

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO**

**FABBRICATI
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00
STRUTTURE
RELAZIONE SISMICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio			-
Ing. Claudio DE GIUDICI Iscritto all'ordine degli ingegneri di Udine n. 1875	Iricav due Ing. Paolo Carmona			
Data:	Data:			

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	5	0	0	0	0	3	B	0	0	1	P	0	2	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Ing Alberto Levorato	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
A	EMISSIONE	MBI	01/09/2021	MPA	01/09/2021	GSA	01/09/2021
B	REVISIONE GC	G. Belli	24/02/2023	R. Costanzo	24/02/2023	A. La Tessa	24/02/2023

Data: 24/02/23



CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN17.1.2.E.I2.RH.FA.05.0.0.003.B_00 - REL.SISM.DOCX
-----------------	----------------------	---



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 2 di 26	

INDICE

1	Premessa.....	3
2	Normativa e documenti di riferimento.....	3
3	Definizione dell'azione sismica di progetto.....	5
3.1	Introduzione	5
3.2	Vita nominale e classe d'uso dell'opera	6
3.3	Stati limite e relative probabilità di superamento	6
3.4	Accelerazione di riferimento su suolo rigido a_g	8
3.5	Risposta sismica locale	10
3.6	Spettri elastici.....	11
3.7	Spettri di progetto.....	14
4	LIQUEFAZIONE	18
5	ANALISI MODALE E MODI DI VIBRARE	19

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 3 di 26</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 3 di 26
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 3 di 26		

1 Premessa

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo delle opere strutturali del fabbricato FA05 – PT e cabina Enel al km 7+475,00 della nuova linea ferroviaria AV/AC Verona – Padova, 1° sublotto: Verona – Montebello Vicentino, in Comune di Montebello Vicentino, in Comune di San Martino Buon Albergo (VR).

In particolare la relazione illustra le modalità ed i parametri impiegati per la definizione dell'azione sismica di progetto per l'opera in oggetto.

2 Normativa e documenti di riferimento

Il dimensionamento, le analisi e le verifiche delle strutture sono stati condotti in accordo con le seguenti disposizioni normative:

- Legge n° 64 del 02/2/1974
- “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Ordinanza del 20/3/2003 n. 3274 e 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”.
- D.C.R. Regione Veneto 03/12/2003 n. 67
- Allegato 1 – Elenco dei comuni classificati in zona sismica.
- Decreto Ministeriale 14/1/2008
- “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 02/2/2009, n°617
- “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/1/2008”
- Manuale di progettazione RFI – Prescrizioni Tecniche per la progettazione dell'Infrastruttura” 2018

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	5	0	0	0	0	1
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	I	F	A	0	5	0	0	0	0	1
RELAZIONE GEOTECNICA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	B	F	A	0	5	0	0	0	0	1
RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	5	0	0	0	0	2
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	F	A	0	5	0	0	0	0	1
RELAZIONE SISMICA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	5	0	0	0	0	3
TABELLA MATERIALI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	T	T	F	A	0	5	0	0	0	0	1
PIANO DI MANUTENZIONE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	5	0	0	0	0	4
PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	7	F	A	0	5	0	0	0	0	1
PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO-RILIEVO TOPOGRAFICO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	1
PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	2
PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO E ANDAMENTO ALTIMETRICO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	3
PLANIMETRIA COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	4
PLANIMETRIA TRATTAMENTO SUPERFICI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	1
PIAZZALE E STRADA DI ACCESSO - PARTICOLARI COSTRUTTIVI - SEZIONE TIPO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	1
STRADA DI ACCESSO - SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	2
PROFILO E SEZIONI STRADA DI ACCESSO AV	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	3
PROFILO E SEZIONI STRADA DI ACCESSO FA05	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	4
PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI PIAZZALE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	5
PIAZZALE - PIANTA SCAVI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	5
PIAZZALE - PLANIMETRIA DEI SOTTOSERVIZI DI PROGETTO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	5
PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	9	F	A	0	5	0	0	0	0	6
PIAZZALE - PROFILI OPERE IDRAULICHE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	F	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	1
PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	6

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="842 212 965 264">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 212 1061 264">Lotto 12</td> <td data-bbox="1061 212 1353 264">Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003</td> <td data-bbox="1353 212 1433 264">Rev. B</td> <td data-bbox="1433 212 1541 264">Foglio 4 di 26</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 4 di 26
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 4 di 26		

PIAZZALE E FABBRICATO - PLANIMETRIA RETE ACQUE REFLUE DI PROGETTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	2
PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE IDRICA DI PROGETTO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	3
PIAZZALE - PLANIMETRIA OPERE ELETTROMECCANICHE INTERRATE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	4
FABBRICATO: PIANTE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	B	F	A	0	5	0	0	0	0	1
FABBRICATO: SEZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	W	B	F	A	0	5	0	0	0	0	1
FABBRICATO: PROSPETTI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	B	F	A	0	5	0	0	0	0	2
FABBRICATO: PARTICOLARI 1/2	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	7
FABBRICATO: PARTICOLARI 2/2	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	8
FABBRICATO: ABACO SERRAMENTI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	C	F	A	0	5	0	0	0	0	1
FABBRICATO: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	K	F	A	0	5	0	0	0	0	1
FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE FONDAZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	B	F	A	0	5	0	0	0	0	3
FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE COPERTURA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	B	F	A	0	5	0	0	0	0	4
FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	W	B	F	A	0	5	0	0	0	0	2
FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 1 DI 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	9
FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 2 DI 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	0
FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 3 DI 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	2
FABBRICATO - ARMATURE PILASTRI E SOLETTA CONTROTERRA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	1
FABBRICATO - ARMATURE TRAVI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	2
FABBRICATO - ARMATURE SOLAIO DI COPERTURA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	6
FABBRICATO - DETTAGLI STRUTTURE TAMPONATURE TAV. 1 di 2	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	7
FABBRICATO - DETTAGLI STRUTTURE TAMPONATURE TAV. 2 di 2	I	N	1	7	1	2	E	I	3	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	1
FABBRICATO CABINA ENEL: PIANTE , SEZIONI, PROSPETTI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	B	F	A	0	5	0	0	0	0	5
FABBRICATO CABINA ENEL: PARTICOLARI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	3
FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO SERRAMENTI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	C	F	A	0	5	0	0	0	0	2
FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	K	F	A	0	5	0	0	0	0	2
FABBRICATO - CABINA ENEL - PIANTE E SEZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	B	F	A	0	5	0	0	0	0	1
FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE FONDAZIONI E SOLETTA CONTROTERRA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	4
FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE TRAVI E PILASTRI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	5
FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE SOLAIO DI COPERTURA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	8
FABBRICATO - CABINA ENEL - DETTAGLI STRUTTURE TAMPONATURE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	0
MURI DI SOSTEGNO - RELAZIONE DI CALCOLO	I	N	1	7	1	2	E	I	2	C	L	F	A	0	5	0	0	0	0	2
MURI DI SOSTEGNO - PLANIMETRIA E PIANTE FONDAZIONI	I	N	1	7	1	2	E	I	2	P	Z	F	A	0	5	0	0	0	0	6
MURI DI SOSTEGNO - CARPENTERIA	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	3
MURI DI SOSTEGNO - ARMATURE TAV 1 di 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	4
MURI DI SOSTEGNO - ARMATURE TAV 2 di 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	5
MURI DI SOSTEGNO - ARMATURE TAV 3 di 3	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	2	6
FABBRICATO-SEZIONI OPERE ELETTROMECCANICHE	I	N	1	7	1	2	E	I	2	B	Z	F	A	0	5	0	0	0	1	9

Elaborati di riferimento del Progetto Esecutivo:

- [1] IN1710EI2RHGE0000001A - Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [2] IN1710EI2RHGE0000003A - Relazione idrogeologica 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [3] IN1710EI2RBGE0000001B - Relazione geotecnica (da 0+000 a 10+050)
- [4] IN1710EI2LZGE0000013A - Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico 2 di 11
- [5] IN1710EI2RHGE0000005A - Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 1/2 (da 0+000 a 21+990)
- [6] IN1710EI2P5GE0000002A - Planimetrie con classificazione sismica del territorio 2 di 11
- [7] IN1710EI2LZGE0000024A - Carta idrogeologica e profilo idrogeologico 2 di 11

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 5 di 26	

3 Definizione dell'azione sismica di progetto

3.1 Introduzione

La definizione dell'azione sismica di progetto è stata condotta secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche in vigore assunte alla base della progettazione (DM 14 gennaio 2008. Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008 – Supplemento Ordinario n. 159). In particolare, l'azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi stati limite per le strutture in progetto deve essere definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale. La definizione dell'azione sismica di progetto comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione $S_e(T)$ "ancorato" al valore di a_g , facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma spettrale è definita a partire dai valori dei seguenti parametri relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- 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.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima stabilito il periodo di riferimento per l'azione sismica, sulla base della classificazione delle opere in progetto. Successivamente, saranno definiti gli stati limite di interesse per la verifica strutturale, arrivando a definire i periodi di ritorno corrispondenti dell'azione sismica da considerare per suolo rigido. Verrà poi illustrata la determinazione della categoria di suolo (e topografica) di riferimento attraverso l'interpretazione delle indagini geotecniche. In conclusione verrà definita l'azione sismica di verifica per i diversi Stati Limite.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 6 di 26	

3.2 Vita nominale e classe d'uso dell'opera

Con riferimento alla destinazione d'uso e alle conseguenze di un'eventuale interruzione di operatività o collasso del fabbricato, sono stati definiti i parametri di base della progettazione strutturale, con particolare riguardo all'azione sismica (punto 2.4 NTC08).

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il numero di anni in cui essa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC08:

$V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e provvisionali.

$V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;

$V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel caso in oggetto (opera infrastrutturale di elevata importanza), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per l'asse principale e tutte le opere con esso direttamente interferenti in caso di collasso, è stato assunto in sede progettuale:

- vita nominale $V_N = 100$ anni

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC08 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I ($C_U=0.7$): Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II ($C_U=1.0$): 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 ($C_U=1.5$): 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 ($C_U=2.0$): 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 D.M. 5 novembre 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.

Per l'opera in oggetto è stata definita la seguente classe d'uso:

- Classe d'uso III, con coefficiente d'uso $C_U = 1.5$

Alla luce di quanto sopra, per l'opera in oggetto il periodo di riferimento per l'azione sismica risulta:

$$V_R = V_N \times C_U = 150 \text{ anni.}$$

3.3 Stati limite e relative probabilità di superamento

L'azione sismica di progetto deve essere determinata in funzione degli Stati Limite relativi all'opera da verificare ed alle corrispondenti probabilità P_{VR} di realizzarsi nel periodo di riferimento V_R .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC08 al par. 3.2.1 risultano:

Stati Limite Ultimi (SLU):

- Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidità nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
- Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 35%;">Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 25%;">Foglio 7 di 26</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 7 di 26
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 7 di 26		

Stati limite di Esercizio (SLE):

- Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell'evento sismico.
- Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell'opera ed il suo immediato utilizzo.

Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della Classe d'uso nella Tab. C7.1.I della Circolare NTC08, di seguito riportata:

Tabella C7.1.I - Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso.

SL	Descrizione della prestazione	Riferimento Norme	Classe d'uso			
			I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2			x	x
	Funzionalità degli impianti	§ 7.3.7.3			x	x
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§ 7.3.7.1			x	x
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2	x	x		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	§ 7.2.2	x	x	x	x
	Resistenza delle strutture	§ 7.3.6.1	x	x	x	x
	Duttilità delle strutture	§ 7.3.6.2	x	x	x	x
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Stabilità del sito	§ 7.11.3	x	x	x	x
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	§ 7.11.4	x	x	x	x
	Resistenza del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Stabilità dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
	Stabilità delle paratie	§ 7.11.6.3.2	x	x	x	x
Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	§ 7.11.6.4.2	x	x	x	x	
SLC	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	§ 7.2.1	x	x	x	x
	Capacità di spostamento degli isolatori	§ 7.10.6.2.2	x	x	x	x

Tabella 1 Verifiche di sicurezza da effettuare per la Classe d'Uso considerata (Circ. NTC08)

Le probabilità di superamento cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite considerati sono riportate in Tab 3.2.I NTC2008:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 8 di 26</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 8 di 26
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 8 di 26		

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 2 Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Il tempo di ritorno T_R dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento V_R ed alla probabilità di superamento P_{VR} dalla relazione: $T_R = V_R / \ln(1-P_{VR})$
 Nel caso specifico con $V_R = 150$ anni si hanno i periodi di ritorno riportati nell'immagine seguente:

Tipo costruzione (Art. 2.4.1) Classe d'uso (Art. 2.4.2) Cu:

Vita Nominale di progetto V_n (anni):

Periodo di rif. calcolato: $V_R = \max(V_n \cdot Cu, V_{rMin}) = \max(150.00, 150.00) = 150.00$ anni V_r :

Livello di sicurezza %:

P_{vr} % (Art. 3.2.1)		Periodo di ritorno T_r (anni)	
SLO	81.00	SLO	90
SLD	63.00	SLD	151
SLV	10.00	SLV	1424
SLC	5.00	SLC	2475

Figura 1 Periodi di ritorno per le diverse probabilità di superamento nel periodo V_R .

3.4 Accelerazione di riferimento su suolo rigido a_g

Le NTC08 definiscono i valori a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) in corrispondenza di una griglia di punti distribuiti sull'intero territorio nazionale. I corrispondenti valori di pericolosità sismica situati in punti intermedi della griglia (individuati dalle loro coordinate) vengono ottenuti per interpolazione sui quattro punti di griglia più prossimi.

Le coordinate specifiche del sito in esame sono le seguenti:

Longitudine: 11.10399 E
 Latitudine: 45.40445 N

Nella figura seguente si riporta, per il punto di interesse, la relativa localizzazione ed uno schema di localizzazione del punto rispetto ai nodi della griglia dei valori di pericolosità, ottenuto attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.2, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nodi intorno al sito			
ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
12731	11.0710	45.4110	2.6789
12953	11.0730	45.3610	5.4088
12954	11.1440	45.3620	5.6661
12732	11.1420	45.4120	3.0866

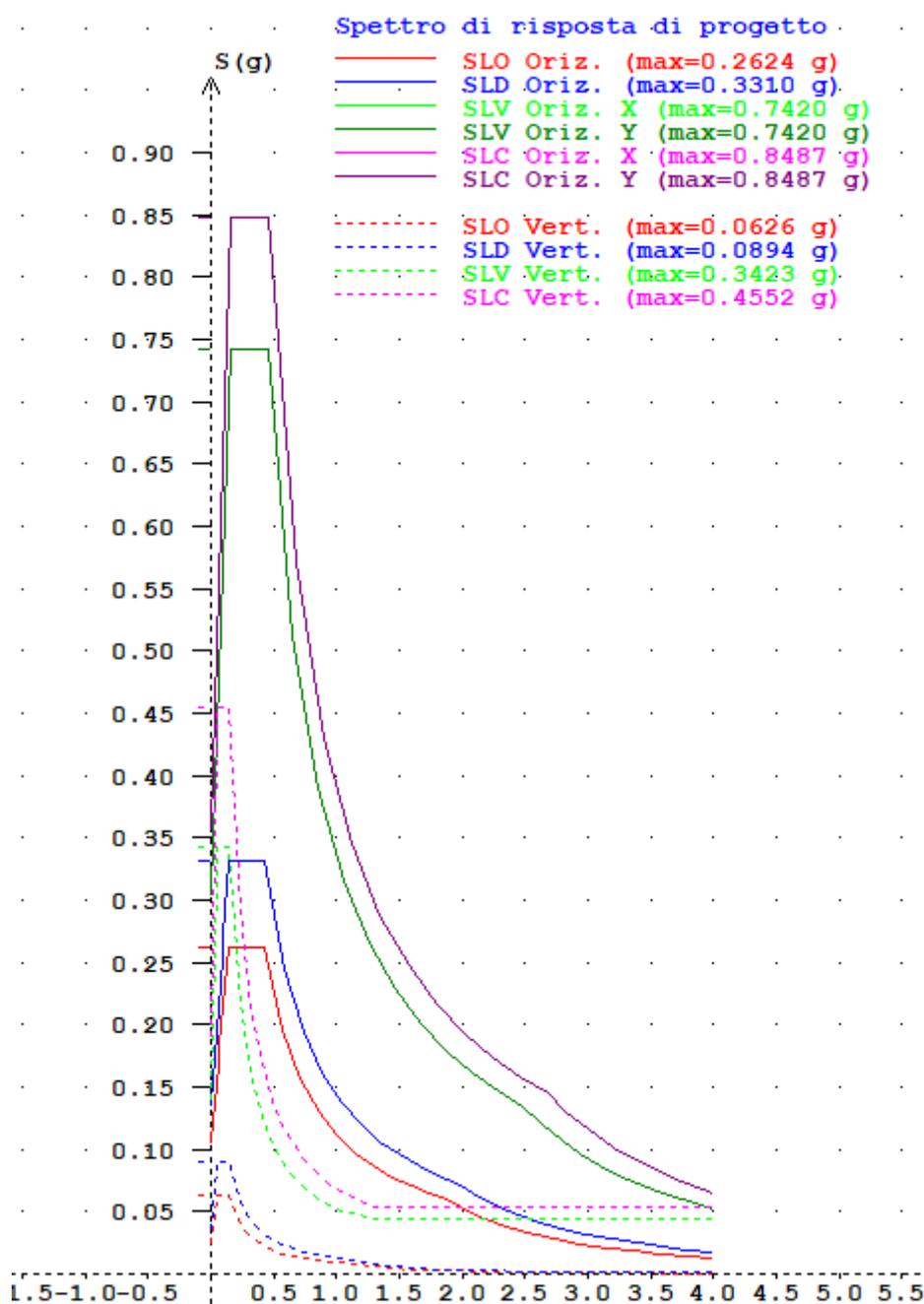
Figura 2 Individuazione del punto di interesse nel reticolo di riferimento.

Il risultato dell'interpolazione per i parametri a_g , F_0 e T_c^* è riportato di seguito.



Parametri di pericolosità sismica			
	ag (g/10)	F0 (adim)	TC*(sec)
SLO	0.70148321	2.49391924	0.26109205
SLD	0.90060555	2.45031193	0.26720036
SLV	2.21400036	2.43369310	0.28402389
SLC	2.71610725	2.38166712	0.29000000

Tabella 2: Parametri ag , F_0 T_c^* in funzione degli stati limite, al variare del periodo di ritorno T_R



GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 10 di 26

3.5 Risposta sismica locale

La zonazione del tracciato di progetto rispetto alla risposta sismica locale dei terreni presenti è stata svolta in accordo alle prescrizioni delle NTC08, identificando la Categoria di Sottosuolo di appartenenza del sito sulla base dei dati delle indagini condotte. In particolare, l'associazione tra stratigrafia rilevata ai punti di interesse e relativa categoria di sottosuolo è stata condotta in funzione dei valori medi calcolati sui primi 30m di profondità della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,30}$) definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
 $V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato, ricavata attraverso correlazioni.

Si rimanda alla Relazione Geotecnica [3] per la descrizione completa delle diverse prove in sito condotte nel corso delle varie campagne, per ogni punto di interesse identificato lungo il tracciato. Nella Relazione Sismica il terreno su cui sorgerà il FA05 è classificato in categoria C. Si riporta nell'immagine seguente uno stralcio della Planimetria con Classificazione Sismica del Territorio [5], in cui è individuata la localizzazione del fabbricato in oggetto.

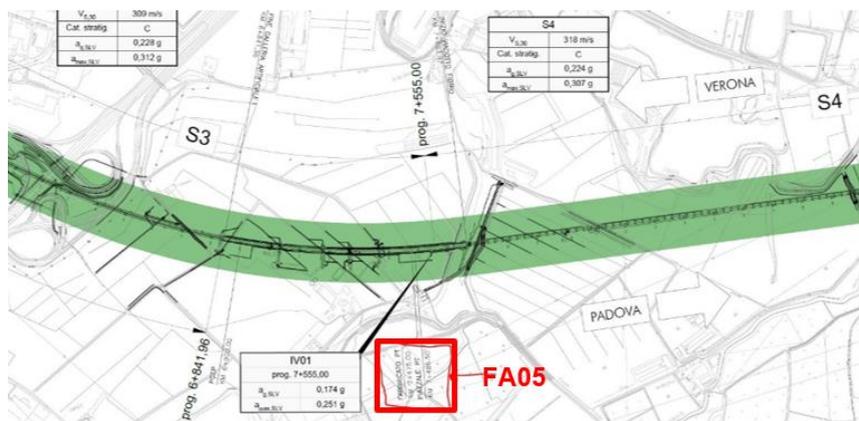


Figura 4 Categoria di sottosuolo del sito in esame

L'effetto della risposta sismica locale sulla pericolosità di base può essere determinato secondo le NTC08 attraverso l'impiego di un fattore di sito S_s funzione sia della categoria di sottosuolo (S_s) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica (S_T):

Il coefficiente S_s si ottiene dalla seguente espressione per un sottosuolo di categoria C (Tabella 3.2.V del par. 3.2.3 delle NTC08):

$$S_s = 1.00 \leq 1.70 - 0.60F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.50$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, il sito di interesse si trova su superficie sostanzialmente pianeggiante. Pertanto, esso ricade in categoria T_1 , ossia Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.IV al par.3.2.2. delle NTC08. Di conseguenza il fattore di amplificazione topografica ha valore unitario, $S_T = 1$.

L'azione sismica prima individuata viene corretta per tener conto delle effettive condizioni locali, stratigrafiche (categoria di sottosuolo "C") e topografiche (superficie pianeggiante), attraverso i coefficienti correttivi che amplificano l'accelerazione riferita al suolo rigido determinando l'accelerazione di progetto: $a_{max} = S a_g (T=0)$. I valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto a_{max} per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono stati calcolati e riportati di seguito:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 11 di 26</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 11 di 26
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 11 di 26		

STATO LIMITE	S _s	S _T	S=S _s *S _T	a _g (g)	a _{max} =a _g *S (g)
SLO	1.500	1	1.500	0.0701	0.105
SLD	1.500	1	1.500	0.0901	0.135
SLV	1.377	1	1.377	0.221	0.305
SLC	1.312	1	1.312	0.272	0.356

Tabella 3: Coefficienti correttivi locali e accelerazioni massime

3.6 Spettri elastici

Il moto del suolo durante il terremoto è caratterizzabile attraverso 3 componenti mutualmente ortogonali, due orizzontali X e Y e una verticale Z. Vengono di seguito fornite le indicazioni di carattere operativo per procedere alla determinazione degli spettri di risposta elastici. Si rimanda al testo delle NTC08 per ogni altra indicazione. Nel caso in esame, la risposta alle azioni sismiche viene calcolata separatamente per due componenti orizzontali tra loro ortogonali mentre la componente verticale non viene considerata in quanto la costruzione sorge in Zona 3 (prg. 3.2.3.1 e 7.2.1 NTC08).

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

in cui T ed S_e sono rispettivamente periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche (cfr. par. 0).
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per fattori di smorzamento viscoso ξ diversi dal 5%, secondo la relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0.55$$

dove ξ espresso in % è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da: T_C = C_c · T_C^{*}
- dove T_C^{*} è periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; C_c è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (rif. Tab. 3.2.V delle NTC08); nel caso specifico, in presenza di suoli in categoria C si ha C_c=1.05(T_C^{*})^{-0.33};
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante: T_B = T_C / 3
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi dalla relazione:

$$T_D = 4.0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Gli stati limite adottati per la verifica sismica sono:

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 12 di 26

- SLV (stato limite di salvaguardia della vita), per le verifiche delle strutture nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU);
- SLD (stato limite di danno), per le verifiche delle strutture agli stati limite di esercizio (SLE) in termini di resistenza;
- SLO (stato limite di operatività), per le verifiche delle strutture agli stati limite di esercizio (SLE) in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (e degli impianti in termini di mantenimento della funzionalità secondo quanto specificato al punto 7.3.7.3 NTC08).

a ciascuno dei quali è associata una probabilità (crescente) di superamento dell'evento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Nelle figure alle pagine seguenti si riportano i corrispondenti spettri elastici ottenuti per il sito in esame, sulla base dei parametri sopra definiti.

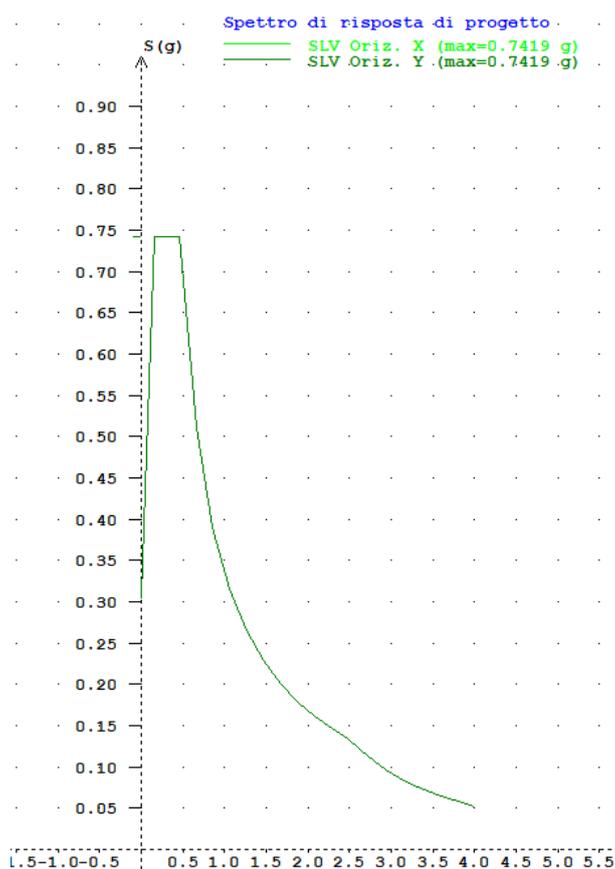


Figura 5 Spettro elastico SLV

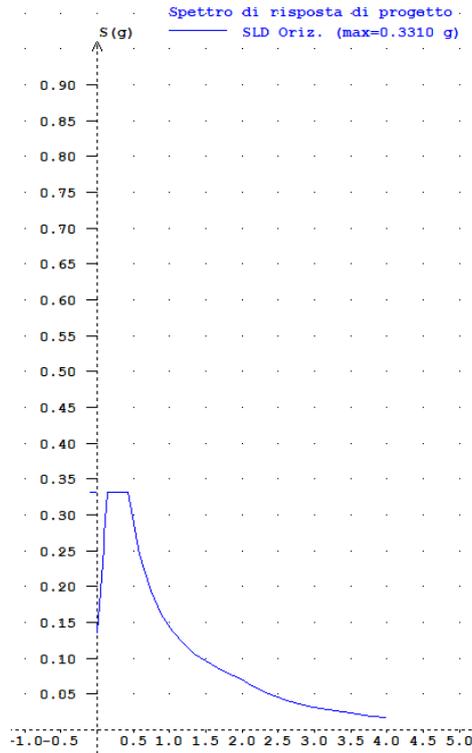


Figura 6 Spettro elastico SLD

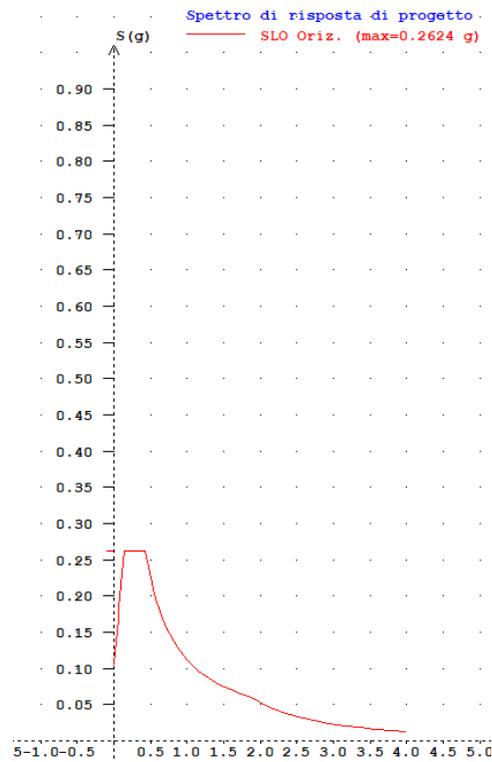


Figura 7 Spettro elastico SLO

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 14 di 26

3.7 Spettri di progetto

Lo spettro di progetto per le verifiche delle strutture agli stati limite ultimi (SLU) viene ottenuto a partire dallo spettro elastico SLV prima riportato, ridotto secondo un fattore di struttura specifico per la struttura in esame. In questo caso si considerano i seguenti parametri di calcolo:

- tipologia strutturale: struttura in c.a. a telaio di un piano;
- classe di duttilità: B;
- coefficiente di base: 3.0;
- rapporto di duttilità: $\alpha_u/\alpha_1 = 1.1$ (costruzione regolare in pianta);
- fattore riduttivo: $k_R = 1.0$ (costruzione regolare in altezza);

dai quali risulta il seguente valore del fattore di struttura per ciascuna direzione del sisma orizzontale:
 $q = q_0 \times k_R = 3.0 \times 1.1 \times 1.0 = 3.30$

Per l'azione sismica verticale il fattore di struttura è $q=1.5$.

Di seguito si riporta il grafico e le relative coordinate dello spettro di progetto SLV, ottenuto a partire dallo spettro elastico applicando il fattore di struttura sopra determinato.

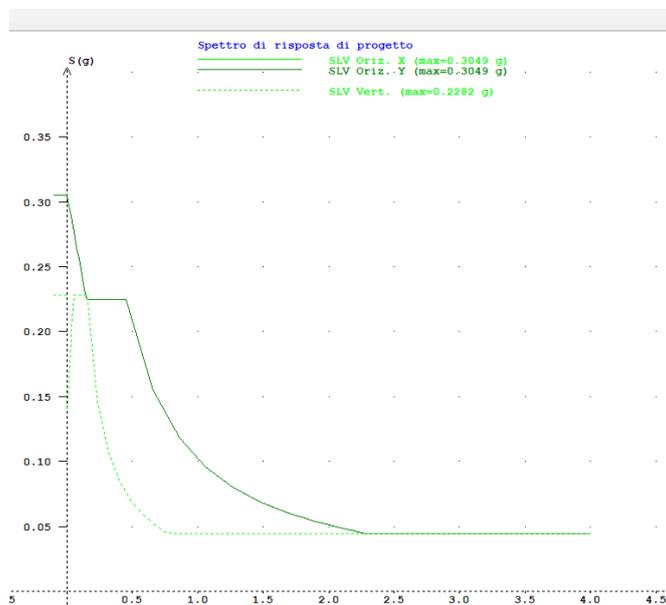


Figura 8 Spettro di progetto SLV

Spettro di risposta di progetto SLV orizzontale

$a_g = 0.221395$ g; $F_0 = 2.433694$; $TC^* = 0.284024$ s;

$TB = 0.1510$ s; $TC = 0.4520$ s; $TD = 2.4860$ s; $S = 1.3770$; $q = 3.3000$

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec ²
1	0.000000	0.3049	298.9662
2	0.015100	0.2969	291.1179
3	0.030200	0.2889	283.2695
4	0.045300	0.2809	275.4211
5	0.060400	0.2728	267.5727
6	0.075500	0.2648	259.7244
7	0.090600	0.2568	251.8760
8	0.105700	0.2488	244.0276
9	0.120800	0.2408	236.1792
10	0.135900	0.2328	228.3309
11	0.151000	0.2248	220.4825
12	0.452000	0.2248	220.4825
13	0.655390	0.1551	152.0592
14	0.858780	0.1183	116.0461
15	1.062170	0.0957	93.8250
16	1.265560	0.0803	78.7462
17	1.468950	0.0692	67.8431
18	1.672340	0.0608	59.5920
19	1.875730	0.0542	53.1303
20	2.079120	0.0489	47.9328
21	2.282510	0.0445	43.6616
22	2.485900	0.0443	43.4228

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 15 di 26

23	2.486000	0.0443	43.4228
24	2.637400	0.0443	43.4228
25	2.788800	0.0443	43.4228
26	2.940200	0.0443	43.4228
27	3.091600	0.0443	43.4228
28	3.243000	0.0443	43.4228
29	3.394400	0.0443	43.4228
30	3.545800	0.0443	43.4228
31	3.697200	0.0443	43.4228
32	3.848600	0.0443	43.4228
33	4.000000	0.0443	43.4228

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLV

Lo spettro di progetto per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) delle strutture in termini di resistenza viene ottenuto a partire dallo spettro elastico SLD prima riportato, ridotto secondo un fattore di struttura $q=1/\eta=1/(2/3)=1.5$, come indicato al punto 7.3.7.1 NTC08. Si riporta in lo spettro SLD così ricavato.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) delle strutture in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (e degli impianti interni di mantenimento della funzionalità secondo quanto specificato al punto 7.3.7.3 NTC08) lo spettro di progetto coincide con quello elastico SLO prima riportato.

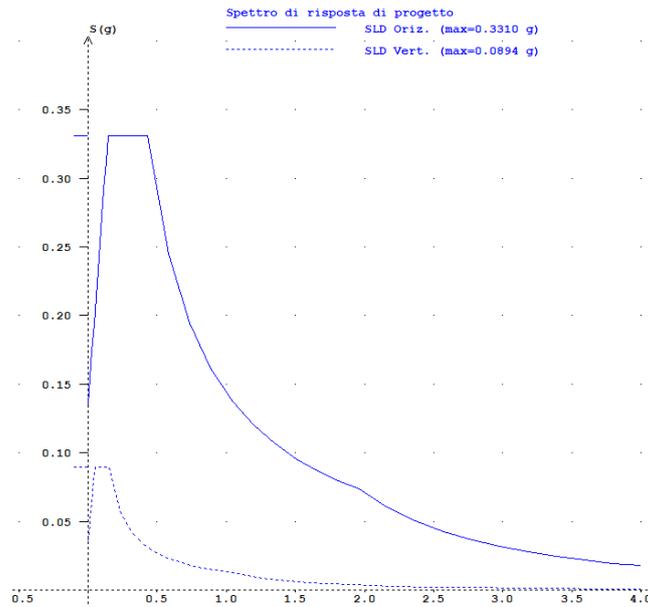


Figura 9 Spettro di progetto SLD



Spettro di risposta di progetto SLD orizzontale

$ag = 0.090058 \text{ g}$; $F0 = 2.450331$; $TC^* = 0.267203 \text{ s}$;

$TB = 0.1450 \text{ s}$; $TC = 0.4340 \text{ s}$; $TD = 1.9600 \text{ s}$; $S = 1.5000$; $csi = 5.0000$

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec ²
1	0.000000	0.1351	132.4748
2	0.014500	0.1547	151.6880
3	0.029000	0.1743	170.9012
4	0.043500	0.1939	190.1144
5	0.058000	0.2135	209.3276
6	0.072500	0.2330	228.5409
7	0.087000	0.2526	247.7541
8	0.101500	0.2722	266.9673
9	0.116000	0.2918	286.1805
10	0.130500	0.3114	305.3938
11	0.145000	0.3310	324.6070
12	0.434000	0.3310	324.6070
13	0.586590	0.2449	240.1668
14	0.739180	0.1943	190.5888
15	0.891770	0.1611	157.9773
16	1.044360	0.1376	134.8955
17	1.196950	0.1200	117.6987
18	1.349540	0.1064	104.3907
19	1.502130	0.0956	93.7864
20	1.654720	0.0868	85.1379
21	1.807310	0.0795	77.9498
22	1.959900	0.0733	71.8846
23	1.960000	0.0733	71.8773
24	2.164000	0.0601	58.9643
25	2.368000	0.0502	49.2425
26	2.572000	0.0426	41.7409
27	2.776000	0.0365	35.8315
28	2.980000	0.0317	31.0936
29	3.184000	0.0278	27.2369
30	3.388000	0.0245	24.0556
31	3.592000	0.0218	21.4008
32	3.796000	0.0195	19.1625
33	4.000000	0.0176	17.2577

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLD

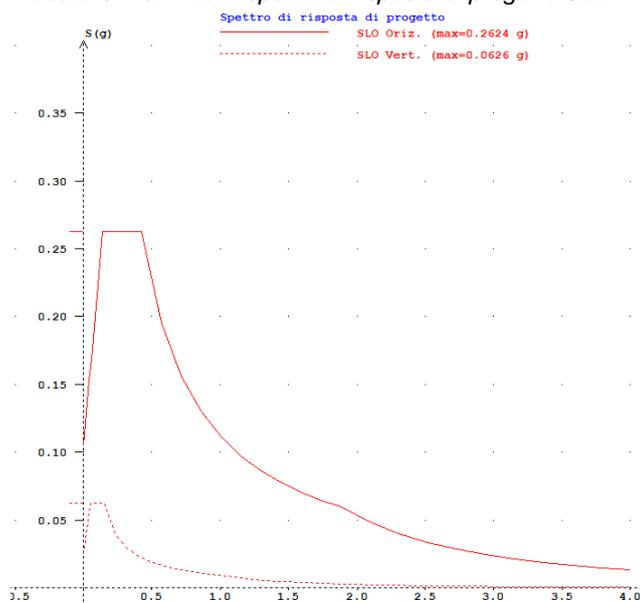


Figura 10 Spettro di progetto SLO

Spettro di risposta di progetto SLO orizzontale

$ag = 0.070147 \text{ g}$; $F0 = 2.493924$; $TC^* = 0.261093 \text{ s}$;

$TB = 0.1420 \text{ s}$; $TC = 0.4270 \text{ s}$; $TD = 1.8810 \text{ s}$; $S = 1.5000$; $csi = 5.0000$

n	T(sec)	S(T) g	S(T) cm/sec ²
1	0.000000	0.1052	103.1854
2	0.014200	0.1209	118.6005

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 17 di 26

3	0.028400	0.1367	134.0156
4	0.042600	0.1524	149.4307
5	0.056800	0.1681	164.8458
6	0.071000	0.1838	180.2609
7	0.085200	0.1995	195.6760
8	0.099400	0.2153	211.0911
9	0.113600	0.2310	226.5062
10	0.127800	0.2467	241.9213
11	0.142000	0.2624	257.3364
12	0.427000	0.2624	257.3364
13	0.572390	0.1958	191.9716
14	0.717780	0.1561	153.0868
15	0.863170	0.1298	127.3013
16	1.008560	0.1111	108.9500
17	1.153950	0.0971	95.2231
18	1.299340	0.0862	84.5680
19	1.444730	0.0776	76.0576
20	1.590120	0.0705	69.1034
21	1.735510	0.0646	63.3143
22	1.880900	0.0596	58.4202
23	1.881000	0.0596	58.4171
24	2.092900	0.0481	47.1868
25	2.304800	0.0397	38.9091
26	2.516700	0.0333	32.6328
27	2.728600	0.0283	27.7612
28	2.940500	0.0244	23.9043
29	3.152400	0.0212	20.7987
30	3.364300	0.0186	18.2612
31	3.576200	0.0165	16.1612
32	3.788100	0.0147	14.4037
33	4.000000	0.0132	12.9181

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLO

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 18 di 26	

4 LIQUEFAZIONE

La stabilità nei confronti di fenomeni di liquefazione è stata ampiamente trattata nella Relazione Sismica [5][5] e nella Relazione Geotecnica [3], a cui si rimanda per ogni dettaglio in merito. In particolare, la verifica alla liquefazione dei terreni presenti lungo il tracciato di progetto è stata condotta sul database complessivo delle prove CPT e SPT effettuate, considerando la variazione di pericolosità sismica in funzione della progressiva dell'opera. Per il sito di interesse, al termine della verifica di liquefazione emerge quanto segue:

“Sulla base dei risultati ottenuti si conferma quanto già osservato in sede di Progetto Definitivo. Per alcune verticali, la verifica di liquefazione nei confronti del sisma SLV, ha evidenziato la presenza di strati caratterizzati da $FL < 1.25$, con generazione di pressioni interstiziali tali da condurre a valori del rapporto di pressione interstiziale ru prossimi a 1. L'effetto di tale risposta del terreno dovrà essere valutato dal singolo progettista, all'interno della progettazione della singola WBS, in relazione alla sensibilità dell'opera, sia riguardo alla sicurezza che alla funzionalità, dimensionando, se ritiene, gli opportuni provvedimenti”[5].

Nella Relazione Geotecnica [3] si riporta la seguente conclusione:

“Sulla base dell'esame dei dati contenuti nella relazione citata, per il tratto in esame si conclude quanto segue.

- Tra le progressive pk 0+000 e pk 10+000, la prevalenza per porzioni stratigrafiche significative della formazione 6 (ghiaia grossolana) porta a valori NSPT elevati (superiori alla soglia di 30, prima della normalizzazione), tanto da rendere sporadica e limitata a spessori metrici la locale presenza di punti con $FL < 1.25$, generalmente all'interno della formazione delle sabbie medie tra 12 e 17 m di profondità, senza una rilevante continuità laterale del fenomeno.
- Più oltre, nell'intorno della progressiva 7+670 circa, si osserva una prova CPTU 3/3bis con valori di $FL = 0.5$ tra 0 e 5 m di profondità, solo parzialmente confermata dalle analisi su prove SPT limitrofi (con singoli punti localizzati vicini alla superficie). Anche qui, il criterio basato sulle velocità V_s (sempre superiori a 250 m/s) permettono di considerare come eventuale e comunque locale il fenomeno e quindi trascurabile ai fini della progettazione.
- Nel suo complesso, nella porzione di tracciato tra 0+000 e 10+000 il fenomeno della liquefazione può essere considerato, alla scala del progetto, come sostanzialmente marginale, con singoli accadimenti con $FL < 1.25$, non correlati tra prove adiacenti.”

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 19 di 26

5 ANALISI MODALE E MODI DI VIBRARE

L'analisi modale è stata eseguita per individuare i modi di vibrare principali della struttura del fabbricato PT e della cabina Enel. Sono stati considerati i primi 10 modi di vibrare, di cui si riportano di seguito i risultati. È possibile osservare che già i primi 3 modi sono sufficienti per coinvolgere la quasi totalità della massa della struttura, e comunque una percentuale superiore all'85% richiesto dalla normativa.

PT SX

EIGENVALUE ANALYSIS												
Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
1	16.5334	2.6314	0.3800	0.0000e+00								
2	26.4086	4.2031	0.2379	1.3041e-15								
3	30.0889	4.7888	0.2088	1.2557e-16								
4	76.5893	12.1896	0.0820	4.6514e-16								
5	82.8721	13.1895	0.0758	3.9729e-16								
6	84.1632	13.3950	0.0747	3.8519e-16								
7	109.6313	17.4484	0.0573	3.0269e-16								
8	125.9176	20.0404	0.0499	0.0000e+00								
9	164.4372	26.1710	0.0382	6.9542e-09								
10	169.5733	26.9884	0.0371	1.0332e-09								

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)										
1	0.0014	0.0014	90.7353	90.7353	0.0009	0.0009	2.6960	2.6960	0.0017	0.0017	3.4749	3.4749
2	0.0608	0.0622	3.2073	93.9425	0.0022	0.0031	0.4666	3.1626	0.0068	0.0085	91.1490	94.6239
3	94.9855	95.0477	0.0086	93.9511	0.0196	0.0227	0.0000	3.1626	1.6728	1.6813	0.0588	94.6827
4	0.3455	95.3932	0.0490	94.0001	82.4898	82.5125	0.9194	4.0820	12.2076	13.8889	0.0115	94.6942
5	0.8613	96.2545	0.4133	94.4134	15.1741	97.6866	12.2764	16.3584	66.3792	80.2681	0.0245	94.7187
6	0.1899	96.4444	1.9823	96.3957	0.4327	98.1194	67.5336	83.8920	15.0875	95.3557	0.0582	94.7768
7	0.0005	96.4449	0.1207	96.5165	0.0259	98.1453	0.2635	84.1554	0.1105	95.4662	0.8700	95.6468
8	0.0096	96.4545	0.0001	96.5166	0.0514	98.1966	0.0089	84.1644	0.7335	96.1998	0.0003	95.6471
9	0.0002	96.4547	0.0636	96.5802	0.0027	98.1994	0.0181	84.1825	0.0036	96.2033	0.1007	95.7478
10	0.0460	96.5008	0.0003	96.5805	0.0218	98.2212	0.0007	84.1832	0.0112	96.2145	0.0004	95.7482

Tabella 3 Modi di vibrare della struttura PT SX

Si riportano di seguito alcune immagini dei primi 3 modi di vibrare della struttura in oggetto.
1° Modo di vibrare

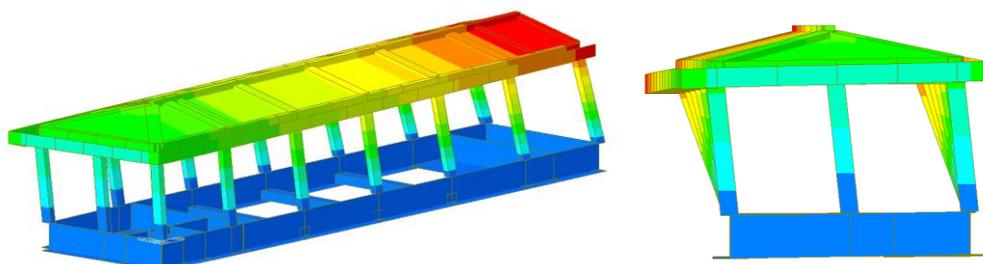


Figura 20 PT DX - 1° Modo di vibrare

2° Modo di vibrare

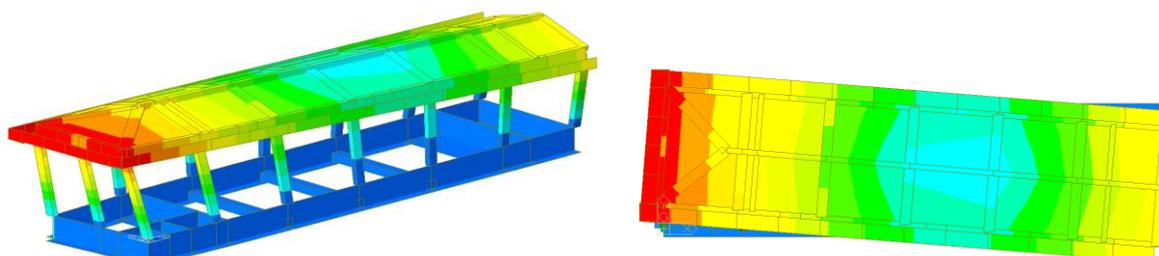


Figura 21 PT SX - 2° Modo di vibrare

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 20 di 26

3° Modo di vibrare

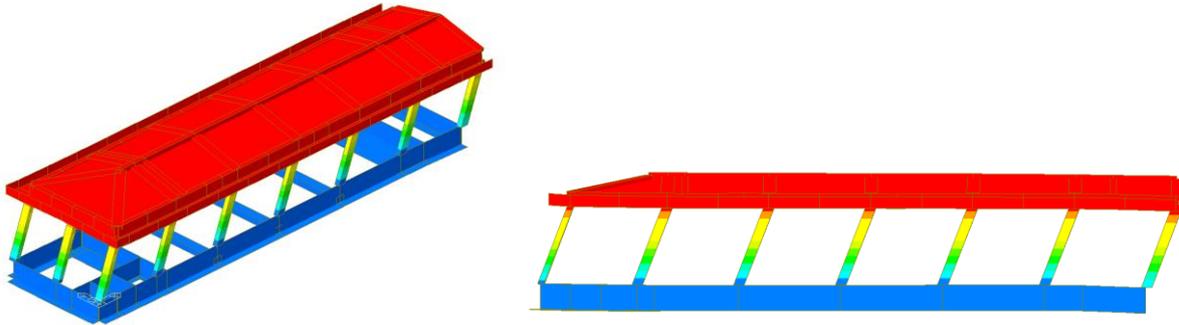


Figura 22 PT SX - 3° Modo di vibrare

PT DX

EIGENVALUE ANALYSIS												
Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
1	16.8022	2.6742	0.3740	0.0000e+00								
2	27.9433	4.4473	0.2249	2.9120e-16								
3	30.0452	4.7818	0.2091	6.2970e-16								
4	75.5133	12.0183	0.0832	0.0000e+00								
5	76.6592	12.2007	0.0820	0.0000e+00								
6	81.4974	12.9707	0.0771	2.7387e-16								
7	104.2461	16.5913	0.0603	5.0215e-16								
8	115.2038	18.3353	0.0545	1.3706e-16								
9	133.3604	21.2250	0.0471	3.7229e-14								
10	152.2890	24.2375	0.0413	1.1155e-09								

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)										
1	0.0000	0.0000	88.8801	88.8801	0.0000	0.0000	7.4771	7.4771	0.0000	0.0000	5.1703	5.1703
2	0.0000	0.0000	4.8945	93.7746	0.0000	0.0000	0.7582	8.2353	0.0000	0.0000	89.7607	94.9310
3	94.7261	94.7261	0.0000	93.7747	0.0083	0.0083	0.0000	8.2353	3.2451	3.2451	0.0000	94.9310
4	0.1672	94.8933	0.0000	93.7747	92.4659	92.4743	0.0000	8.2353	5.4741	8.7192	0.0000	94.9310
5	1.5856	96.4789	0.0000	93.7747	5.7412	98.2154	0.0002	8.2354	90.3076	99.0268	0.0000	94.9310
6	0.0000	96.4789	2.3830	96.1576	0.0000	98.2155	86.7465	94.9819	0.0002	99.0270	0.0952	95.0262
7	0.0000	96.4790	0.2412	96.3989	0.0001	98.2156	3.3558	98.3377	0.0001	99.0270	0.0033	95.0295
8	0.0000	96.4790	0.0511	96.4500	0.0001	98.2157	0.7685	99.1062	0.0000	99.0271	0.3774	95.4069
9	0.0007	96.4797	0.0000	96.4500	0.2636	98.4793	0.0001	99.1063	0.0072	99.0343	0.0001	95.4071
10	0.0000	96.4797	0.0051	96.4551	0.0001	98.4793	0.0718	99.1781	0.0000	99.0343	0.1906	95.5977

Tabella 10 Modi di vibrare della struttura PT DX

Si riportano di seguito alcune immagini dei primi 3 modi di vibrare della struttura in oggetto.

1° Modo di vibrare

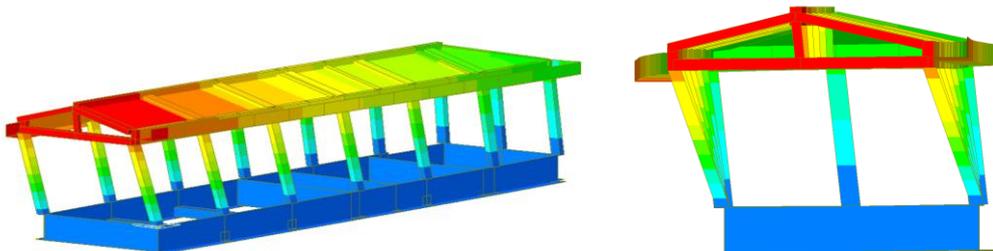


Figura 23 PT DX - 1° Modo di vibrare, periodo 0.38 s, frequenza 2.57 Hz

2° Modo di vibrare

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 21 di 26

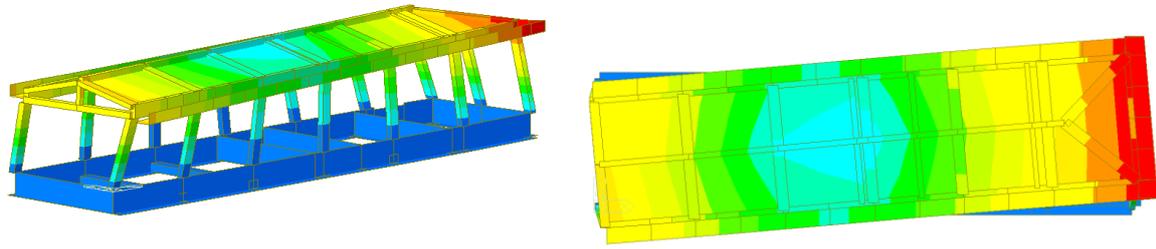


Figura 24 PT DX - 2° Modo di vibrare, periodo 0.22 s, frequenza 4.37 Hz

3° Modo di vibrare

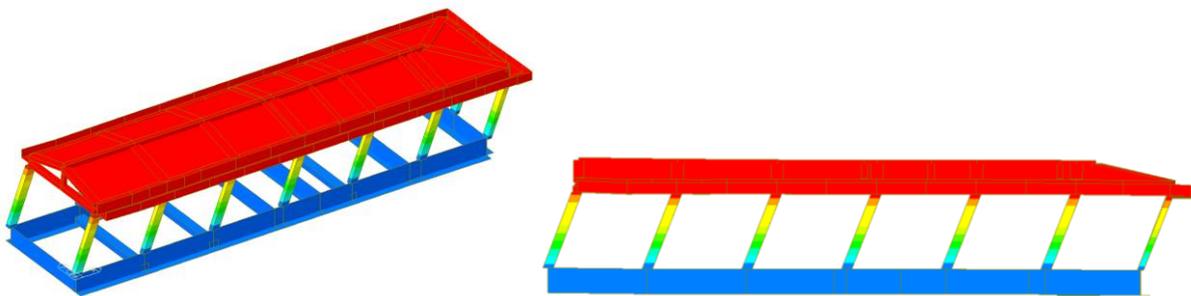


Figura 25 PT DX - 3° Modo di vibrare, periodo 0.21 s, frequenza 4.59 Hz

Cabina Enel

Per semplicità si riportano solo i primi 15 modi di vibrare

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00
Relazione SismicaProgetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
E I2 RH FA 05 0 0 003Rev.
BFoglio
22 di 26

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
EIGENVALUE ANALYSIS							
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance			
1	14,7648	2,3499	0,4256	1,3038E-16			
2	20,1056	3,1999	0,3125	2,8124E-16			
3	28,2722	4,4997	0,2222	5,6892E-16			
4	51,4455	8,1878	0,1221	1,7182E-16			
5	57,005	9,0726	0,1102	1,3994E-16			
6	66,7109	10,6174	0,0942	0			
7	94,1522	14,9848	0,0667	0			
8	193,096	30,7322	0,0325	3,9028E-16			
9	213,648	34,0031	0,0294	1,594E-16			
10	216,9415	34,5273	0,029	1,546E-16			
11	258,6581	41,1667	0,0243	0			
12	274,1466	43,6318	0,0229	1,9362E-16			
13	289,033	46,001	0,0217	0			
14	298,2505	47,468	0,0211	1,6359E-16			
15	316,5245	50,3764	0,0199	2,9049E-16			
16	341,3815	54,3326	0,0184	8,7405E-16			
17	345,0906	54,9229	0,0182	2,4439E-16			
18	347,056	55,2357	0,0181	1,2082E-16			
19	361,292	57,5014	0,0174	4,4593E-16			
20	364,2253	57,9683	0,0173	2,1939E-16			
21	380,5337	60,5638	0,0165	0			
22	397,6575	63,2892	0,0158	5,5214E-16			
23	405,5856	64,551	0,0155	0			
24	411,4891	65,4905	0,0153	0			
25	446,1074	71,0002	0,0141	0			
26	446,5844	71,0761	0,0141	0			
27	454,0683	72,2672	0,0138	4,2348E-16			
28	475,103	75,615	0,0132	0			
29	479,8545	76,3712	0,0131	1,264E-16			
30	507,84	80,8252	0,0124	2,257E-16			
31	510,4448	81,2398	0,0123	4,468E-16			
32	510,9651	81,3226	0,0123	0			
33	539,4189	85,8512	0,0116	2,0005E-16			
34	548,9503	87,3682	0,0114	5,7948E-16			
35	556,1112	88,5078	0,0113	3,7643E-16			
36	598,6057	95,2711	0,0105	3,2488E-16			
37	611,5118	97,3251	0,0103	1,5566E-16			
38	613,2245	97,5977	0,0102	1,5479E-16			
39	620,8914	98,8179	0,0101	4,5297E-16			
40	636,6094	101,3195	0,0099	1,2926E-15			
41	638,3354	101,5942	0,0098	2,857E-16			
42	643,7942	102,463	0,0098	2,8088E-16			
43	681,4765	108,4604	0,0092	5,0135E-16			
44	682,2339	108,5809	0,0092	3,7518E-16			
45	692,2317	110,1721	0,0091	3,6442E-16			
46	697,5901	111,0249	0,009	3,5884E-16			
47	710,426	113,0678	0,0088	0			
48	716,9426	114,105	0,0088	2,2649E-16			
49	745,8737	118,7095	0,0084	6,2777E-16			
50	772,7738	122,9908	0,0081	1,9494E-16			
51	780,0715	124,1522	0,0081	1,9131E-16			
52	812,692	129,344	0,0077	0			
53	831,3221	132,309	0,0076	1,6845E-16			
54	831,4172	132,3242	0,0076	1,6841E-16			
55	855,2822	136,1224	0,0073	1,5914E-16			
56	858,4102	136,6202	0,0073	3,1597E-16			
57	868,2028	138,1788	0,0072	0			
58	894,4341	142,3536	0,007	1,4552E-16			
59	913,2598	145,3498	0,0069	1,3958E-16			
60	915,0898	145,6411	0,0069	4,1707E-16			
61	937,8112	149,2573	0,0067	2,6473E-16			
62	950,1978	151,2287	0,0066	3,8682E-16			
63	956,1157	152,1705	0,0066	8,9143E-16			
64	980,2062	156,0047	0,0064	0			
65	1005,6341	160,0516	0,0062	1,1511E-15			
66	1030,301	163,9775	0,0061	2,1934E-16			
67	1057,0957	168,242	0,0059	2,0836E-16			
68	1060,7816	168,8286	0,0059	4,1383E-16			
69	1066,1947	169,6902	0,0059	0			
70	1069,269	170,1795	0,0059	2,0364E-16			
71	1078,36	171,6263	0,0058	0			
72	1090,5944	173,5735	0,0058	3,9151E-16			
73	1103,1983	175,5795	0,0057	1,9131E-16			
74	1117,0357	177,7818	0,0056	0			
75	1153,2256	183,5416	0,0054	3,5014E-16			

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA

FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00
Relazione SismicaProgetto
IN17Lotto
12Codifica Documento
E I2 RH FA 05 0 0 003Rev.
BFoglio
23 di 26

76	1161,5183	184,8614	0,0054	0			
77	1171,9813	186,5266	0,0054	1,6951E-16			
78	1182,8528	188,2569	0,0053	3,3282E-16			
79	1210,348	192,6329	0,0052	3,1787E-16			
80	1212,5168	192,978	0,0052	1,5837E-16			
81	1226,838	195,2573	0,0051	4,6407E-16			
82	1235,9044	196,7003	0,0051	0			
83	1264,7112	201,285	0,005	2,9113E-16			
84	1291,8581	205,6056	0,0049	1,3951E-16			
85	1298,694	206,6936	0,0048	2,7609E-16			
86	1310,4004	208,5567	0,0048	0			
87	1344,1485	213,9279	0,0047	2,5774E-16			
88	1350,6209	214,958	0,0047	1,2764E-16			
89	1380,462	219,7073	0,0046	2,4436E-16			
90	1394,5521	221,9499	0,0045	3,5916E-16			
91	1402,4523	223,2072	0,0045	2,3675E-16			
92	1428,0284	227,2778	0,0044	0			
93	1457,1163	231,9073	0,0043	8,7729E-16			
94	1466,9918	233,479	0,0043	2,1638E-16			
95	1482,0502	235,8756	0,0042	2,12E-16			
96	1492,7692	237,5816	0,0042	2,0897E-16			
97	1513,5664	240,8916	0,0042	0			
98	1531,2517	243,7063	0,0041	3,972E-16			
99	1538,0722	244,7918	0,0041	5,9052E-16			
100	1564,883	249,0589	0,004	1,9015E-16			
101	1576,2463	250,8674	0,004	0			
102	1580,9174	251,6108	0,004	0			
103	1581,4768	251,6998	0,004	1,8618E-16			
104	1601,1326	254,8282	0,0039	3,6328E-15			
105	1627,9102	259,0899	0,0039	1,107E-14			
106	1652,6708	263,0307	0,0038	6,4786E-15			
107	1675,378	266,6447	0,0038	2,8369E-14			
108	1687,1806	268,5231	0,0037	2,1757E-14			
109	1717,5599	273,3582	0,0037	2,0614E-12			
110	1735,5104	276,2151	0,0036	1,4765E-12			
111	1744,5816	277,6588	0,0036	1,9247E-12			
112	1760,7865	280,2379	0,0036	5,1742E-13			
113	1777,1978	282,8498	0,0035	3,6923E-12			
114	1787,8584	284,5465	0,0035	1,0136E-11			
115	1808,9079	287,8966	0,0035	4,7062E-12			
116	1822,9935	290,1384	0,0034	9,395E-13			
117	1842,6051	293,2597	0,0034	9,6871E-12			
118	1854,5407	295,1593	0,0034	1,027E-10			
119	1870,0021	297,6201	0,0034	1,1934E-09			
120	1905,3847	303,2514	0,0033	1,4822E-10			
121	1914,7925	304,7487	0,0033	1,3792E-10			
122	1926,4581	306,6053	0,0033	5,25E-09			
123	1938,6449	308,5449	0,0032	4,8213E-09			
124	1951,4607	310,5846	0,0032	4,0541E-09			
125	1962,3927	312,3245	0,0032	2,034E-10			
126	1988,1293	316,4206	0,0032	3,3061E-09			
127	2010,7919	320,0275	0,0031	7,7783E-08			
128	2016,7522	320,9761	0,0031	6,9444E-08			
129	2068,5001	329,212	0,003	4,5495E-08			
130	2080,5749	331,1338	0,003	1,1844E-07			
131	2083,057	331,5288	0,003	2,4095E-07			
132	2114,4847	336,5307	0,003	6,9667E-07			
133	2148,9132	342,0102	0,0029	3,1599E-07			
134	2149,1307	342,0448	0,0029	4,1674E-07			
135	2174,4845	346,08	0,0029	3,0579E-06			
136	2179,1959	346,8298	0,0029	1,8509E-06			
137	2183,9715	347,5899	0,0029	7,8726E-06			
138	2226,6946	354,3895	0,0028	3,0625E-06			
139	2241,2132	356,7002	0,0028	0,000013877			
140	2262,4831	360,0854	0,0028	0,000016989			
141	2268,2167	360,9979	0,0028	0,000023973			
142	2286,6456	363,9309	0,0027	8,3265E-06			
143	2316,8651	368,7405	0,0027	0,000023603			
144	2353,8945	374,6339	0,0027	0,00021436			
145	2355,1952	374,841	0,0027	0,000053965			
146	2356,9389	375,1185	0,0027	0			
147	2360,1949	375,6367	0,0027	2,1444E-10			
148	2365,994	376,5596	0,0027	0,000062			
149	2378,9314	378,6187	0,0026	0,00054159			
150	2408,24	383,2833	0,0026	0,00023599			



MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)										
1	0	0	69,7144	69,7144	0	0	71,4822	71,4822	0	0	0,0054	0,0054
2	70,109	70,109	0	69,7144	0,0006	0,0006	0	71,4822	52,1145	52,1145	0	0,0054
3	0	70,109	0,0001	69,7145	0	0,0006	0,0001	71,4823	0	52,1145	88,2326	88,238
4	0,0097	70,1187	0,0001	69,7146	99,7644	99,7651	0,0006	71,4829	0,0715	52,1859	0	88,238
5	5,1891	75,3078	0	69,7146	0,1167	99,8818	0	71,4829	41,5528	93,7388	0	88,238
6	0	75,3078	5,5521	75,2667	0,0057	99,8874	17,4026	88,8856	0,0001	93,7389	0,0009	88,239
7	0,0001	75,3079	0,0438	75,3104	0,0734	99,9609	0,1025	88,9881	0,0016	93,7405	0,0001	88,2391
8	0	75,3079	0	75,3105	0	99,9609	0	88,9881	0	93,7405	0,0353	88,2744
9	0	75,308	0	75,3105	0	99,9609	0,0001	88,9881	0	93,7405	0	88,2744
10	0	75,308	0,0004	75,3109	0	99,9609	0,001	88,9891	0	93,7405	0	88,2744
11	0,0005	75,3085	0	75,3109	0,0001	99,961	0	88,9891	0,0015	93,7421	0	88,2744
12	0	75,3085	0,0027	75,3136	0,0168	99,9778	0,0002	88,9893	0	93,7421	0	88,2744
13	0	75,3085	0,031	75,3447	0	99,9778	0,0011	88,9903	0	93,7421	0	88,2744
14	0	75,3085	0,0136	75,3583	0,0044	99,9822	0,0002	88,9905	0	93,7421	0	88,2744
15	0	75,3085	0,0002	75,3584	0,0006	99,9828	0	88,9905	0	93,7421	0	88,2744
16	0	75,3085	0	75,3585	0,0045	99,9873	0	88,9905	0	93,7421	0	88,2745
17	0	75,3085	0,0015	75,3599	0,0033	99,9907	0	88,9906	0	93,7421	0	88,2745
18	0	75,3085	0,0002	75,3601	0,0033	99,994	0	88,9906	0	93,7421	0,0001	88,2746
19	0,0001	75,3086	0,0002	75,3603	0,0007	99,9947	0	88,9906	0,0001	93,7422	0	88,2746
20	0,0001	75,3086	0	75,3603	0	99,9947	0	88,9907	0,0009	93,7431	0	88,2746
21	0,001	75,3096	0	75,3604	0	99,9947	0	88,9907	0,0006	93,7437	0	88,2747
22	0	75,3096	0	75,3604	0,0001	99,9948	0	88,9907	0	93,7437	0	88,2747
23	0,0003	75,3099	0	75,3604	0	99,9948	0	88,9907	0,0003	93,744	0	88,2747
24	0	75,3099	0	75,3604	0,0026	99,9974	0	88,9907	0	93,744	0	88,2747
25	0,0008	75,3107	0,0004	75,3607	0	99,9974	0,0002	88,9909	0,0003	93,7443	0,0072	88,2819
26	0,0025	75,3132	0,0001	75,3609	0	99,9974	0,0001	88,991	0,001	93,7453	0,0019	88,2838
27	0,0001	75,3133	0	75,3609	0	99,9974	0	88,991	0	93,7453	0,0008	88,2846
28	0	75,3133	0	75,3609	0,0001	99,9975	0	88,991	0,0001	93,7455	0	88,2846
29	0,0001	75,3134	0	75,3609	0	99,9975	0	88,991	0,0013	93,7468	0	88,2846
30	0	75,3134	0	75,361	0,001	99,9985	0,0001	88,9911	0	93,7468	0	88,2846
31	0	75,3134	17,6527	93,0137	0	99,9985	8,7258	97,7169	0	93,7468	0,1059	88,3905
32	0	75,3134	0,3042	93,3179	0	99,9985	0,1126	97,8295	0	93,7468	0,0014	88,3919
33	0	75,3134	0,0006	93,3185	0	99,9985	0,0003	97,8298	0	93,7468	0,0002	88,392
34	0,0001	75,3135	0	93,3185	0	99,9985	0	97,8298	0,0003	93,7471	0	88,392
35	0	75,3135	0,0003	93,3188	0	99,9985	0,0003	97,8301	0	93,7471	0,0002	88,3922
36	0	75,3135	0	93,3188	0,0007	99,9992	0	97,8301	0	93,7471	0	88,3922
37	0,001	75,3145	0	93,3188	0,0001	99,9992	0,0001	97,8303	0	93,7471	0	88,3922
38	0,0001	75,3146	0	93,3188	0	99,9992	0,0009	97,8312	0	93,7471	0	88,3922
39	0,0001	75,3147	0	93,3189	0	99,9992	0,0001	97,8313	0,0001	93,7472	0	88,3922
40	0	75,3147	0,0001	93,319	0,0001	99,9993	0	97,8313	0,0001	93,7473	0	88,3922
41	0	75,3148	0,0001	93,3191	0,0001	99,9994	0	97,8313	0	93,7473	0	88,3922
42	0	75,3148	0	93,3191	0,0005	99,9999	0,0001	97,8314	0	93,7473	0	88,3922
43	0	75,3148	0	93,3191	0	99,9999	0,0001	97,8315	0	93,7473	0,0002	88,3925
44	0	75,3148	0	93,3191	0	100	0	97,8315	0	93,7473	0	88,3925
45	0	75,3148	0,0005	93,3197	0	100	0	97,8315	0	93,7473	0,0005	88,393
46	0	75,3148	0,0003	93,32	0	100	0	97,8315	0	93,7473	0,0003	88,3933
47	0	75,3148	0	93,32	0	100	0	97,8315	0	93,7473	0	88,3933
48	0,0001	75,3148	0	93,32	0	100	0	97,8315	0	93,7473	0	88,3933
49	0	75,3148	0,0001	93,32	0	100	0,0003	97,8318	0	93,7473	0	88,3933
50	0,0002	75,315	0	93,32	0	100	0	97,8318	0,0001	93,7474	0	88,3933
51	0	75,3151	0	93,32	0	100	0	97,8318	0	93,7474	0	88,3933
52	0	75,3151	0,0001	93,3202	0	100	0	97,8318	0	93,7474	0,0005	88,3938
53	0	75,3151	2,822	96,1422	0	100	1,3897	99,2216	0	93,7474	0,7844	89,1782
54	0	75,3151	1,329	97,4712	0	100	0,6545	99,876	0	93,7474	0,3736	89,5519
55	0	75,3151	0,0002	97,4714	0	100	0	99,876	0	93,7474	0	89,5519
56	0	75,3151	0,0007	97,4721	0	100	0,0001	99,8761	0	93,7474	0,0001	89,5519
57	0	75,3151	0,0002	97,4723	0	100	0,0001	99,8763	0	93,7474	0,0002	89,5521
58	0	75,3151	0	97,4723	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5521
59	0	75,3151	0	97,4723	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5521
60	0	75,3151	0,0001	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5521
61	0	75,3151	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5521
62	0	75,3151	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0,0002	89,5523
63	0	75,3151	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5523
64	0	75,3151	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5523
65	0	75,3151	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5523
66	0,0001	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7474	0	89,5523
67	0	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5524
68	0	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0,0002	89,5526
69	0	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0,0001	89,5527
70	0	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0,0004	89,5531
71	0	75,3152	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5531
72	0	75,3153	0	97,4724	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0,0002	89,5534
73	0,0001	75,3153	0	97,4725	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5534
74	0	75,3153	0,0002	97,4726	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5534
75	0,0003	75,3157	0	97,4726	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5534



	76	0	75,3157	0	97,4727	0	100	0	99,8763	0	93,7475	0	89,5534
	77	0,0004	75,3161	0	97,4727	0	100	0	99,8763	0	93,7476	0	89,5534
	78	0	75,3161	0,0008	97,4734	0	100	0,0001	99,8764	0	93,7476	0	89,5534
	79	0	75,3161	0	97,4734	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5534
	80	0	75,3161	0	97,4734	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0,0001	89,5535
	81	0	75,3161	0	97,4734	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0,0001	89,5536
	82	0	75,3161	0,0001	97,4735	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5536
	83	0,0001	75,3162	0	97,4735	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5537
	84	0	75,3163	0	97,4735	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5537
	85	0,0001	75,3163	0	97,4736	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0,0001	89,5537
	86	0,0002	75,3165	0	97,4736	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5537
	87	0,0016	75,3182	0	97,4736	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0	89,5538
	88	0	75,3182	0,0004	97,474	0	100	0	99,8764	0	93,7476	0,0025	89,5562
	89	0	75,3182	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0,0002	89,5564
	90	0,0008	75,319	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5564
	91	0,0001	75,3191	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0,0001	89,5565
	92	0	75,3191	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0,0006	89,5571
	93	0	75,3192	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5572
	94	0	75,3192	0	97,474	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0,0002	89,5573
	95	0	75,3192	0,0001	97,4741	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0,0001	89,5574
	96	0	75,3192	0,0001	97,4742	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5574
	97	0	75,3192	0	97,4742	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5574
	98	0	75,3192	0	97,4742	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5574
	99	0,0002	75,3194	0	97,4742	0	100	0	99,8765	0	93,7476	0	89,5574
	100	0	75,3194	0,0001	97,4743	0	100	0	99,8765	0	93,7477	0	89,5575
	101	19,9344	95,2538	0	97,4743	0	100	0	99,8765	5,5734	99,321	0	89,5575
	102	0	95,2538	0,0001	97,4744	0	100	0,0001	99,8766	0	99,321	6,2608	95,8182
	103	0	95,2538	0	97,4744	0	100	0	99,8766	0	99,321	0,0009	95,8191
	104	0,0001	95,2539	0	97,4744	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8191
	105	0	95,2539	0	97,4744	0	100	0	99,8766	0	99,321	0,0001	95,8192
	106	0	95,254	0	97,4745	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8193
	107	0,0001	95,254	0	97,4745	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8193
	108	0	95,254	0	97,4745	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8193
	109	0	95,2541	0	97,4745	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8193
	110	0	95,2541	0,0004	97,4749	0	100	0,0001	99,8766	0	99,321	0,0001	95,8194
	111	0	95,2541	0,0002	97,4751	0	100	0	99,8766	0	99,321	0,0001	95,8196
	112	0	95,2541	0	97,4751	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8196
	113	0	95,2541	0	97,4751	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8196
	114	0	95,2541	0	97,4751	0	100	0	99,8766	0	99,321	0	95,8196
	115	0	95,2541	0,0002	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8196
	116	0	95,2541	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8196
	117	0	95,2541	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0,0001	95,8197
	118	0	95,2541	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	119	0	95,2541	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	120	0	95,2541	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	121	0	95,2542	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	122	0,001	95,2552	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	123	0,0002	95,2554	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0	95,8197
	124	0,0015	95,2569	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0	99,321	0,0003	95,82
	125	0,0327	95,2896	0	97,4753	0	100	0	99,8767	0,0009	99,322	0	95,82
	126	0	95,2896	0,0015	97,4768	0	100	0,0001	99,8768	0	99,322	0,0293	95,8493
	127	0,0006	95,2903	0,0004	97,4772	0	100	0	99,8768	0	99,322	0,008	95,8574
	128	0,0003	95,2906	0,0003	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0,0046	95,862
	129	0	95,2906	0	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0	95,862
	130	0	95,2906	0	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0,0006	95,8626
	131	0	95,2906	0	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0,0004	95,863
	132	0,0001	95,2907	0	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0	95,863
	133	0,0001	95,2908	0	97,4775	0	100	0	99,8768	0	99,322	0	95,863
	134	0	95,2908	0,0001	97,4776	0	100	0	99,8768	0	99,322	0	95,863
	135	0,0001	95,2909	0	97,4776	0	100	0	99,8768	0	99,322	0	95,863
	136	0	95,2909	0,0005	97,4781	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,863
	137	0,0001	95,291	0	97,4781	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	138	0	95,291	0	97,4781	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	139	0,0001	95,2911	0	97,4781	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	140	0	95,2911	0	97,4781	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	141	0	95,2911	0,0003	97,4785	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	142	0	95,2911	0	97,4785	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	143	0	95,2911	0	97,4785	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	144	0	95,2911	0,0001	97,4785	0	100	0	99,8769	0	99,322	0	95,8631
	145	0	95,2911	0	97,4785	0	100	0	99,8769	0	99,322	0,0001	95,8632
	146	2,1659	97,457	0	97,4785	0	100	0	99,8769	0,6055	99,9276	0	95,8632
	147	0	97,457	0,0003	97,4788	0	100	0,0001	99,877	0	99,9276	0,6867	96,5499
	148	0	97,457	0,0002	97,4789	0	100	0	99,877	0	99,9276	0	96,5499
	149	0	97,457	0,0011	97,48	0	100	0,0001	99,8771	0	99,9276	0	96,5499
	150	0	97,457	0	97,48	0	100	0	99,8771	0	99,9276	0	96,5499

Tabella 11 Modi di vibrare della struttura Cabina Elettrica

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FA05 – FABBRICATO PT AL KM 7+475,00 Relazione Sismica	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento E I2 RH FA 05 0 0 003	Rev. B	Foglio 26 di 26

Si riportano di seguito alcune immagini dei primi 3 modi di vibrare della struttura in oggetto.

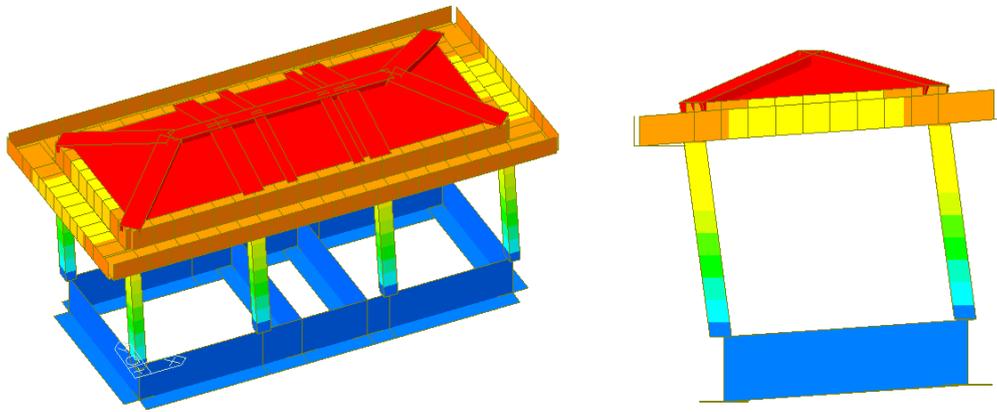


Figura 26 Cabina Enel 1° Modo di vibrare

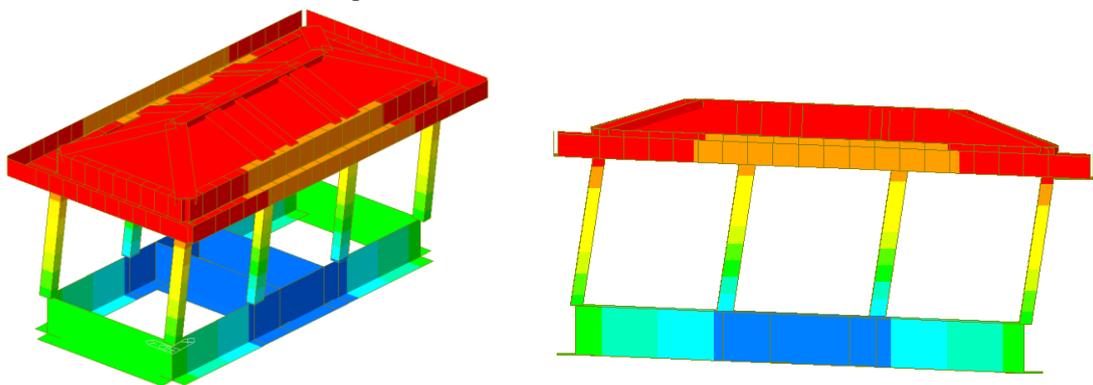


Figura 27 Cabina Enel 2° Modo di vibrare

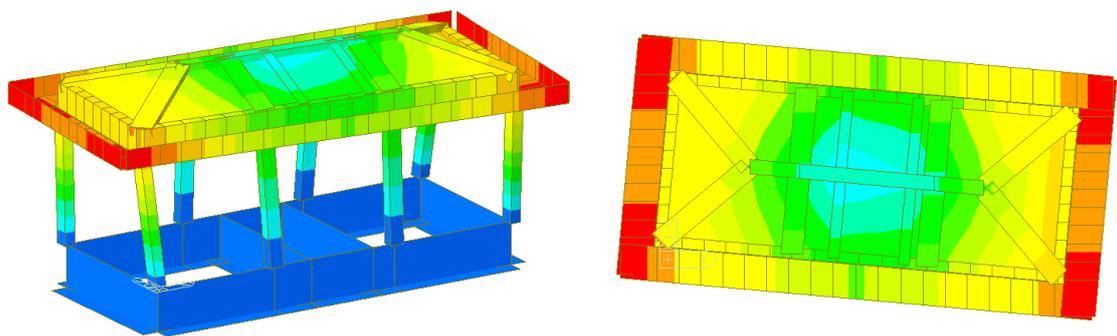


Figura 28 Cabina Enel 3° Modo di vibrare