

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE
"ASCOLI SATRIANO MASSERIA SAN POTITO" - POTENZA NOMINALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO 47,5 MVA
POTENZA NOMINALE SISTEMA DI ACCUMULO ENERGIA 90 MVA

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di FOGGIA
COMUNE di ASCOLI SATRIANO
Località: Masseria San Potito

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 82BKAH2

Tav.:

R06
integr

Titolo:

Relazione sulle strutture
art.26, comma 1, lett.c) DPR 207/2010
Impianto fotovoltaico

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

82BKAH2_CalcoliPrelStrutture_06integr

Progettazione:

Committente:

DOTT. ING. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce
Mob. +39 340 9243575
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu
P. IVA 04433020759

Whysol-E Sviluppo S.r.l.

Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO
Tel: +39 02 359605
info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it
P. IVA 10692360968



D. E. A.
ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

VIA BENEDETTO CROCE, 23 - 73100 LECCE
TEL 0832 1940701 - FAX 0832 1940702
Email: gl.damato@associatidea.com
PEC: giovanniluca.damato@ingpec.eu



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Aprile 2020	Prima emissione	GdA	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.
Giugno 2020	Rev1 - Richiesta Integrazioni RP Ufficio Energia	GdA	FC	WHYSOL-E Sviluppo s.r.l.

INDICE

0. PREMESSA	2
1. DATI DI INPUT	3
1.1. CARICHI	4
1.1.1. AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI	4
1.1.2. AZIONE DELLA NEVE	6
1.1.3. PESO PROPRIO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI	7
1.1.4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	7
1.2. INFORMAZIONI GEOTECNICHE	8
2. DESCRIZIONE DEL MODELLO	10
2.1. FONDAZIONI	11
2.2. CARICHI AGENTI SULLA TESTA DELLA COLONNA	11
2.2.1. MODELLO FEM	11
2.3. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE	13
2.4. COMBINAZIONI DI CARICO	13
2.5. MATERIALI	13
3. VERIFICHE STRUTTURALI	14
4. REFERENZE	15

O. PREMESSA

QUESTO DOCUMENTO HA LO SCOPO DI ILLUSTRARE IL PROGETTO DEFINITIVO DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PER LO SVILUPPO DEL PARCO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE "ASCOLI SATRIANO SALDUTTI" PER UNA POTENZA TOTALE PARI A 47,502 MW, IN AGRO DI ASCOLI SATRIANO (FG) LOCALITÀ MASSERIA "SAN POTITO".

SI PRECISA PRELIMINARMENTE CHE I CARICHI RIGUARDANTI IL PESO DELLE STRUTTURE A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI SONO DETERMINATI SULLA BASE DELL'ESPERIENZA DI CASI SIMILI GIÀ REALIZZATI. IN FASE ESECUTIVA LE ANALISI DOVRANNO TENER CONTO DELLE ATTREZZATURE CHE EFFETTIVAMENTE SARANNO INSTALLATE (MODELLO DEGLI INSEGUITORI SOLARI E RELATIVE AZIONI PASSIVE [PESO] E ATTIVE [MOVIMENTO]).

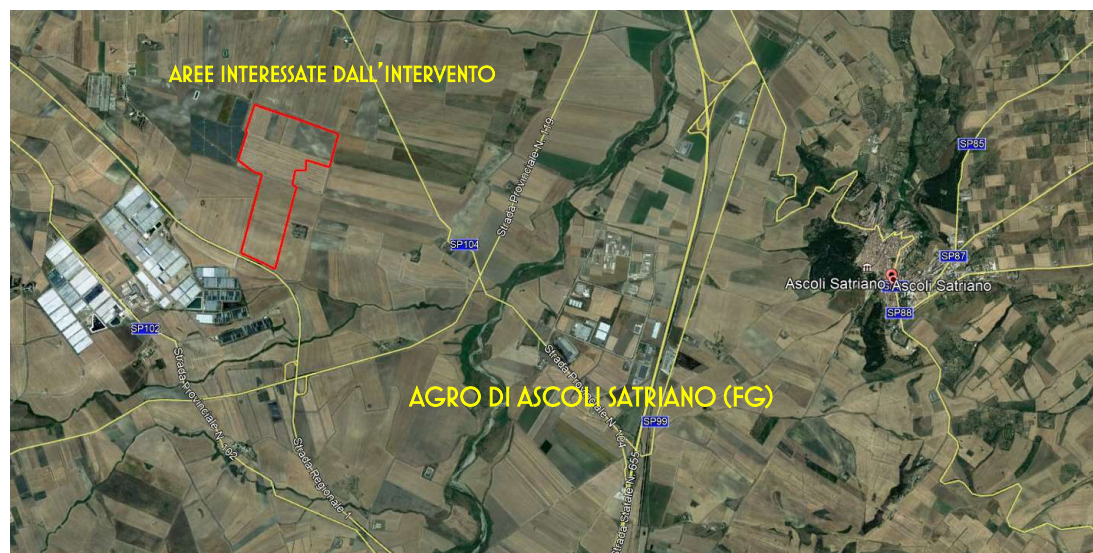


FIGURA I'. ORTOFOTO DELL'AREA – IN ROSSO LE AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO

I. DATI DI INPUT

NEL SEGUITO SI FARÀ RIFERIMENTO AL SISTEMA RIPORTATO NELLA SUCCESSIVA FIGURA 3 PER LA DETERMINAZIONE E DESCRIZIONE DELLE AZIONI CHE IMPEGNANO LA STRUTTURA A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI.

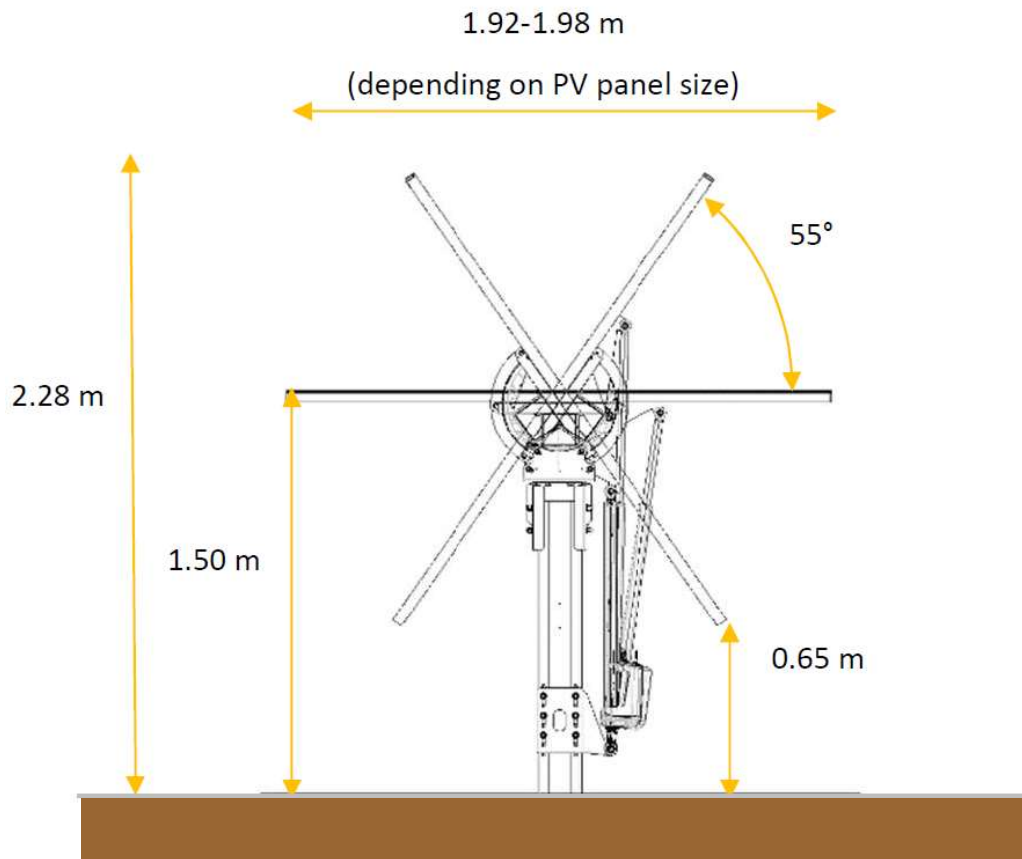


FIGURA 2

LE STRUTTURE A SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI RAPPRESENTANO UN "SISTEMA INSEGUITORE" DELLA LUCE SOLARE NELL'ARCO DELLA GIORNATA, CON UNA ROTAZIONE LUNGO UN SOLO ASSE, RAPPRESENTATO DALLA TRAVE LONGITUDINALE CHE SOSTIENE TUTTI I PANNELLI.

LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL SISTEMA INSEGUITORE PREVEDE LA INSTALLAZIONE, SU UNA MEDESIMA LINEA, DI 90 PANNELLI FOTOVOLTAICI. IL MODULO FOTOVOLTAICO PRESO IN CONSIDERAZIONE IN QUESTA FASE PROGETTUALE HA DIMENSIONI DI 2067 MM X 1046 MM, INSTALLATO CON IL LATO LUNGO PERPENDICOLARE ALL'ASSE DELLA TRAVE DI SOSTEGNO.



FIGURA 3: IMMAGINE FOTOREALISTICA DEL SISTEMA

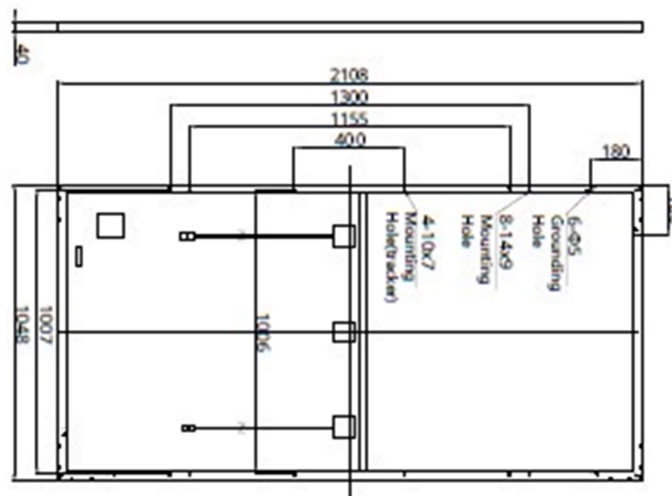


FIGURA 4: PANNELLO FOTOVOLTAICO

I.I. CARICHI

NEL PRESENTE PARAGRAFO SARANNO DESCRITTI I CARICHI AGENTI SUL SISTEMA INSEGUITORE.

CONSIDERATO CHE LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL SISTEMA PREVEDE LA INSTALLAZIONE DI 28 / 14 MODULI PANNELLO, LA LUNGHEZZA TOTALE DI TALE CONFIGURAZIONE RISULTERÀ PARI A CIRCA 30 / 15 M. PER OGNI BLOCCO DI 28/14 MODULI SONO PREVISTI, N. 4 / 2 CAMPI: SI OTTIENE QUINDI CHE L'INTERASSE DI OGNI PILASTRO A SOSTEGNO DELLA TRAVE LONGITUDINALE SARÀ DI CIRCA 7,00 M (PER LA PRECISIONE 6,40 M – SI ARROTONDA PER ECCESSO A VANTAGGIO DELLA SICUREZZA).

I.1.1. AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI

L'AZIONE DEL VENTO SUI PANNELLI FOTOVOLTAICI È VALUTATA SECONDO QUANTO DISPOSTO DA [I]:

Area di ubicazione dell'edificio: 3

Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Categoria di esposizione del sito: II

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

$V_{b,0}$ (velocità base di riferimento al livello del mare): 27.00 <m/sec>
 a_0 : 500.00 <m>
 K_s : 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

K_r : 0.19
 Z_0 : 0.05 <m>
 Z_{min} : 4.00 <m>

Classificazione della costruzione: Tettoie - Tettoie a falda singola (C3.3.8.2.1)

a_s (altitudine sul livello del mare): 265 <m>
 T_r (tempo di ritorno): 50 anni
 V_b (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>
 c_a (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00
 V_r (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>
 c_r (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00
 c_t (coefficiente topografico): 1.00
 q_r (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>
 c_e (coefficiente di esposizione): 1.80
 c_d (coefficiente dinamico): 1.00
 h (altezza dell'edificio): 2.30 <m>
 d (profondità dell'edificio): 2.02 <m>
 b (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 1.05 <m>
 f (grado di bloccaggio): 0.00

Si considera una fascia sopravvento di 0.52 <m> e sottovento le zone restanti.

Coefficienti di forza C_F :

perpendicolare al colmo positivo: +2.03
perpendicolare al colmo negativo: -2.88

Forza risultante:

perpendicolare al colmo positivo: +353.80 <daN>
perpendicolare al colmo negativo: -501.70 <daN>

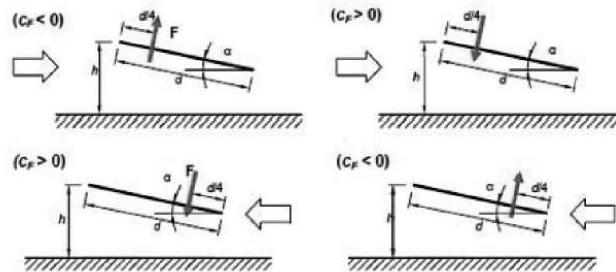
Coefficienti di forza C_F :

vento parallelo al colmo positivo: +0.20
vento parallelo al colmo negativo: -0.50

Forza risultante:

vento parallelo al colmo positivo: +34.80 <daN>
vento parallelo al colmo negativo: -87.00 <daN>

L'AZIONE DEL VENTO SI APPLICHERÀ PER INTERO ALLA PRIMA FILA DI PANNELLI FOTOVOLTAICI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI SUPPORTI DI FONDAZIONE.



Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza

Figura C3.3.22

NEL NOSTRO CASO, RISULTANDO IL SOSTEGNO DEI PANNELLI POSIZIONATO AL CENTRO DEL LATO "d" RISULTA ININFLUENTE LA DIREZIONE DELL'AZIONE DEL VENTO ED INFLUISCE SOLO L'ENTITÀ DELLA FORZA "F". PERTANTO LA COMBINAZIONE PEGGIORE SI REGISTRA NEL CASO DEL VALORE DELLA FORZA $F = - 501,70$ DAN.

1.1.2. AZIONE DELLA NEVE

Zona di ubicazione dell'edificio: II
 Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona

Coefficiente di esposizione del sito: Battuta dai venti

Classificazione della costruzione:
 Copertura ad una falda senza barriera o parapetto

T_r (tempo di ritorno): 50 anni
 C_t (coefficiente termico): 1.00
 a_s (altitudine sul livello del mare): 265.00 <m>
 a (angolo inclinazione): 1.00 <grad>

Parametri derivati (3.4.2):
 q_{sk} (valore di riferimento del carico neve al suolo): 110.80 <daN/mq>

Parametri derivati (tab. 3.4.I):
 C_E (coefficiente d'esposizione): 0.90
 m_1 (coefficiente di forma della copertura): 0.80

Carichi agenti:
 q_{ss} (carico provocato dalla neve sulle coperture): **79.78** <daN/mq>

1.1.3. PESO PROPRIO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI

LA SCHEDA TECNICA DEL PANNELLO FOTOVOLTAICO INDICA UN PESO PER OGNI ELEMENTO PARI A 25,4 DAN.

Operating Condition And Mechanical Data	
Temperature	-40° F to +185° F (-40° C to +85° C)
Impact Resistance	1 inch (25 mm) diameter hail at 52 mph (23 m/s)
Appearance	Class B
Solar Cells	128 Monocrystalline Maxeon Gen III
Tempered Glass	High-transmission tempered anti-reflective
Junction Box	IP-65, 1230 mm cables / MC4 compatible
Weight	56 lbs (25.4 kg)
Max. Load	Wind: 50 psf, 2400 Pa front & back Snow: 112 psf, 5400 Pa front
Frame	Class 2 silver anodized; stacking pins

1.1.4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO È DESCRITTA IN QUANTO DI SEGUITO RIPORTATO, CONSIDERATO CHE:

- L'AREA RICADE IN ZONA CLASSIFICATA I;
- LE STRUTTURE DI CUI TRATTASI RIENTRANO TRA QUELLE DI INTERESSE STRATEGICO PER LA REGIONE PUGLIA, DUNQUE DEVE ESSERE CONSIDERATA UNA CLASSE D'USO IV (IMPIANTO RIENTRANTE NELLA CATEGORIA DI CENTRALE ELETTRICA).

Spettri automatici
 Sito di costruzione: Ascoli Satriano LON. 15.49390 LAT. 41.21200 Individua

Contenuto tra ID reticolo: 31443 31444 31665 31666

Tipo di opera: Vita nominale V_N:

Classe d'uso:

<input type="checkbox"/> SLO-Pvr	<input type="text"/>	Ag	<input type="text"/>	Fo	<input type="text"/>	Tc*	<input type="text"/>
<input checked="" type="checkbox"/> SLD-Pvr	<input type="text" value="63"/>	Ag	<input type="text" value="0.914006"/>	Fo	<input type="text" value="2.45537"/>	Tc*	<input type="text" value="0.34"/>
<input checked="" type="checkbox"/> SLV-Pvr	<input type="text" value="10"/>	Ag	<input type="text" value="2.65014"/>	Fo	<input type="text" value="2.40732"/>	Tc*	<input type="text" value="0.41962"/>
<input type="checkbox"/> SLC-Pvr	<input type="text"/>	Ag	<input type="text"/>	Fo	<input type="text"/>	Tc*	<input type="text"/>

Struttura dissipativa

Quota di riferimento:

Quota max della struttura:

Numero piani edificio:

Coefficiente θ:

Edificio regolare in altezza
 Edificio regolare in pianta

Categoria del suolo di fondazione		C
Categoria topografica	T1 - Super...	Coeff. amplificazione topografica S_T
Accelerazione di picco del terreno A_gS : 0.3491 <g>		1
<input type="checkbox"/> Applica semplificazioni per bassa sismicità		
<input type="checkbox"/> Tipologia diversa nelle due direzioni sismiche		
	Direzione X	Direzione Y
Tipologia strutturale	acciaio a mensola ...	
Periodo T_1	0.115209	0.115209
Coeff. λ	SLV 1	1
Rapporto di sovraresistenza (α_u/α_1)	1	1
Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_0)	2	2
Fattore riduttivo (K_u)	1	1
Fattore di comportamento dissipativo (q)	2	2
Fattore di comportamento non dissipativo (q_{ND})	1.33333	1.33333
Fattore di comportamento per SLD (q_D)	1.33333	1.33333
Fattore di comportamento per sisma verticale (q_v)		1.5
Smorzamento spettro	<%> 5	Visualizza spettri
Angolo di ingresso del sisma		<grad> 0
Tipo di combinazione sismica		30% esteso

SIMBOLOGIA

T_{CC} = TIPO DI COMBINAZIONE DI CARICO

T_R = PERIODO DI RITORNO

A_G = ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA AL SITO

F_0 = VALORE MASSIMO DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE

T_{C^*} = PERIODO DI INIZIO DEL TRATTO A VELOCITÀ COSTANTE DELLO SPETTRO IN ACCELERAZIONE ORIZZONTALE

S_S = COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

C_C = COEFFICIENTE FUNZIONE DELLA CATEGORIA DEL SUOLO

1.2. INFORMAZIONI GEOTECNICHE

PER TUTTE LE INFORMAZIONI INERENTI LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E LA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE SI RIMANDA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E ALLA RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA, PARTE INTEGRANTE DELLA PRESENTE RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO. SI RIPORTA DI SEGUITO LO SCHEMA RIASSUNTIVO DEI TERRENI DI FONDAZIONE NELL'AREA IN OGGETTO.

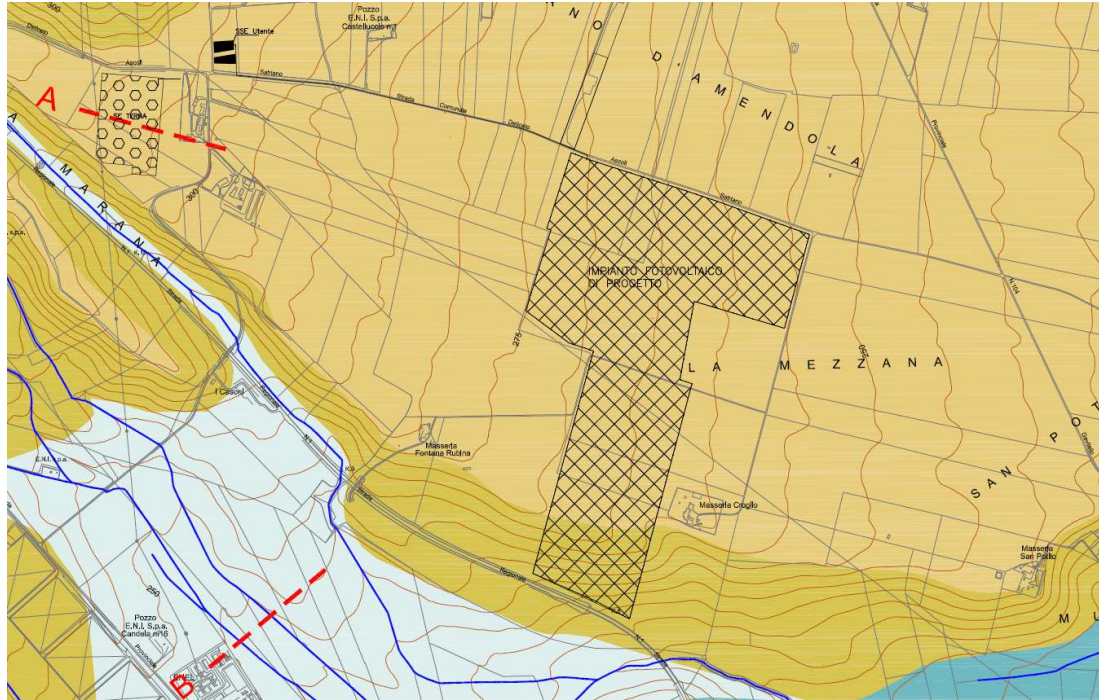


FIGURA 5: SITO DI COSTRUZIONE

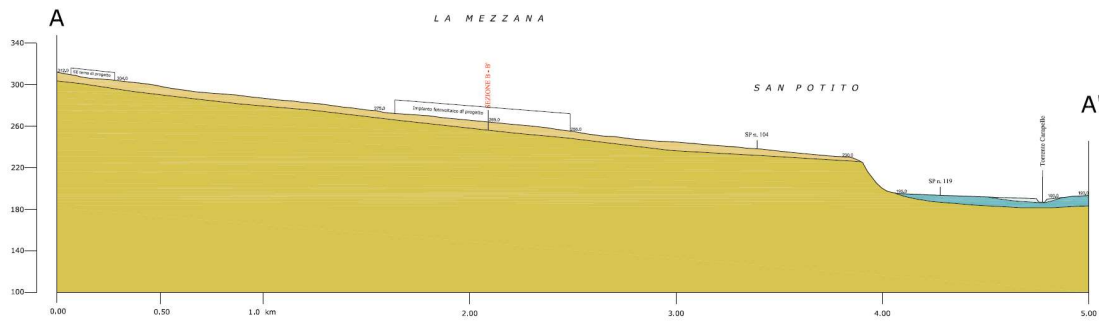


FIGURA 6: SEZIONE A

- ADL₂**
- SINTEMA DI PIANO D'AMENDOLA - PLEISTOCENE MEDIO**
 SUBSISTEMA DI LA MEZZANA - PLEISTOCENE MEDIO
 Depositi di conoide alluvionale, da prossimale ad intermedi, costituiti da conglomerati poligenici a grana media mediamente cementati in matrice sabbiosa; con clasti subarrotondati di rocce provenienti dalle unità della Catena appenninica.
- ASP**
- UNITA' DI AVANFOSSA**
 ARGILLE SUBAPPENNINE - PLEISTOCENE INF
 Silt argillosi e marne siltose grigie a stratificazione poco evidente, con intercalazioni di argille siltose e, verso l'alto, di sottili strati di sabbia medio-fine. Lo spessore complessivo ricostruito in affioramento è di circa 200 metri, quello dei singoli affioramenti varia da alcuni metri a circa 50 metri nei fronti di cava. L'ambiente deposizionale indicato nei caratteri di facies e dalle macrofaune è la scarpata superiore, per la porzione medio bassa della successione, e la piattaforma per la parte sommitale.

2. DESCRIZIONE DEL MODELLO

CONSIDERATA LA LUNGHEZZA COMPLESSIVA DELL'ALLINEAMENTO DI PANNELLI FOTOVOLTAICI CHE RAPPRESENTANO LA CONFIGURAZIONE TIPICA DEL TRACKER, SI PUÒ ASSIMILARE LA TRAVE DI SOSTEGNO AD UNA TRAVE CONTINUA. VISTO INOLTRE LA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE TRA LA TRAVE E IL PILASTRINO, TALE NODO PUÒ ESSERE ASSIMILATO AD UN APPOGGIO SEMPLICE.



FIGURA 7: SCHEMA NODO TRAVE CONTINUA / COLONNA

COME PREVISTO DALLE SPECIFICHE TECNICHE DEL SISTEMA AD INSEGUIMENTO SOLARE CONSIDERATO, LE COLONNE A CUI SARÀ FISSATA LA TRAVE CONTINUA RAPPRESENTA ANCHE L'ELEMENTO DI FONDAZIONE. NEL CASO SPECIFICO, VISTO IL TASSATIVO DIVIETO, DA PARTE DELLE NORME VIGENTI, DI UTILIZZO DI QUALSIASI TIPO DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER LA REALIZZAZIONE DELLA FONDAZIONE, **LE COLONNE SARANNO INFISSE NEL TERRENO DI FONDAZIONE.**

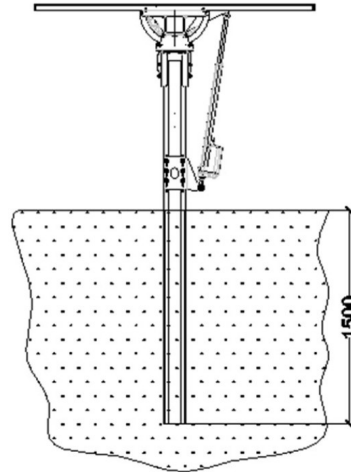


FIGURA 8: TIPO E LUNGHEZZA DI INFISSIONE

2.1. FONDAZIONI

I TERRENI RISCONTRATI NELLE AREE OGGETTO DI INTERVENTO SONO CLASSIFICATI COME:

“DEPOSITI DI CONIDE ALLUVIONALE, DA PROSSIMALE AD INTERMEDI, COSTITUITI DA CONGLOMERATI POLIGENICI A GRANA MEDIA MEDIAMENTE CEMENTATI IN MATRICE SABBIOSA, CON CLASTI SUBARROTONDATI DI ROCCE PROVENIENTI DALLE UNITÀ DELLA CATENA APPENNINICA”.

ESPERIENZE PREGRESSE HANNO DIMOSTRATO CHE È POSSIBILE REALIZZARE LA FONDAZIONE DELLE STRUTTURE MEDIANTE LA “BATTITURA DIRETTA DEI PALI” NEL TERRENO.

NEI CASI IN CUI TALE ATTIVITÀ RISULTI IMPOSSIBILE PER LA PRESENZA DI ELEMENTI PIÙ O MENO CEMENTATI NEL TERRENO, SI PREVEDE:

- SI REALIZZINO DEI PREFORI, DI ADEGUATO DIAMETRO, RIEMPITI POI CON GRANIGLIA DI ROCCIA, A SECCO (OVVERO SENZA L’AUSILIO DI AGGREGANTI O CEMENTI DI ALCUN TIPO), DELLA STESSA NATURA DEL TERRENO DI FONDAZIONE;
- SI PROCEDA CON LA BATTITURA DEL PALO NEL PREFORO COLMO DI GRANIGLIA.

2.2. CARICHI AGENTI SULLA TESTA DELLA COLONNA

- CARICO SULLA TRAVE CONTINUA
- | | | |
|------------------------|--|--------------|
| VENTO SU OGNI PANNELLO | | 501,70 DAN/M |
| NEVE | $2,108 \text{ m} \times 79,78 \text{ DAN/m}^2 =$ | 168,2 DAN/M |

PESO PANNELLI	$25,4 \text{ DAN} \times 7 =$	177,8 DAN
	$177,8 \text{ DAN} / 7 \text{ M} =$	25,4 DAN/M
PESO TRAVE		10,8 DAN/M (SCATOLARE 120X120X3 MM)
- CARICHI SULLA TESTA DELLA COLONNA		
VENTO	$501,70 \text{ DAN} \times 7 \text{ PANNELLI} =$	3511,9 DAN
		2014,4 DAN LUNGO Z;
		2876,8 DAN LUNGO X;
MOMENTO TESTA PALO	$3501,75 \text{ DAN} \times 0,52 \text{ M} =$	1826,11 DANM
		INCLINAZIONE DEL PANNELLO 55°.
NEVE	$177,8 \text{ DAN/M} \times 7 \text{ M} =$	1244,6 DAN;
PESO PANNELLI	$25,4 \text{ DAN/M} \times 7 \text{ M} =$	177,8 DAN;
PESO TRAVE	$10,8 \text{ DAN/M} \times 7 \text{ M} =$	75,6 DA N.

2.2.1. MODELLO FEM

LE ANALISI NUMERICHE DA CUI SONO STATI DEDOTTI I VALORI DELLE SOLLECITAZIONI DI PROGETTO DI SEGUITO RIPORTATE SONO IL RISULTATO DELL'ANALISI SVOLTA CON L'AUSILIO DEL SOFTWARE DI MODELLAZIONE E VERIFICA "MODEST VER. 8.22" E CON IL SOFTWARE DI CALCOLO NUMERICO "XFINEST 2014 VER. 8.7". TUTTI I DETTAGLI DELLE VERIFICHE SONO RIPORTATI NELL'ALLEGATO TABULATO DI CALCOLO.

IL MODELLO DI CALCOLO RIPRODUCE LE IPOTESI PROGETTUALI RAPPRESENTATE DA:

- UNA FONDAZIONE INDIRETTA (PALO BATTUTO) IN TERRENO DI FONDAZIONE "DEPOSITI DI CONIDE ALLUVIONALE";
- LA SEZIONE DEL PROFILO IN ACCIAIO CONSIDERATA IN QUESTA FASE PROGETTUALE È:
 - o PROFILO SAGOMATO A CALDO, CAVO, QUADRATO 220X220X8 MM.

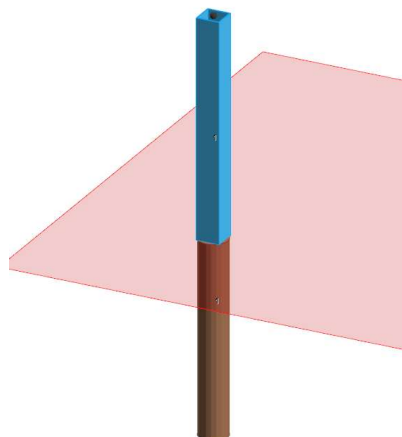


FIGURA 9

2.3. CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARE

CCE	Commento	Tipo CCE	Sic.	Var.	Peso	C. A.	Dir.	Tipo	s	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	peso proprio	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input checked="" type="checkbox"/>	P			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2	pannelli	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	vento	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		0	Massimizzata	1.00						
4	neve	12 D.M. 18 Variabili N	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0

L'AZIONE DEI CARICHI SU CITATI È STATA APPLICATA SULLA TESTA DEL PALO.

2.4. COMBINAZIONI DI CARICO

NELLA TABELLA DI SEGUITO RIPORTATA SONO INDICATE LE COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE PER IL CALCOLO E LA VERIFICA DEL MODELLO STRUTTURALE. LE COMBINAZIONI DI CARICO DALLA N. 28 ALLA N. 34 RAPPRESENTANO LA CONDIZIONE DI AZIONE DEL VENTO "NEGATIVA" OVVERO AGENTE DAL BASSO VERSO L'ALTO SUL PANNELLO.

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	SX	SY
1	Amb. 1 (SLU S) S +	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.30
2	Amb. 1 (SLE) S +X+	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.30
3	Amb. 1 (SLU S) S +	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	-0.30
4	Amb. 1 (SLE) S +X-	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	-0.30
5	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.30
6	Amb. 1 (SLE) S -X+	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.30
7	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30
8	Amb. 1 (SLE) S -X-	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30
9	Amb. 1 (SLU S) S +	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.30	1.00
10	Amb. 1 (SLE) S +0.	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.30	1.00
11	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-0.30	1.00
12	Amb. 1 (SLE) S -0.3	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-0.30	1.00
13	Amb. 1 (SLU S) S +	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.30	-1.00
14	Amb. 1 (SLE) S +0.	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.30	-1.00
15	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-0.30	-1.00
16	Amb. 1 (SLE) S -0.3	SLD	L		1.00	1.00	0.00	0.00	-0.30	-1.00
17	Amb. 2 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	0.00	1.50	0.00	0.00
18	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
19	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00
20	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Amb. 3 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00
22	Amb. 3 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	0.90	1.50	0.00	0.00
23	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
24	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00
25	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	0.20	0.20	0.00	0.00
26	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00
27	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Amb. 4 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	-1.50	1.50	0.00	0.00
29	Amb. 4 (SLU)	SLU	L		1.30	1.30	-0.90	1.50	0.00	0.00
30	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	-1.00	1.00	0.00	0.00
31	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L		1.00	1.00	-0.60	1.00	0.00	0.00
32	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	-0.20	0.20	0.00	0.00
33	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L		1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00
34	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q	L		1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.5. MATERIALI

I MATERIALI PREVISTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE SONO:

- ACCIAIO S235JO.

3. VERIFICHE STRUTTURALI

LE VERIFICHE DELLA FONDAZIONE SU PALO BATTUTO SONO RIPORTATE NELL'ALLEGATA RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA.

NEL SEGUITO SI RIPORTA LA VERIFICA DELL'ASTA IN ACCIAIO CHE EMERGE DALLA FONDAZIONE BATTUTA.

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cm>	Wzmin <cm>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	200_220x220x8	Rc	--	67.84	67.84	67.84	5088.91	5088.91	8.66	8.66	462.63	462.63	S235H UNI EN 10210-1	2350.00	3600.00

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy, plas <cm>	Wz, plas <cm>	Atag, y <cmq>	Atag, z <cmq>	J0 <cm6>
1	200_220x220x8	539.58	539.58	33.92	33.92	

Asta n. 1 (1 2) Sez. 1 200_220x220x8 Crit. 1

- Verifica a taglio dir. Y [4.2.16] - CC 21 SLU Xl=0.00 - Classe 1

Sollecitazioni: $T_y=4320.00$

$V, Ed=4320.00$ $V_c, Rd=43831.50$ $V, Ed/V_c, Rd=0.10$

- Verifica a presso o tenso-flessione retta ZZ (4.2.4.1.2.7) - CC 21 SLU Xl=0.00 - Classe 1

Sollecitazioni: $N=-5357.25$ $T_y=4320.00$ $M_z=-3740.83$

$M_z, Ed=-3740.83$ $M_z, V, c, Rd=12076.40$

$N, Ed=-5357.25$ $N_c, Rd=-151832.00$ ZZ $n=N, Ed/N_c, Rd=0.04$ $MN_z, c, Rd=12076.40$ $M_z, Ed/MN_z, c, Rd=0.31$

- Verifiche di duttilità [7.5.3]:

$q_0=2.00$ $N, Ed=-5357.25$ $N_{pl}, Rd=151832.00$ $N, Ed/N_{pl}, Rd=0.04$ (sfrut=0.12)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.2) - CC 21 SLU - Classe 1

Sollecitazioni: $N, Ed=-5357.25$ $M_z, Ed=-3740.83$ $L=1.50$

$\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{LT}=0.95, 0.95, 0.95$

$\lambda_y=17.32$ $N_{cr, y}=4687710.00$ $\lambda^*_y=0.18$ Curva a: $\Phi_y=0.00$ $\chi_y=1.00$

$\lambda_z=17.32$ $N_{cr, z}=4687710.00$ $\lambda^*_z=0.18$ Curva a: $\Phi_z=0.00$ $\chi_z=1.00$

$K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}=0.95, 0.57, 0.57, 0.95$

Verifica YY: $0.04+0.18=0.21$

Verifica ZZ: $0.04+0.29=0.33$

- Verifica Spostamento relativo massimo per singola asta - CC 23

$\delta=0.65$ (L/230)

LE ANALISI SVOLTE CONFERMANO CHE LA STRUTTURA RISULTA ESSERE VERIFICATA SIA ALLE AZIONI VERTICALI CHE ORIZZONTALI OVVERO AL RIBALTAMENTO.

LA VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE BATTUTI, SIA SOTTO IL PROFILO DELLA VERIFICA DEL TERRENO CHE SOTTO IL PROFILO DELLA VERIFICA STRUTTURALE DEL PALO IN ACCIAIO INCLUDE LA VERIFICA A RIBALTAMENTO DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI CHE QUINDI RISULTANO VERIFICATI ANCHE AL RIBALTAMENTO.

4. REFERENZE

- [1] D.M. 17.01.2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
- [2] CIRCOLARE N. 7/C.S.LL.PP. DEL 12/02/2019
- [3] LEGGE 5 NOVEMBRE 1971 N. 1086 – NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA.
- [4] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 14 FEBBRAIO 1974, N.11951 – “APPLICAZIONE DELLE NORME SUL CEMENTO ARMATO”.
- [5] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 25 GENNAIO 1975, N.13229 – “L’IMPIEGO DI MATERIALI CON ELEVATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PER CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO.
- [6] • C.N.R. – UNI 10011-97 – “COSTRUZIONI DI ACCIAIO: ISTRUZIONI PER IL CALCOLO, L’ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA MANUTENZIONE”.
- [7] • OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 s.m.i. – “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 MODIFICHE E INTEGRAZIONI (OPCM 3431 03/05/05).
- [8] D.M.LL.PP. 20 NOVEMBRE 1987 – “NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO”.
- [9] CIRC. MIN.LL.PP. N.11951 DEL 14 FEBBRAIO 1992 – CIRCOLARE ILLUSTRATIVA DELLA LEGGE N. 1086.
- [10] D.M. 14 FEBBRAIO 1992 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE, PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [11] CIRC. MIN.LL.PP. N.37406 DEL 24 GIUGNO 1993 – ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE DI CUI AL D.M. 14 FEBBRAIO 1992.
- [12] D.M. 9 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [13] CIRC. MIN. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER IL CALCOLO E L’ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE» DI CUI AL D.M. 09.01.1996.
- [14] D.M. 16 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI
- [15] • CIRC. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./S.T.C. DEL 4 LUGLIO 1996 – 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 GENNAIO 1996.

- [16] D.M. 16.1.1996 – NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE
- [17] CIRC. MIN. LL.PP. 10.4.1997, N. 65 – ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE" DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996
- [18] EUROCODICE 1 – BASI DI CALCOLO ED AZIONI SULLE STRUTTURE
- [19] EUROCODICE 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO
- [20] EUROCODICE 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO
- [21] EUROCODICE 4 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
- [22] EUROCODICE 5 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO
- [23] EUROCODICE 6 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI MURATURA
- [24] EUROCODICE 7 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA
- [25] EUROCODICE 8 – INDICAZIONI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA SISMICA DELLE STRUTTURE

LECCE, MARZO 2020

ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

ALLEGATO: TABULATI DI CALCOLO E VERIFICA STRUTTURE IN ELEVAZIONE