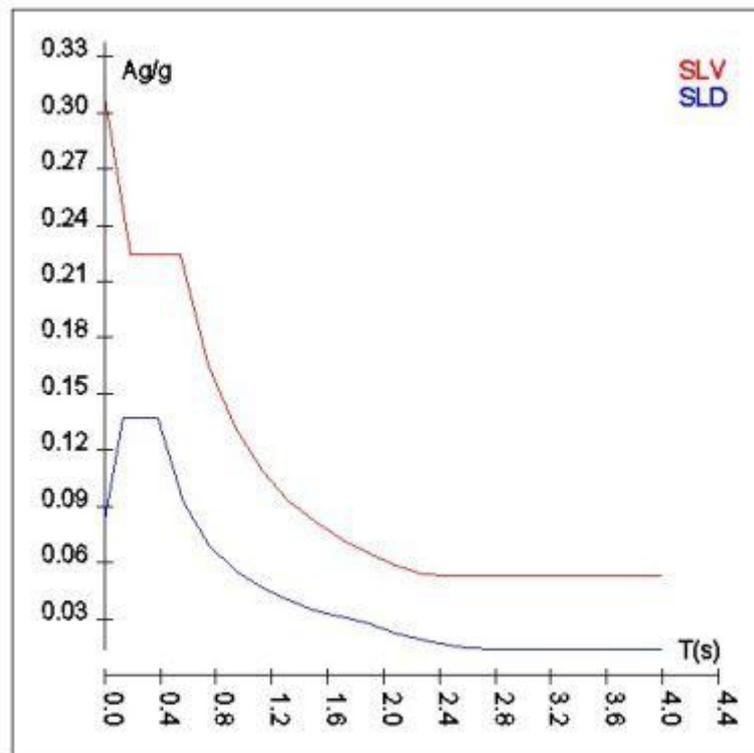


Figura 5 | Grafico spettri

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

6 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le azioni sulla costruzione sono state combinate secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 * G1 + \gamma G2 * G2 + \gamma P * P + \gamma Q1 * Qk1 + \gamma Q2 * \psi 02 * Qk2 + \gamma Q3 * \psi 03 * Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1k + G2k + P + Qk1 + \psi 02 * Qk2 + \psi 03 * Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1k + G2k + P + \psi 11 * Qk1 + \psi 22 * Qk2 + \psi 23 * Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1k + G2k + P + \psi 21 * Qk1 + \psi 22 * Qk2 + \psi 23 * Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi

all'azione sismica

$$E + G1k + G2k + P + \psi 21 * Qk1 + \psi 22 * Qk2 + \dots$$

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni sono state effettuate con l'Approccio 2 attraverso la combinazione A1+M1+R3.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella Tab. 6.2.II del D.M. 2018.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della Tab. 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

7 MODELLO DI CALCOLO

Le verifiche strutturali preliminari sono state condotte utilizzando un modello di calcolo composto da elementi beam, simulanti il comportamento delle membrature componenti.

Nel dettaglio, per i pali di supporto della struttura si è considerato un incastro per i nodi inferiori. Per gli arcarecci longitudinali sono state modellate come aste libere all'estremità, e irrigidite nel nodo interno trave pilastro, per tenere conto della piastra di collegamento.

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Qui di seguito si riportano i modelli suddivisi per tipologia (14 o 18 moduli).

Poiché la il carico da vento risulta essere la condizione più gravosa si riportano gli schemi dell'andamento delle deformate e delle tensioni relative alla condizione peggiorativa.



8 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI TRACKER A 28 MODULI

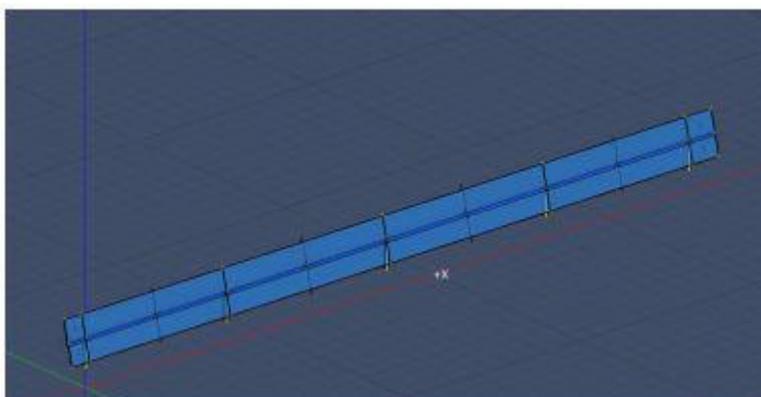


Figura 6 | Struttura tracker a 28 moduli

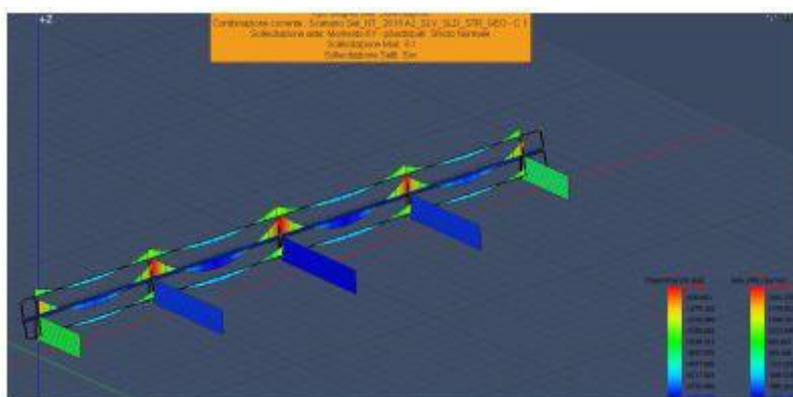


Figura 7 | Andamento tensioni struttura tracker a 28 moduli (azione vento)

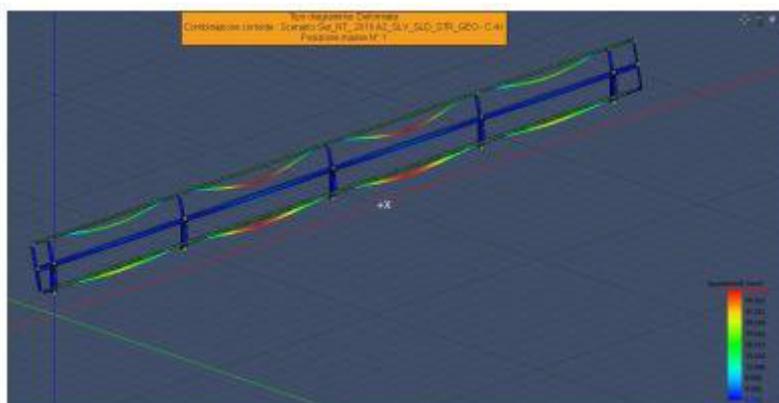


Figura 8 | Deformata struttura tracker a 28 moduli (azione vento)

Verifica Stabilità aste Metalliche

Scenario di calcolo: Set_NT_2018 A2_SLV_SLD_STR_GEO

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 1.119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Simbologia

L [cm] Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)

Ln1 [cm] Luce libera nella direzione principale 1 dell'elemento

Ln2 [cm] Luce libera nella direzione principale 2 dell'elemento

Sez. G Sezione Generica (Sigla)

fyd [kg/cmq] Tensione di progetto snervamento acciaio

ft [kg/cmq] Tensione di rottura acciaio

gM Coefficiente di sicurezza acciaio

N [kg] Sforzo Normale massimo

My [kg*m] My massimo

Mz [kg*m] Mz massimo

NRk [kg] :A*fy, Resistenza caratteristica instabilità a compressione (¹)

MyRk [kg*m] :Wy*fy, Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Y (¹)

MzRk [kg*m] :Wz*fy, Momento resistente caratteristico all'instabilità in direzione Z (¹)

Iy Snellezza in direzione y

Iz Snellezza in direzione z

cy Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir y

cz Coefficiente di riduzione per la presso flessione dir z

cLT Coefficiente di riduzione per la instabilità flesso-torsionale, il coefficiente è applicato al termine relativo all'asse forte

kyy,kyz

kzy,kzz Coefficienti di interazione per l'instabilità (cfr. EC3 Annex B, tab B1 e B2, e cfr. Circ.NTC tab. C4.2.IV e C4.2.V)

Myeq [kg*m] My equivalente uguale a kyy*My oppure kzy*My

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

Mzeq [kg*m] Mz equivalente uguale a $k_{yz} \cdot M_z$ oppure $k_{zz} \cdot M_z$

NRd [kg] :Resistenza instabilità a compressione (²)

MyRd [kg*m] :Momento resistente all'instabilità in direzione Y (²)

MzRd [kg*m] :Momento resistente all'instabilità in direzione Z (²)

SF Ccoefficiente di sicurezza (asta verificata se ≥ 1)

Comb Combinazione di carico: quando Comb non è sismica è individuata dal codice [C], quando è sismica è individuata dal codice [(Cx+Cy) Cm Sc].

- C Individua la Combinazione di Carico non sismica (1, 2, ecc. come da scenario);
- Cx Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione x (SismaX, come da scenario);
- Cy Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione y (SismaY, come da scenario);
- Cm Individua la Combinazione spostamento masse (I, II, III, IV, V, ecc. come da Combinazioni Sisma in Spostamento masse impalcato);
- Sc Individua la sottocombinazione ottenuta mediante la permutazione dei segni (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8):

1) $Sc = + SismaZ \cdot fz + SismaX \cdot fx + SismaY \cdot fy$

2) $Sc = + SismaZ \cdot fz + SismaX \cdot fx - SismaY \cdot fy$

3) $Sc = + SismaZ \cdot fz - SismaX \cdot fx + SismaY \cdot fy$

4) $Sc = + SismaZ \cdot fz - SismaX \cdot fx - SismaY \cdot fy$

5) $Sc = - SismaZ \cdot fz + SismaX \cdot fx + SismaY \cdot fy$

6) $Sc = - SismaZ \cdot fz + SismaX \cdot fx - SismaY \cdot fy$

7) $Sc = - SismaZ \cdot fz - SismaX \cdot fx + SismaY \cdot fy$

8) $Sc = - SismaZ \cdot fz - SismaX \cdot fx - SismaY \cdot fy$

Le ultime quattro sono assenti quando non è richiesto il contributo del sisma in direzione verticale. Le combinazioni delle azioni sismiche così ottenute vengono combinate con i carichi verticali (come da scenario).

Note:

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

(¹) Y è l'asse forte della sezione, e Z l'asse debole della sezione; i valori da utilizzare per le resistenze sono $NRk=fy*A, MyRk=fy*Wy, MzRk=fy*Wz$ dove:

Classe	1	2	3	4
A	A	A	A	A,eff
Wy	Wpl,y	Wpl,y	Wel,y	Wely,eff
Wz	Wpl,z	Wpl,z	Wel,z	Welz,eff

(²) le equazioni di verifica, le azioni e le resistenze di progetto sono date dalle seguenti equazioni:

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

$$\frac{N_{ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{yRk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{zRk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{yRk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{zRk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$N_{Rdy} = \frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{yRd} = \frac{\chi_{LT} M_{yRk}}{\gamma_{M1}} \quad M_{zRd} = \frac{M_{yRk}}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{yyEq} = k_{yy} M_{yEd} \quad M_{yzEq} = k_{yz} M_{z,Ed}$$

$$M_{zyEq} = k_{zy} M_{yEd} \quad M_{zzEq} = k_{zz} M_{z,Ed}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdy}} + \frac{M_{yyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{yzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{Rdz}} + \frac{M_{zyEq}}{M_{yRd}} + \frac{M_{zzEq}}{M_{zRd}} \leq 1$$

Asta: 1 [1,2] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.:

Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ fyk/ $\gamma_M=2619$ kg/cm² ft=4300 kg/cm² :Verificato

SF_λ=8.540

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λY	λZ	χY	χZ	χLT	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-3777	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.04 2	0.62 5	0.62 5	1.04 2

Cl	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	3777	0	0	54870	5889	4535	2	15
1	Z	3777	0	0	54870	5889	4535	2	15

Asta: 2 [101,3] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.:

Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ fyk/ $\gamma_M=2619$ kg/cm² ft=4300 kg/cm² :Verificato

SF_λ=8.540

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 1.119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λ_Y	λ_Z	χ_Y	χ_Z	χ_{LT}	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6364	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 1	0.64 3	0.64 3	1.07 1

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6364	0	0	54870	5889	4535	2	8.6
1	Z	6364	0	0	54870	5889	4535	2	8.6

Asta: 3 [201,4] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.:

Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ fyk/ $\gamma_M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

SF_ $\lambda =8.540$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λ_Y	λ_Z	χ_Y	χ_Z	χ_{LT}	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6735	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 6	0.64 5	0.64 5	1.07 6

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6735	0	0	54870	5889	4535	2	8.1
1	Z	6735	0	0	54870	5889	4535	2	8.1

Asta: 4 [301,5] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.:

Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ fyk/ $\gamma_M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

SF_ $\lambda =8.540$

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λ_Y	λ_Z	χ_Y	χ_Z	χ_{LT}	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-6395	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.07 2	0.64 3	0.64 3	1.07 2

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	6395	0	0	54870	5889	4535	2	8.6
1	Z	6395	0	0	54870	5889	4535	2	8.6

Asta: 5 [401,6] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Ln1=140.0 cm Ln2=140.0 cm Crit.:

Acciaio_CompSemp $\gamma_M=1.05$ fyk/ $\gamma_M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

SF_ $\lambda =8.540$

N	My	Mz	NRk	MyRk	MzRk	λ_Y	λ_Z	χ_Y	χ_Z	χ_{LT}	kyy	kyz	kzy	kzz
kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m									
-4060	0	0	88341	6184	4762	19	23	0.65 2	0.65 2	--	1.04 6	0.62 7	0.62 7	1.04 6

Cls	Dir	N	Myeq	Mzeq	NRd	MyRd	MzRd	Comb.	SF
		kg	kg*m	kg*m	kg	kg*m	kg*m		
1	Y	4060	0	0	54870	5889	4535	2	14
1	Z	4060	0	0	54870	5889	4535	2	14

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

9 VERIFICA RESISTENZA ASTE METALLICHE

Scenario di calcolo: Set_NT_2018 A2_SLV_SLD_STR_GEO

Simbologia

L [cm] Lunghezza teorica elemento (da nodo a nodo)

Sez. G Sezione Generica (Sigla)

f_{yd} [kg/cm²] Tensione di progetto snervamento acciaio

f_t [kg/cm²] Tensione di rottura acciaio

γ_M Coefficiente di sicurezza acciaio

X [cm] Punto di verifica

N [kg] Sforzo Normale

TY [kg] Taglio dir Y

TZ [kg] Taglio dir Z

MT [kg*m] Momento torcente

MY [kg*m] Momento flettente dir Y

MZ [kg*m] Momento flettente dir Z

MY4 [kg*m] Momento flettente dir Y + $N \cdot \Delta e_z$, per sezioni di classe 4

MZ4 [kg*m] Momento flettente dir Z + $N \cdot \Delta e_y$, per sezioni di classe 4

cls Classe della sezione per la sollecitazione della combinazione corrente

Comb. Combinazione della sollecitazione

Nr [kg] Sforzo Normale resistente

Vyr [kg] Taglio resistente in dir Y

Vzr [kg] Taglio resistente dir Z

Mry [kg*m] Momento flettente resistente dir Y

Mrz [kg*m] Momento flettente resistente dir Z

SF_V Coefficiente di sicurezza taglio

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

SF_M Coefficiente di sicurezza pressoflessione

SF Coefficiente di sicurezza complessivo (asta verificata se ≥ 1)(1)

Gerarchia travi/pilastri (quando richiesto):

NEd [kg] Sforzo Normale di verifica

Npl,Rd [kg] Sforzo Normale resistente (NTC 4.2.4.1.2)

VEdY(*) [kg] Taglio trave dir Y dovuto ai momenti ultimi Mpl,RdZ di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))

Vpl,RdY [kg] Taglio resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)

VEdZ(*) [kg] Taglio trave dir Z dovuto ai momenti ultimi Mpl,RdY di estremità (cfr. NTC f.(7.5.6))

Vpl,RdZ [kg] Taglio resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)

MEdY [kg*m] Momento flettente dir Y

Mpl,RdY [kg*m] Momento resistente dir Y (NTC 4.2.4.1.2)

MEdZ [kg*m] Momento flettente dir Z

Mpl,RdZ [kg*m] Momento resistente dir Z (NTC 4.2.4.1.2)

Verifiche Incendio:

Ky fy(T)/fy(20°) fattore riduzione resistenza alla temperatura T

KE E(T)/E(20) fattore riduzione modulo elastico alla temperatura T

SF Coefficiente di sicurezza (asta verificata se ≥ 1)(2)

Ω * Smplicificazione sollecitazioni sismiche (solo per $q > 1$)(3)

Fatt.Ampl.Sisma Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)

Note:

(1): SF rappresenta il minimo tra SF_V ed SF_M dove:

- SF_V = VR/Vd con VR e Vd azione tagliante resistente ed agente

- SF_M = $1/[N/Nr + MY/Mry + MZ/Mrz]$, i valori di Mry ed Mrz sono ridotti opportunamente quando Vd

> 0.5 Vr

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015
Certificate No. Q204 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

(2): SF rappresenta il minimo tra i seguenti rapporti:

- $M_{EdY}/M_{pl,RdY}$ (travi)
- $M_{EdZ}/M_{pl,RdZ}$ (travi)
- $N_{Ed}/(0.15 \cdot N_{pl,Rd})$ (travi)
- $V_{EdY}^{(*)}/(0.5 \cdot V_{pl,RdY})$ (travi)
- $V_{EdZ}^{(*)}/(0.5 \cdot V_{pl,RdZ})$ (travi)
- $V_{EdY}/(0.5 \cdot V_{pl,RdY})$ (pilastri)
- $V_{EdZ}/(0.5 \cdot V_{pl,RdZ})$ (pilastri)

(3): $\Omega^* = \min(q, 1.1 \cdot \Omega_{ov} \cdot \Omega)$, con Ω secondo NTC 7.5.4.2

Asta: 0 [2,3] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=812.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_y/k=2619$ kg/cmq

$f_t=4300$ kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-182	-866	-1462	0	1978	-1184	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	20	1.8	>100	1.8

Asta: 0 [202,102] Sez. G: L 100x10 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\gamma_M=1.05$ $f_y/k=2619$ kg/cmq

$f_t=4300$ kg/cmq :Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
100	1	247	32	702	-5	474	-7	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
100	1	50571	15407	15407	1194	1194	97	22	2.5	19	2.5

Asta: 0 [106,206] Sez. G: L 100x10 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
 $f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-64	21	-354	2	314	36	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15616	15616	1194	1194	97	44	3.4	51	3.4

Asta: 0 [206,106] Sez. G: L 100x10 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
 $f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
148	1	-254	-23	578	-6	512	-35	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
148	1	50571	15340	15340	1194	1194	97	27	2.2	16	2.2

Asta: 0 [106,105] Sez. G: L 100x10 L=821.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
 $f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
821	1	254	15	708	-7	1030	-42	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
821	1	50571	15311	15311	1194	1194	97	22	1.1	15	1.1

Asta: 0 [103,102] Sez. G: L 100x10 L=812.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$ kg/cmq
ft=4300 kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	607	-21	-687	7	953	-63	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15295	15295	1194	1194	97	22	1.2	14	1.2

Asta: 0 [102,202] Sez. G: L 100x10 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$ kg/cmq
ft=4300 kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	199	-80	-456	5	389	-62	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15442	15442	1194	1194	97	34	2.6	21	2.6

Asta: 1 [1,2] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$ kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-3777	-16	-1141	0	798	-11	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	25	4.5	>100	4.5

Asta: 1 [3,4] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=921.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
ft=4300 kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	69	-977	-1658	0	2545	-1502	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	18	1.4	>100	1.4

Asta: 1 [102,2] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$ ft=4300
kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	1073	407	325	-6	102	531	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15346	15346	1194	1194	97	38	1.8	16	1.8

Asta: 2 [101,3] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
kg/cm² ft=4300 kg/cm² :Verificato

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6364	-38	-1800	0	1260	-27	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	16	2.8	>100	2.8

Asta: 2 [4,5] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=921.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$ kg/cmq
ft=4300 kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
921	1	292	977	1616	0	2542	-1502	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
921	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	18	1.4	>100	1.4

Asta: 2 [2,102] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$ kg/cmq ft=4300
kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1446	688	-306	1	278	293	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15668	15668	1194	1194	97	23	2.0	88	2.0

Asta: 3 [201,4] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\sigma_M=1.05$ fyk/ $\sigma_M=2619$
kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6735	-29	-1949	0	1365	-20	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	15	2.6	>100	2.6

Asta: 3 [5,6] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=821.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$

$f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
821	1	511	875	1436	0	2020	-1209	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
821	1	101442	29284	29284	5850	5850	4108	20	1.8	>100	1.8

Asta: 3 [103,3] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$ $f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1429	88	369	-1	535	179	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15670	15670	1194	1194	97	42	1.6	90	1.6

Asta: 4 [301,5] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$ $f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-6395	11	-1815	0	1270	8	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	16	2.8	>100	2.8

Asta: 4 [6,106] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=148.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$

kg/cm² ft=4300 kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	319	-284	-129	-59	-159	-185	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	101442	28864	28864	5850	5850	4108	>100	16	70	16

Asta: 4 [3,103] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$ kg/cm² ft=4300

kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1668	377	-425	-1	399	217	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15698	15698	1194	1194	97	37	1.8	>100	1.8

Asta: 5 [401,6] Sez. G: OMCF 160x160x50x6 L=140.0 cm Crit.: Acciaio_CompSemp $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$

kg/cm² ft=4300 kg/cm² :Verificato

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-4060	72	-1188	0	832	51	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	84134	23589	29032	4535	5889	136	24	4.2	>100	4.2

Asta: 5 [102,2] Sez. G: TuboR160x160x6.3 L=100.0 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$

kg/cmq ft=4300 kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
113	1	-446	288	-391	113	-609	-219	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
113	1	101442	28480	28480	5850	5850	4108	73	6.9	36	6.9

Asta: 5 [104,4] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$ kg/cmq ft=4300

kg/cmq :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1517	-127	374	0	549	240	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15708	15708	1194	1194	97	42	1.4	>100	1.4

Asta: 6 [4,104] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619$ kg/cmq ft=4300

kg/cmq :Verificato

PROJETTO engineering s.r.l.

RELAZIONE DI CALCOLO

DELLE STRUTTURE

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Cap. Soc. 1.119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
 Partita Iva : 02658050733
 Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
 Tel099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
 SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1758	124	-430	-0	402	133	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15727	15727	1194	1194	97	37	2.1	>100	2.1

Asta: 7 [105,5] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_yk/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2 f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1437	-313	369	2	535	282	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15622	15622	1194	1194	97	42	1.4	54	1.4

Asta: 8 [5,105] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_yk/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2 f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	-1676	-105	-424	0	397	58	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15731	15731	1194	1194	97	37	2.4	>100	2.4

Asta: 9 [106,6] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_yk/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2 f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	1230	-508	262	6	399	246	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15322	15322	1194	1194	97	30	1.8	15	1.8

Asta: 10 [6,106] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
ft=4300

kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-1093	-772	-277	-1	-39	610	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15680	15680	1194	1194	97	20	1.8	>100	1.8

Asta: 11 [206,106] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
ft=4300 kg/cm² :Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	40	-64	-31	-1	-37	75	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15649	15649	1194	1194	97	>100	11	70	11

Asta: 12 [102,202] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$
ft=4300 kg/cm² :Verificato

PROJETTO engineering s.r.l.

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

società d'ingegneria

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Cap. Soc. 119.000,00 € Codice Fiscale: 02658050733
Partita Iva : 02658050733
Sede Legale: Via dei Mille 5, 74024 Manduria - Taranto
Sede Operativa: Z.I. Lotto 31, 74020 San Marzano di San Giuseppe - Taranto
Tel 099 9574694 fax 099 2222834 mob. 3491735914



SR EN ISO 9001:2015 Certificate No. Q204
SR EN ISO 14001:2015 Certificate No. E81

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
0	1	481	-247	85	2	-78	-127	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
0	1	50571	15633	15633	1194	1194	97	63	5.5	59	5.5

Asta: 13 [106,206] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$

$f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-328	254	57	1	-31	-190	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15662	15662	1194	1194	97	62	5.2	82	5.2

Asta: 14 [202,102] Sez. G: L 100x10 L=109.1 cm Crit.: Acciaio_Flessione $\sigma_M=1.05 f_{yk}/\sigma_M=2619 \text{ kg/cm}^2$

$f_t=4300 \text{ kg/cm}^2$:Verificato

X	cls	N	TY	TZ	MT	MY	MZ	My4	Mz4	Comb.
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m			
109	1	-241	199	-142	-2	-182	-200	--	--	2

X	cls	Nr	Vyr	Vzr	Mry	Mrz	MTrd	SF_V.	SF_M	SF_Mt	SF
cm		kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m				
109	1	50571	15591	15591	1194	1194	97	78	3.1	43	3.1

Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

10 VERIFICHE GEOTECNICHE

È previsto che le strutture metalliche verticali siano infisse nel terreno, per cui al fine di verificare il sistema terreno-fondazione, si procederà secondo quanto disposto dal punto 6.4.3.1 del D.M. 17/01/2018 per gli SLU per le fondazioni profonde.

Dai risultati dell'analisi, ipotizzando un coefficiente di correlazione cautelativo pari a $\zeta=1.7$, i coefficienti di sicurezza relativi alle azioni di trazione e orizzontali, sono rispettivamente $CST = 1.14$ e $CSO = 6$.



Progetto dell'impianto fotovoltaico su cava della potenza di 10.916,92 kWp + 11.148,06 kWp in via Portuense n.881 nel Comune di Roma.

11 CONCLUSIONI

L'opera sopra descritta è conforme ai requisiti prestazioni richiesti dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. del 17/01/2018. Ulteriori indicazioni e aspetti saranno analizzati nella fase esecutiva del progetto.

