



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	---

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p><i>Tipo di sistema</i> VIADOTTO PANTANO – INFRASTRUTTURA STRADALE/FERROVIARIA</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> OPERE CIVILI STRADALI/FERROVIARI</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> VIADOTTO</p> <p><i>Titolo del documento</i> Relazione sismica</p>	<p>PA0110_F0</p>
---	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	R X	D	S	V P	C I	V I	0 0	0 0	0 0	0 1	F 0
--------	-------------	---	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	CONTARDI	SCIUTO	COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE.....		3
1	PREMESSA.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3	ANALISI SISMICA: GENERALITA'.....	7
3.1	Parametri spettri di progetto.....	14
3.2	Accelerogrammi.....	23
3.2.1	Accelerogrammi di scenario artificiali.....	23
3.2.2	Accelerogrammi di scenario naturali.....	44
4	MODELLO DI CALCOLO VIADOTTO.....	46
4.1	Descrizione del modello.....	46
4.2	Analisi modale.....	48
4.2.1	Forme modali significative.....	50

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la determinazione dei parametri adottati per la valutazione delle sollecitazioni dovute all'evento sismico, sui vari elementi costituenti il viadotto Pantano.

Data l'importanza delle opere in progetto, oltre all'utilizzo degli spettri previsti dalla Normativa vigente, sono stati condotti studi specifici relativi alla caratterizzazione sismica della zona in esame, da cui si sono ricavati gli accelerogrammi e i valori di accelerazione massima al suolo, utilizzati per le analisi dinamiche effettuate.

L'effetto delle azioni dovute all'evento sismico sulle strutture in oggetto, è stato valutato in condizioni di Stato Limite Ultimo.

Il viadotto Pantano è costituito da tre impalcati separati con andamento planimetrico ed altimetrico pressoché identico, caratterizzati rispettivamente dalla presenza di:

- Linea ferroviaria a doppio binario presente sull' impalcato centrale;
- Carreggiate autostradali direzione Messina e Reggio Calabria, rispettivamente sui due impalcati esterni. Su ambedue gli impalcati stradali è presente la corsia di servizio dei mezzi ANAS posta a sbalzo vero l'esterno di ciascun cassone.

Il viadotto si sviluppa su sei campate per una lunghezza complessiva di circa 460 m le cui sottostrutture sono costituite da cinque pile a doppio fusto, uniche per i tre impalcati, così come la spalla lato Messina, mentre, lato mare, gli impalcati sono vincolati direttamente sulla struttura terminale dell'opera di attraversamento.

Su ognuna delle 5 pile, gli impalcati stradali poggiano per il tramite di un traverso metallico che li collega rigidamente. Tale traverso è costituito in modo da passare sotto l'impalcato ferroviario senza interferire con esso ed è realizzato con sezione rettangolare a cassone.

Lo schema di vincolo è diverso per la parte ferroviaria e quella stradale.

Gli impalcati ferroviari sono semplicemente appoggiati sulle pile con una sequenza di vincolo longitudinale del tipo fisso/mobile. L'apparecchio di appoggio fisso è posizionato sulla spalla in modo da non trasferire alla struttura terminale dell'opera di attraversamento le azioni longitudinali legate alla frenatura all'avviamento e al sisma. Trasversalmente gli impalcati sono dotati di vincolo fisso su entrambi gli appoggi.

Gli impalcati stradali, collegati tra loro dal traverso metallico, costituiscono una trave continua su 6 campate. Il vincolo fisso longitudinale è posto sulla spalla, mentre sulle pile si ha solo un vincolo



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

trasversale orientato sulla congiungente tra l'asse pila e l'appoggio fisso sulla spalla in modo da minimizzare le coazioni legate alla escursione termica uniforme.

Le azioni vengono trasferite dal trasverso al pulvino attraverso 2 dispositivi di appoggio a calotta sferica multi direzionali atti ad assorbire le azioni verticali, e una slitta centrale in grado di sopportare le azioni trasversali. In questo modo le dilatazioni termiche del trasverso di collegamento dei 2 impalcati non generano coazioni negli apparecchi di appoggio.

Alla base delle pile si hanno fondazioni dirette su terreno consolidato composte da plinti rettangolari di dimensione 35.0x15.0 m e altezza 6.0m. Il terreno sottostante viene consolidato con colonne di jet-grouting per una profondità variabile da pila a pila e con estensione massima pari a 35 m. dal piano campagna.

Il trattamento di jet-grouting viene esteso, con diverse metodologie e geometrie, anche fuori dall'impronta della fondazione, come intervento a salvaguardia della liquefazione in caso di sisma.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative e documentazione di riferimento:

D.M. 14.01.2008	Nuove norme tecniche per le costruzioni
Circ. Min. LL. PP. 02.02.2009 n. 617	Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
EN 1998 – Eurocodice 8	Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
<i>DT.ISP.S.E.R1.001</i>	<i>“Approfondimenti relativi al terremoto di progetto per l'opera di attraversamento”</i>

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 ANALISI SISMICA: GENERALITA'

La determinazione delle sollecitazioni agenti sui vari elementi costituenti l'opera, per effetto dell'evento sismico di progetto, è stata effettuata considerando l'applicazione degli spettri previsti dalla normativa vigente e degli accelerogrammi (artificiali e naturali) inseriti nella documentazione di riferimento.

In particolare gli accelerogrammi presi in considerazione sono:

- quelli definiti "di scenario" riportati nel documento *DT.ISP.S.E.R1.001 "Approfondimenti relativi al terremoto di progetto per l'opera di attraversamento"*. Tale studio fornisce un set di accelerogrammi sia per il lato Sicilia che per il lato Calabria (20 nella direzione longitudinale del ponte e 20 nella direzione trasversale del ponte) riferiti ad un *moment magnitude* di $M=6.8$;
- quelli reali "di scenario" selezionati dal prof. Braga (New Zealand 1987/03/02 01:51, Koeceli, Turkey 1999/08/17).

Gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticale delle azioni sismiche, sono state invece determinate, secondo quanto indicato nelle NTC 2008, in base alle coordinate del sito, al tipo di terreno su cui si fonda l'opera e con riferimento al tempo di ritorno dell'azione di progetto.


Il terreno è stato classificato, in base alla caratterizzazione geotecnica, come terreno tipo "C", la cui definizione con riferimento alla tabella 3.2.11 delle NTC 2008 risulta: *"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina)."*

Le coordinate di riferimento prese per l'individuazione dell'opera sono:

N: 38.26519

E: 15.63027

E' stato utilizzato il documento EXCEL "SPETTRI-NTC" fornito dal *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* per l'individuazione degli spettri di progetto da utilizzare per le analisi. per l'opera in questione si considera una classe d'uso IV e una vita nominale di 100 anni.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Con queste assunzioni si assume un periodo di riferimento dell'azione pari a:

$$V_r \geq V_N \cdot C_U = 100 \times 2 = 200 \text{ anni}$$

Si riportano le schermate del documento succitato con i parametri utilizzati.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta |>

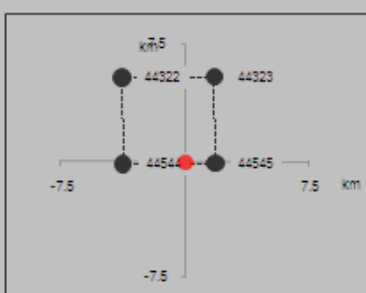
Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>


Reticolo di riferimento

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta





Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 1: inserimento coordinate del sito

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
		RELAZIONE SISMICA	<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0

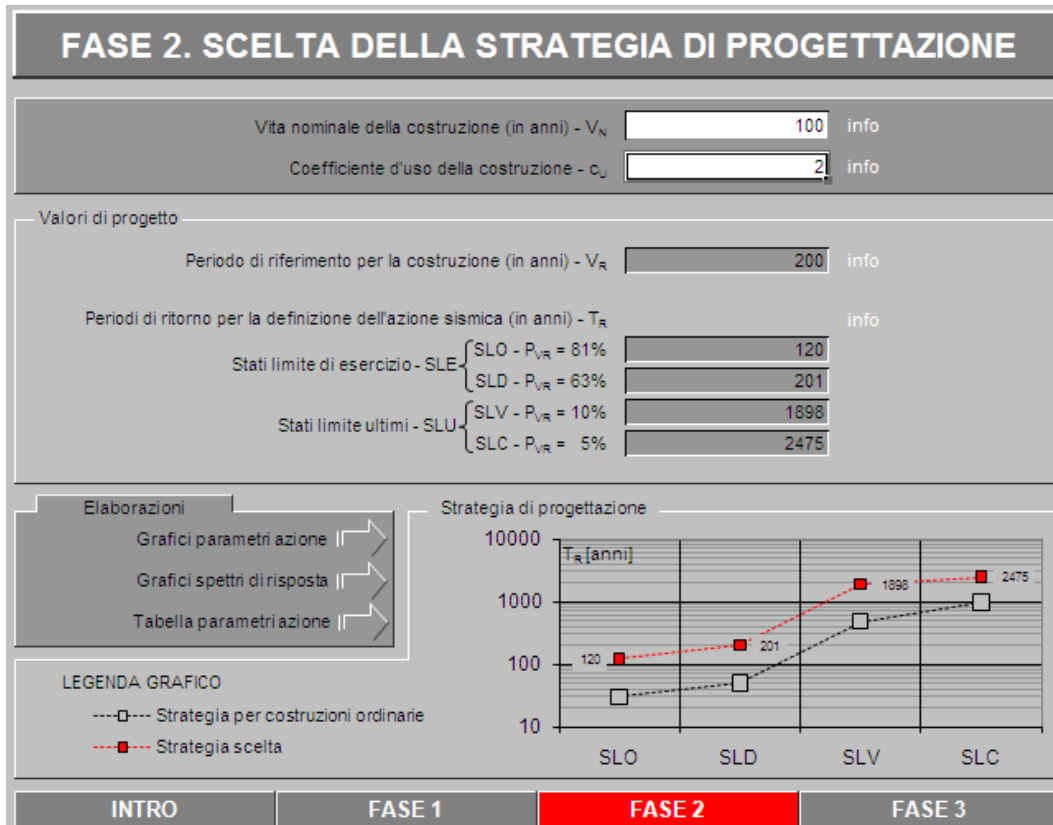
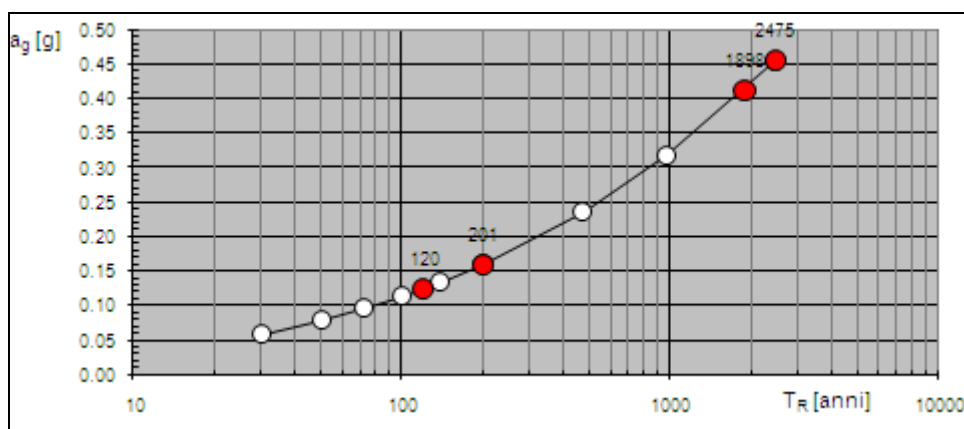
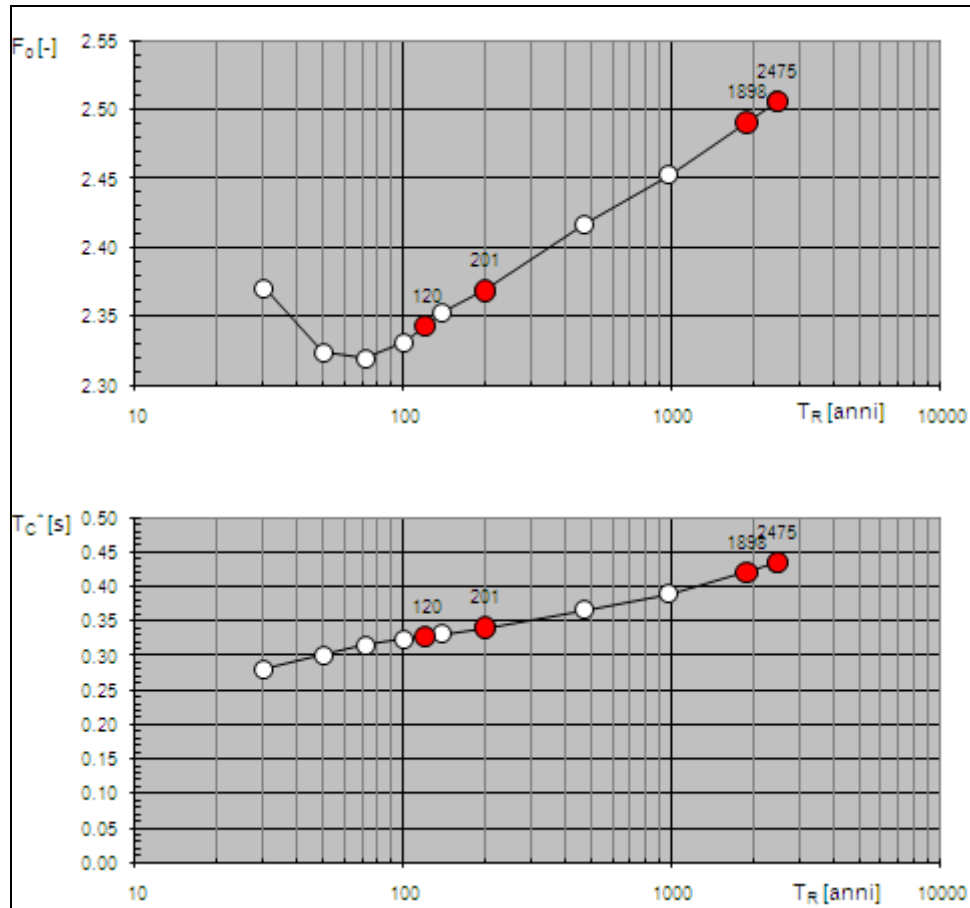


Figura 2: Vita nominale e periodi di ritorno

Valori di progetto dei parametri a_g , F_0 , T_c^* in funzione del periodo di ritorno





SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0.124	2.343	0.328
SLD	201	0.160	2.369	0.340
SLV	1898	0.411	2.491	0.421
SLC	2475	0.455	2.506	0.435

Il corpo normativo di riferimento prescrive che le componenti nelle due direzioni orizzontali (longitudinale e trasversale) e nella direzione verticale siano applicate simultaneamente.

Per le analisi dinamiche in campo lineare si è proceduto quindi, per la valutazione degli effetti sulla struttura, a combinare le varie componenti secondo l'espressione:

$$1.00 * E_x + 0.3 * E_y + 0.3 * E_z$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Per le analisi dinamiche non lineari, trattandosi di analisi monodimensionali o bidimensionali piane, si è proceduto ad assegnare una sola accelerazione orizzontale con fattore unitario.

Gli spettri di risposta e gli accelerogrammi sono stati utilizzati per il dimensionamento delle varie parti strutturali dell'opera, secondo lo schema di seguito riportato.

Spettri di risposta

- Impalcato stradale e ferroviario: spettro di progetto individuato con un valore del fattore di struttura pari a $q=3.5$;
- pile: spettro di progetto individuato con un valore del fattore di struttura variabile in funzione dell'altezza della pila e della direzione del sisma considerata;
- fondazioni pile: secondo la Gerarchia delle Resistenze, con dimensionamento della pila secondo lo spettro di progetto indicato al punto precedente;
- scarichi impalcato stradale e ferroviario sulla spalla: spettro di progetto individuato con un valore del fattore di struttura pari a $q=1.5$;
- apparecchi d'appoggio: spettro di progetto individuato con un valore del fattore di struttura pari a $q=1.0$;

in tutti i casi lo spettro relativo alla componente verticale è preso considerando un fattore di struttura pari a 1.0.

Accelerogrammi

- analisi di liquefazione;
- calcolo della rigidezza delle molle dinamiche rappresentative del comportamento del terreno, da inserire come vincolo di base nel modello complessivo del viadotto;
- analisi dinamica completa per il calcolo delle spinte a tergo della spalla.

Per la determinazione del coefficiente di struttura da utilizzare per le pile è stata utilizzata l'espressione riportata al punto 7.9.2.1 della NTC 2008 e alla tabella 7.9.1 della stessa norma. In classe di duttilità alta e per pile in cemento armato verticali inflesse si ha:

$$q_0 = 3.5\lambda \text{ dove}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$$\lambda(\alpha) = 1 \text{ se } \alpha \geq 3$$

$$\lambda(\alpha) = (\alpha/3)^{0.5} \text{ se } 1 \leq \alpha < 3$$

Essendo $\alpha=L/H$ dove L rappresenta la distanza dalla sezione di cerniera plastica alla sezione di momento nullo e H la dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica.

Le tabelle seguenti riportano per le 2 direzioni principali le altezze delle pile, L, H e il fattore di struttura.

sisma componente trasversale H = 6				
pila	H [m]	L [m]	λ	q_0
1	36	20.0	1.00	3.50
2	35	19.5	1.00	3.50
3	33	18.5	1.00	3.50
4	30	17.0	0.97	3.40
5	18	11.0	0.78	2.74

sisma componente longitudinale H = 5				
pila	H [m]	L [m]	λ	q_0
1	36	36.0	1.00	3.50
2	35	35.0	1.00	3.50
3	33	33.0	1.00	3.50
4	30	30.0	1.00	3.50
5	18	18.0	1.00	3.50

L'utilizzo di tali valori del coefficiente di struttura q_0 per il calcolo delle sollecitazioni dovute al sisma orizzontale in funzione della classe di duttilità adottata, è possibile purchè venga soddisfatto a posteriori dell'analisi il requisito di regolarità per la geometria del ponte.

Il soddisfacimento di tale requisito per entrambe le direzioni viene indicato nelle tabelle che seguono, dove si riportano i risultati relativi alla combinazione sismica più gravosa per le due direzioni longitudinale e trasversale che risulta pari, rispettivamente, alla combinazione 840 e alla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

combinazione 849.

SISMA LONGITUDINALE				
comb 840	M _{ED,i} [kNm]	M _{RD,i} [kNm]	q _o	r _i
pila1	115809	218617	3.5	1.854071
pila2	154246	214467	3.5	2.517222
pila3	154631	217610	3.5	2.487057
pila4	145367	242949	3.5	2.094203
pila5	156353	239643	3.5	2.283545

$$\check{r}=r_{i,max}/r_{i,min}= \quad \mathbf{1.358}$$

SISMA TRASVERSALE				
comb 849	M _{ED,i}	M _{RD,i}	q _o	r _i
pila1	129126	223724	3.5	2.020083
pila2	168697	262090	3.5	2.252812
pila3	168432	262239	3.5	2.247995
pila4	114981	222497	3.4	1.757037
pila5	113799	243073	2.74	1.28278

$$\check{r}=r_{i,max}/r_{i,min}= \quad \mathbf{1.756}$$

Per gli elementi duttili in calcestruzzo inoltre, i valori del coefficiente di struttura q_o riportati sono validi se la sollecitazione di compressione normalizzata v_k non eccede il valore di 0.3. per la struttura in esame si riporta il valore limite ottenuto in corrispondenza della pila 2 per la combinazione 991, per la quale si ottiene il valore massimo dello sforzo normale di compressione sul fusto della pila:

comb 991	N _{ED} [kN]	A _c [m ²]	f _{ck} [N/mm ²]
pila2	100748	15	33.2

$$v_{k,max}=N_{Ed}/(A_c * f_{ck})= \quad \mathbf{0.202}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.1 Parametri spettri di progetto

Si riportano nel seguito i parametri e gli andamenti ottenuti per gli spettri di progetto utilizzati nelle analisi, per le componenti orizzontali e verticale,

Spettro di progetto SLV $q=1$

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$LV\$

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0.411 g
F_s	2.491
T_{C^*}	0.421 s
S_s	1.086
C_s	1.397
S_s	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.086
η	1.000
T_B	0.196 s
T_C	0.588 s
T_D	3.244 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \sqrt{5 + \xi}} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_s \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_s / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.446
T_B	0.196	1.111
T_C	0.588	1.111
	0.715	0.915
	0.841	0.777
	0.968	0.676
	1.094	0.598
	1.221	0.536
	1.347	0.485
	1.474	0.444
	1.600	0.409
	1.726	0.379
	1.853	0.353
	1.979	0.330
	2.106	0.310
	2.232	0.293
	2.359	0.277
	2.485	0.263
	2.612	0.250
	2.738	0.239
	2.865	0.228
	2.991	0.219
	3.118	0.210
T_D	3.244	0.202
	3.280	0.197
	3.316	0.193
	3.352	0.189
	3.388	0.185
	3.424	0.181
	3.460	0.177
	3.496	0.174
	3.532	0.170
	3.568	0.167
	3.604	0.163
	3.640	0.160
	3.676	0.157
	3.712	0.154
	3.748	0.151
	3.784	0.148
	3.820	0.145
	3.856	0.143
	3.892	0.140
	3.928	0.137
	3.964	0.135
	4.000	0.133

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{ov}	0.356 g
S_a	1.000
S_v	1.000
q	1.000
T_a	0.050 s
T_c	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	2.156
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_v \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{ov}}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_{B1} \quad S_c(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_{B1}} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_{B1}} \right) \right]$$

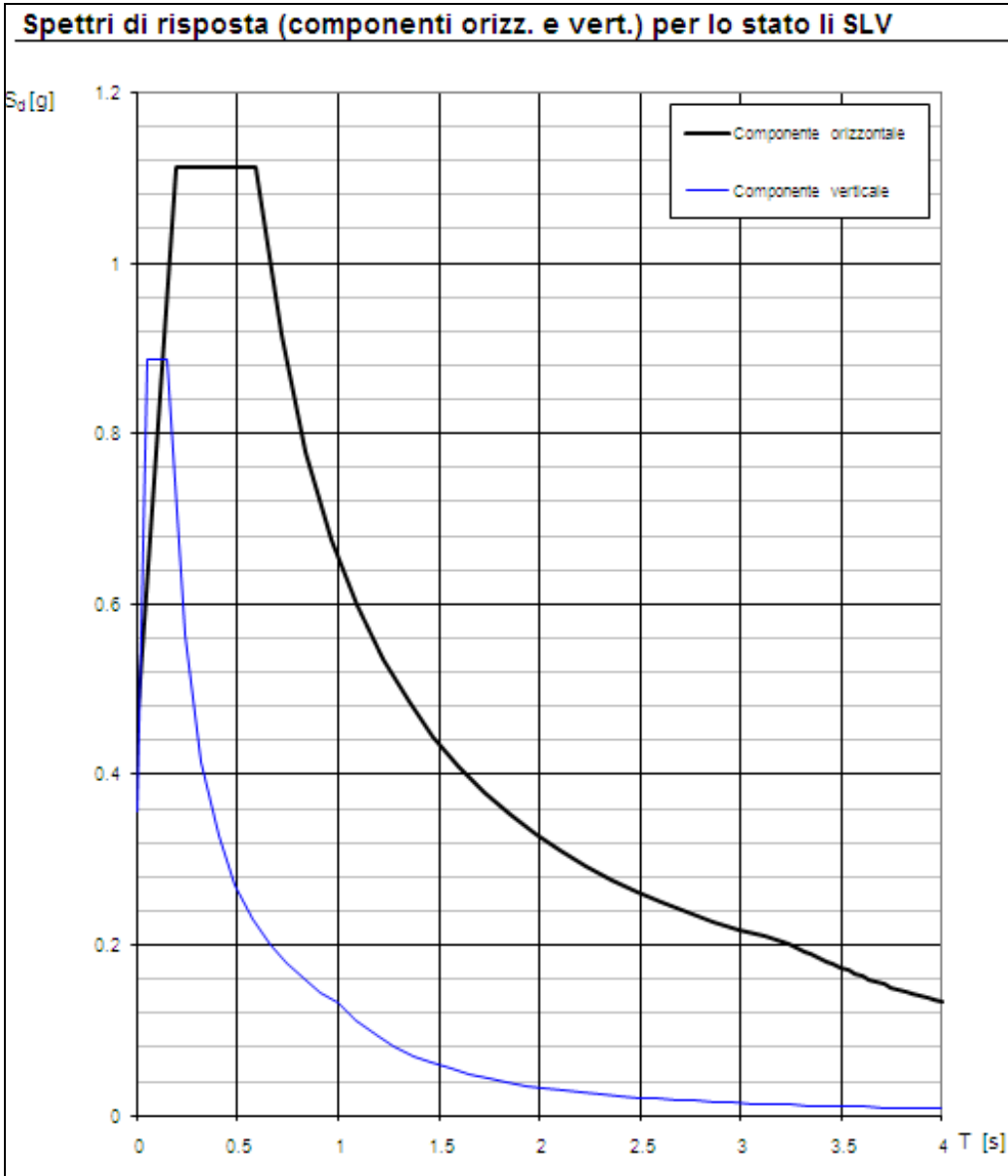
$$T_{B1} \leq T < T_c \quad S_c(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_{ov} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.356
T_{a1}	0.050	0.886
T_{c1}	0.150	0.886
	0.235	0.566
	0.320	0.415
	0.405	0.328
	0.490	0.271
	0.575	0.231
	0.660	0.201
	0.745	0.178
	0.830	0.160
	0.915	0.145
T_{c2}	1.000	0.133
	1.094	0.111
	1.188	0.094
	1.281	0.081
	1.375	0.070
	1.469	0.062
	1.563	0.054
	1.656	0.048
	1.750	0.043
	1.844	0.039
	1.938	0.035
	2.031	0.032
	2.125	0.029
	2.219	0.027
	2.313	0.025
	2.406	0.023
	2.500	0.021
	2.594	0.020
	2.688	0.018
	2.781	0.017
	2.875	0.016
	2.969	0.015
	3.063	0.014
	3.156	0.013
	3.250	0.013
	3.344	0.012
	3.438	0.011
	3.531	0.011
	3.625	0.010
	3.719	0.010
	3.813	0.009
	3.906	0.009
	4.000	0.008



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

Spettro di progetto SLV q=1.5

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.411 g
F_c	2.491
T_c^*	0.421 s
S_a	1.086
C_c	1.397
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.086
η	0.667
T_B	0.196 s
T_C	0.588 s
T_D	3.244 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c^* / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.446
$T_B \leftarrow$	0.196	0.741
$T_C \leftarrow$	0.588	0.741
	0.715	0.610
	0.841	0.518
	0.968	0.450
	1.094	0.398
	1.221	0.357
	1.347	0.324
	1.474	0.296
	1.600	0.272
	1.726	0.252
	1.853	0.235
	1.979	0.220
	2.106	0.207
	2.232	0.195
	2.359	0.185
	2.485	0.175
	2.612	0.167
	2.738	0.159
	2.865	0.152
	2.991	0.146
	3.118	0.140
$T_D \leftarrow$	3.244	0.134
	3.280	0.131
	3.316	0.129
	3.352	0.126
	3.388	0.123
	3.424	0.121
	3.460	0.118
	3.496	0.116
	3.532	0.113
	3.568	0.111
	3.604	0.109
	3.640	0.107
	3.676	0.105
	3.712	0.103
	3.748	0.101
	3.784	0.099
	3.820	0.097
	3.856	0.095
	3.892	0.093
	3.928	0.092
	3.964	0.090
	4.000	0.088

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.356 g
S_z	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	2.156
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_z \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

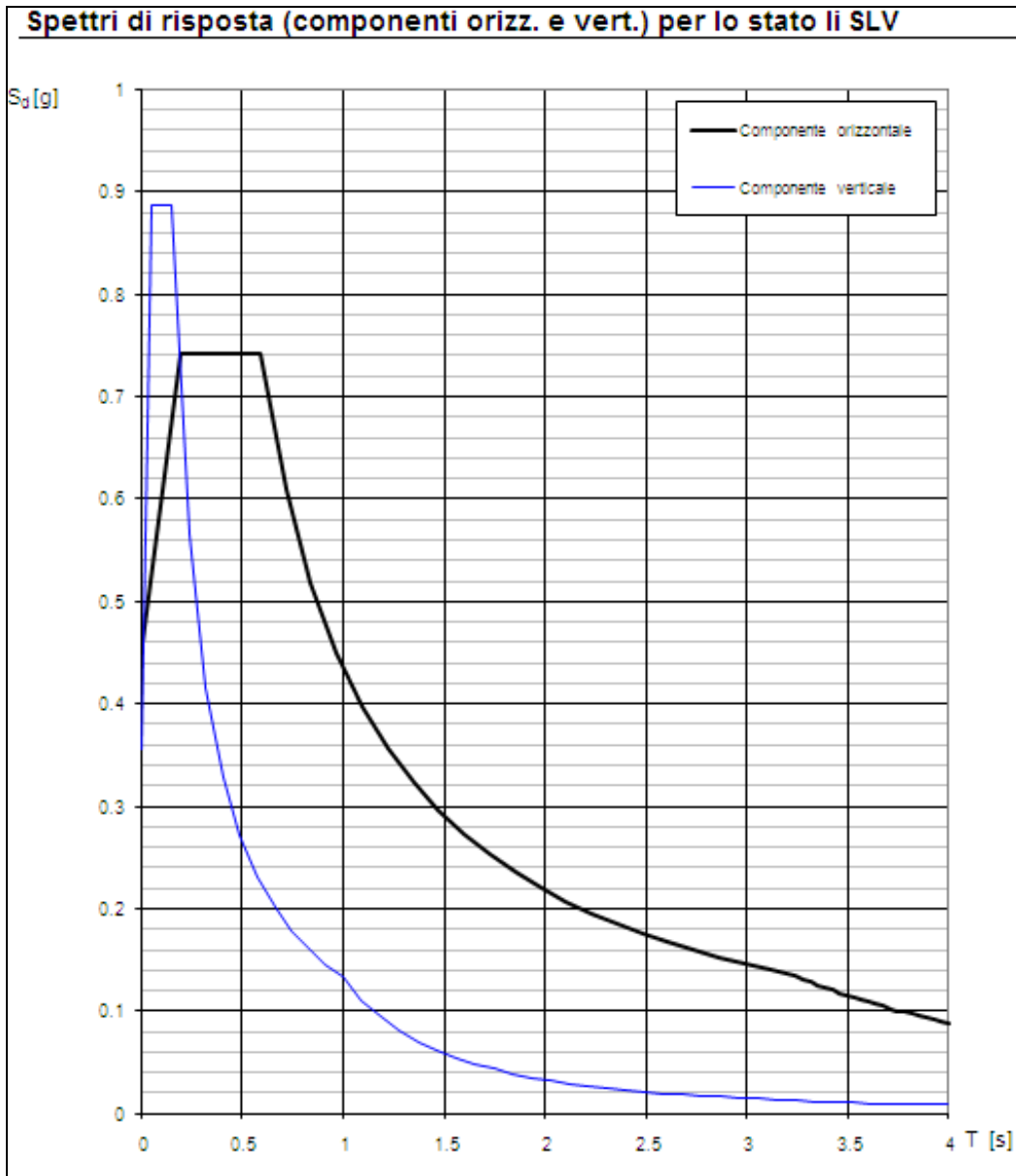
$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.356
T_B	0.050	0.886
T_C	0.150	0.886
	0.235	0.566
	0.320	0.415
	0.405	0.328
	0.490	0.271
	0.575	0.231
	0.660	0.201
	0.745	0.178
	0.830	0.160
	0.915	0.145
T_D	1.000	0.133
	1.094	0.111
	1.188	0.094
	1.281	0.081
	1.375	0.070
	1.469	0.062
	1.563	0.054
	1.656	0.048
	1.750	0.043
	1.844	0.039
	1.938	0.035
	2.031	0.032
	2.125	0.029
	2.219	0.027
	2.313	0.025
	2.406	0.023
	2.500	0.021
	2.594	0.020
	2.688	0.018
	2.781	0.017
	2.875	0.016
	2.969	0.015
	3.063	0.014
	3.156	0.013
	3.250	0.013
	3.344	0.012
	3.438	0.011
	3.531	0.011
	3.625	0.010
	3.719	0.010
	3.813	0.009
	3.906	0.009
	4.000	0.008



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> <i>Data</i> F0 20/06/2011

Spettro di progetto SLV q=3.5

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.411 g
F_c	2.491
T_c	0.421 s
S_z	1.086
C_c	1.397
S_r	1.000
q	3.500

Parametri dipendenti

S	1.086
η	0.286
T_B	0.196 s
T_C	0.588 s
T_D	3.244 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_z \cdot S_r \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.446
$T_B \leftarrow$	0.196	0.318
$T_C \leftarrow$	0.588	0.318
	0.715	0.261
	0.841	0.222
	0.968	0.193
	1.094	0.171
	1.221	0.153
	1.347	0.139
	1.474	0.127
	1.600	0.117
	1.726	0.108
	1.853	0.101
	1.979	0.094
	2.106	0.089
	2.232	0.084
	2.359	0.082
	2.485	0.082
	2.612	0.082
	2.738	0.082
	2.865	0.082
	2.991	0.082
	3.118	0.082
$T_D \leftarrow$	3.244	0.082
	3.280	0.082
	3.316	0.082
	3.352	0.082
	3.388	0.082
	3.424	0.082
	3.460	0.082
	3.496	0.082
	3.532	0.082
	3.568	0.082
	3.604	0.082
	3.640	0.082
	3.676	0.082
	3.712	0.082
	3.748	0.082
	3.784	0.082
	3.820	0.082
	3.856	0.082
	3.892	0.082
	3.928	0.082
	3.964	0.082
	4.000	0.082

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{ov}	0.356 g
S_{v1}	1.000
S_{v2}	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	2.156
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_v \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_{ov}}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

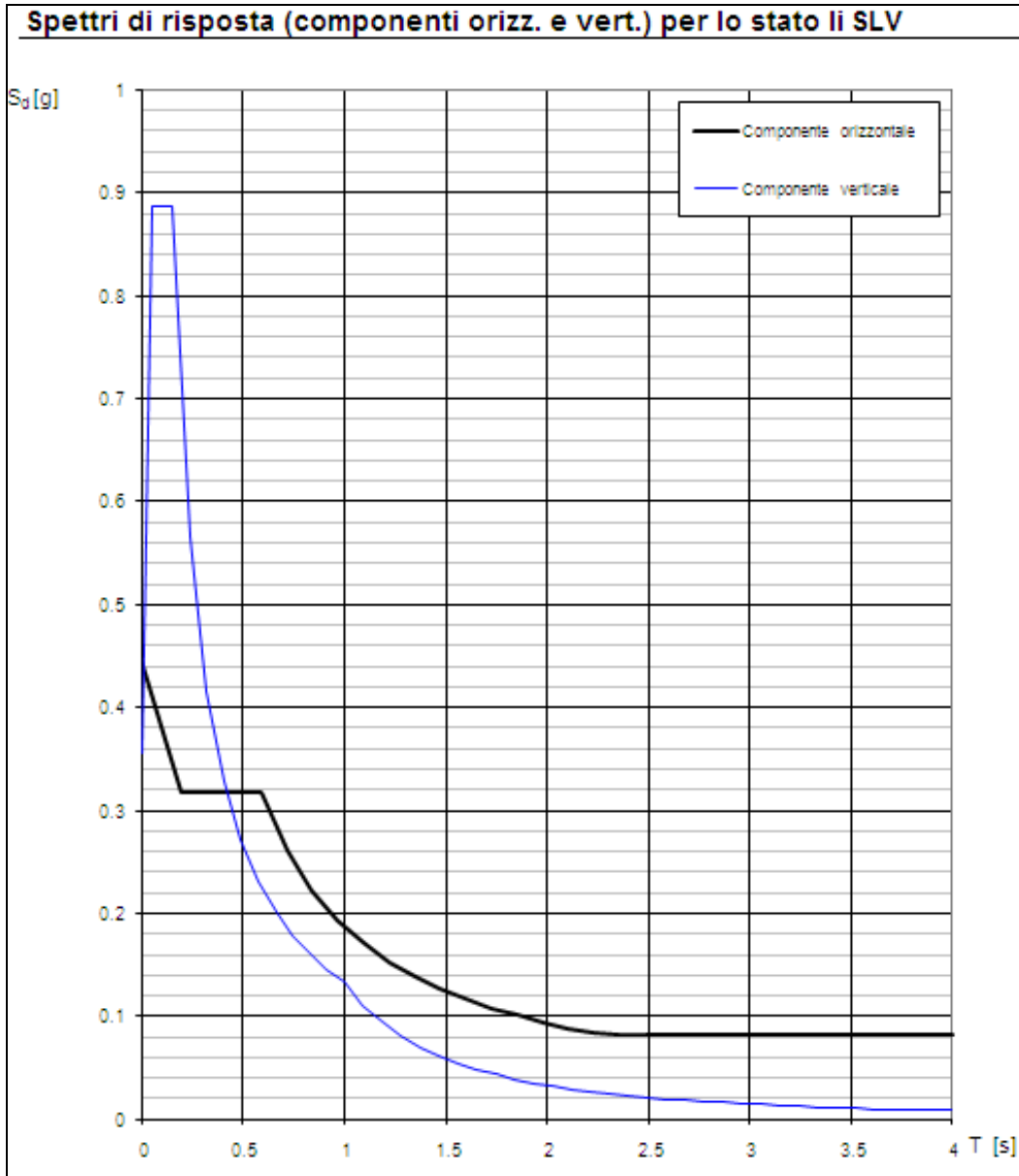
$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$



$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \right.$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.356
T_B	0.050	0.886
T_C	0.150	0.886
	0.235	0.566
	0.320	0.415
	0.405	0.328
	0.490	0.271
	0.575	0.231
	0.660	0.201
	0.745	0.178
	0.830	0.160
	0.915	0.145
T_D	1.000	0.133
	1.094	0.111
	1.188	0.094
	1.281	0.081
	1.375	0.070
	1.469	0.062
	1.563	0.054
	1.656	0.048
	1.750	0.043
	1.844	0.039
	1.938	0.035
	2.031	0.032
	2.125	0.029
	2.219	0.027
	2.313	0.025
	2.406	0.023
	2.500	0.021
	2.594	0.020
	2.688	0.018
	2.781	0.017
	2.875	0.016
	2.969	0.015
	3.063	0.014
	3.156	0.013
	3.250	0.013
	3.344	0.012
	3.438	0.011
	3.531	0.011
	3.625	0.010
	3.719	0.010
	3.813	0.009
	3.906	0.009
	4.000	0.008



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.2 Accelerogrammi

Si riportano nel seguito gli accelerogrammi utilizzati nelle analisi.

3.2.1 Accelerogrammi di scenario artificiali

Accelerogramma Evento 1

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

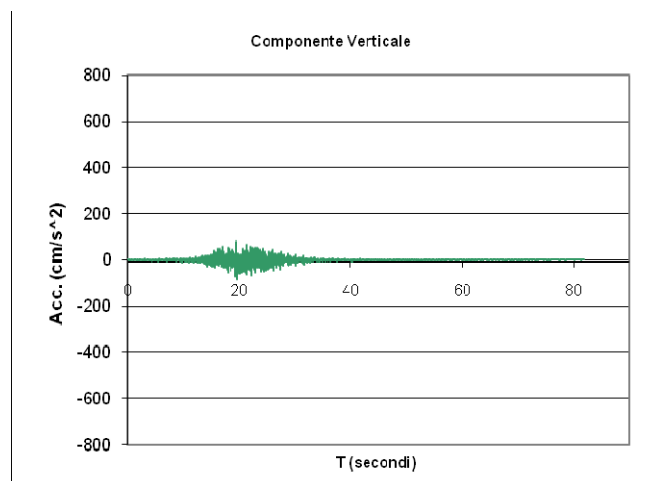
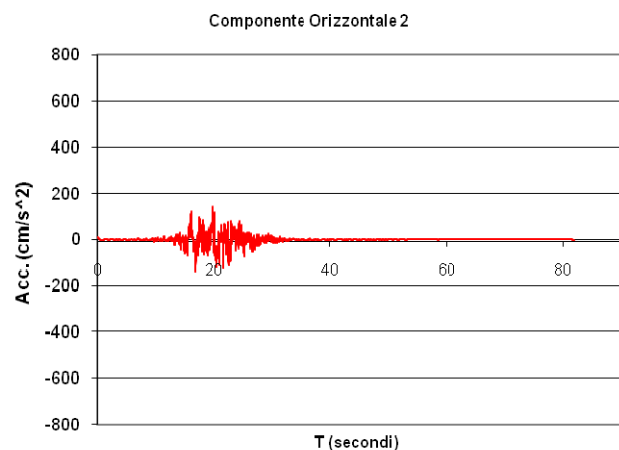
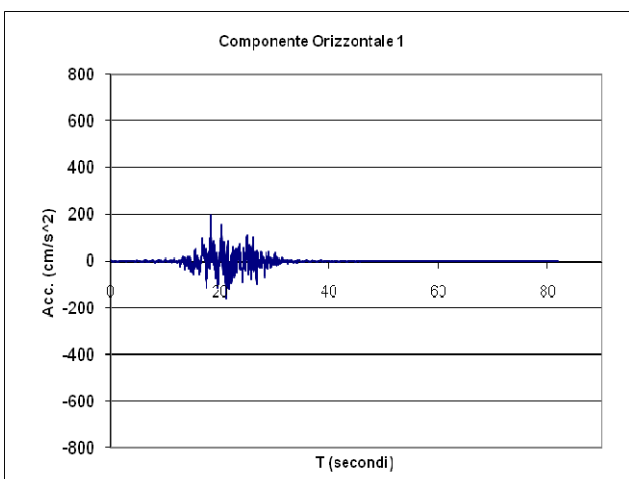
$196.7 \text{ cm/sec}^2 = 0.2g$


Accelerazione di picco componente orizzontale2:

$143.0 \text{ cm/sec}^2 = 0.1457g$

Accelerazione di picco componente verticale:

$83.80 \text{ cm/sec}^2 = 0.085g$



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Accelerogramma Evento 2

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

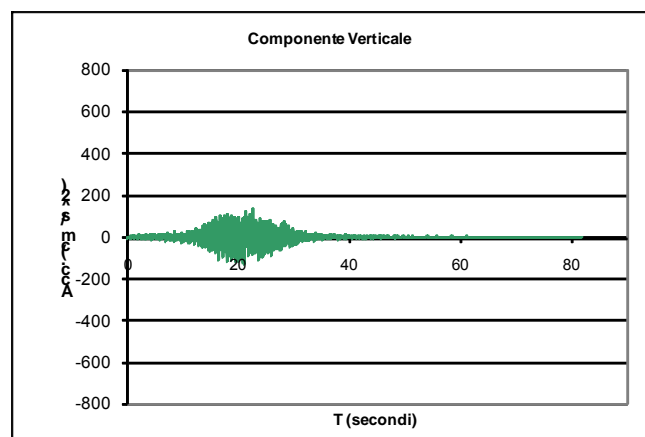
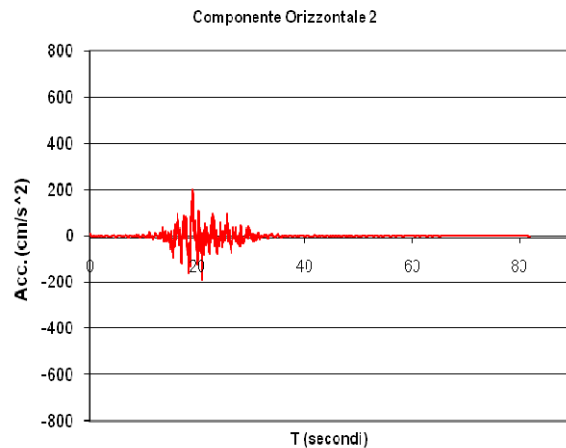
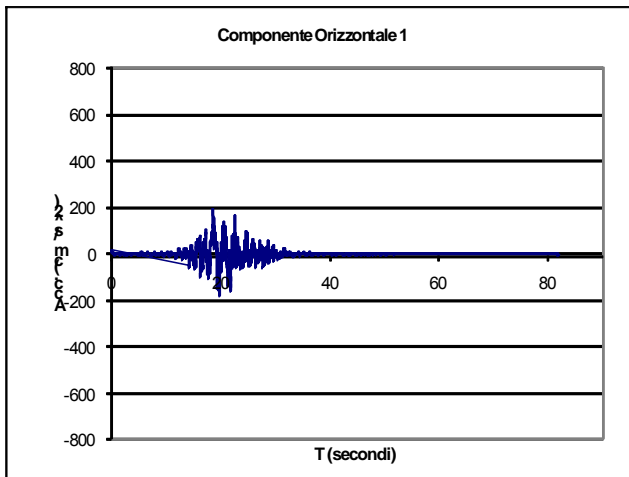
193.01 cm/sec² = 0.196g

Accelerazione di picco componente orizzontale2:

202.35 cm/sec² = 0.206g

Accelerazione di picco componente verticale:

136.30 cm/sec² = 0.139g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

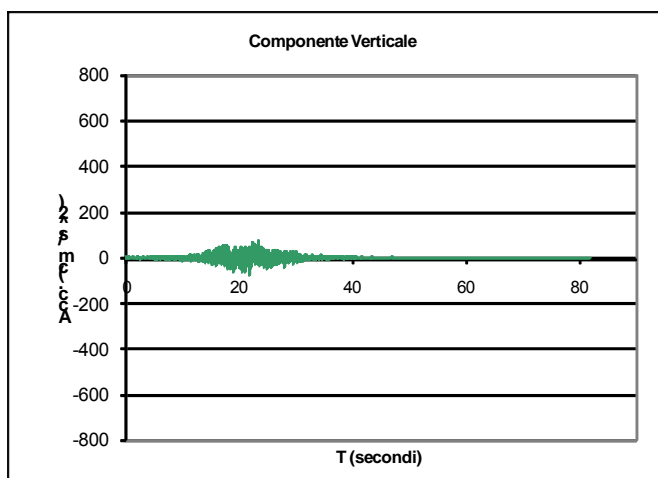
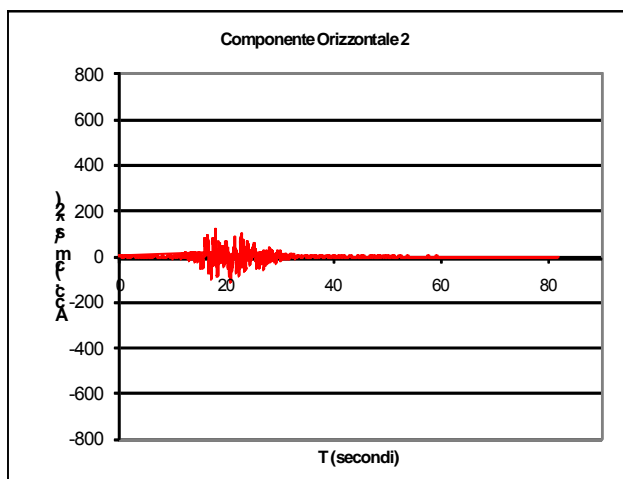
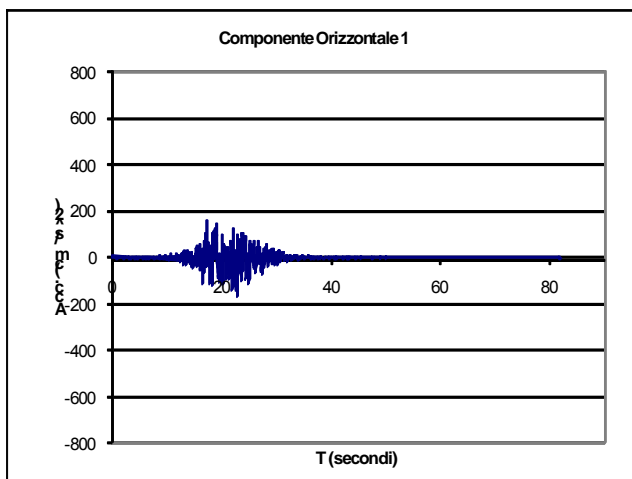
Accelerogramma Evento 3



Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 158.82 cm/sec² = 0.162g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 119.58 cm/sec² = 0.122g

Accelerazione di picco componente verticale: 74.70 cm/sec² = 0.076g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

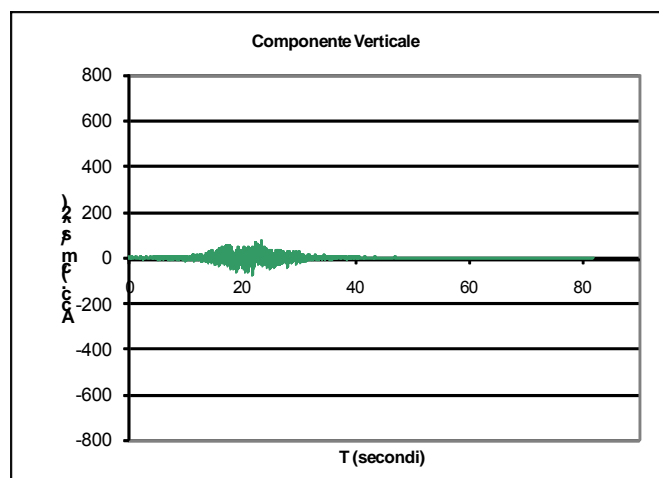
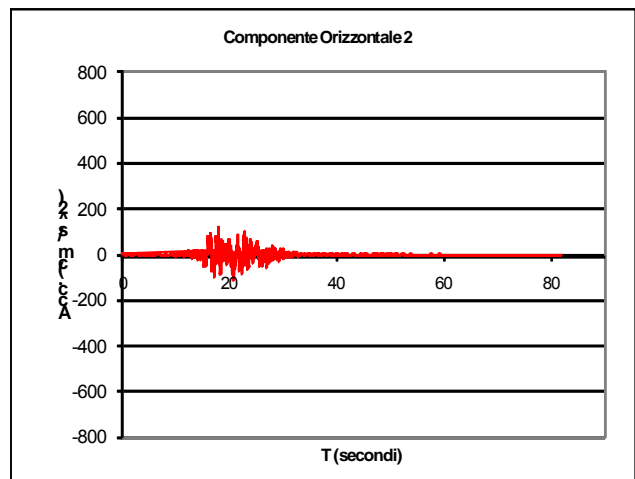
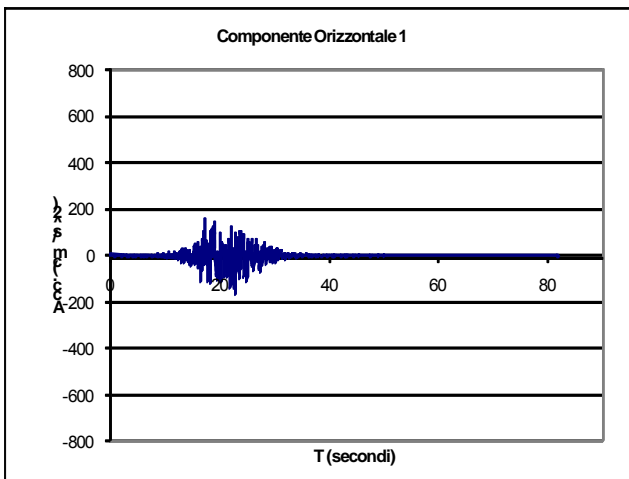
Accelerogramma Evento 4

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 158.82 cm/sec² = 0.162g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 119.58 cm/sec² = 0.122g

Accelerazione di picco componente verticale: 74.70 cm/sec² = 0.076g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Accelerogramma Evento 5

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

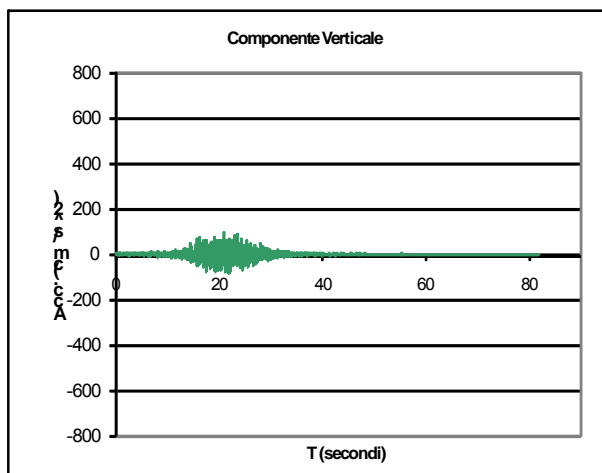
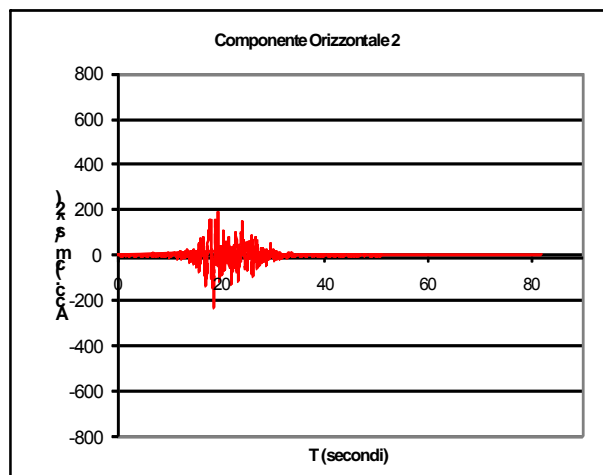
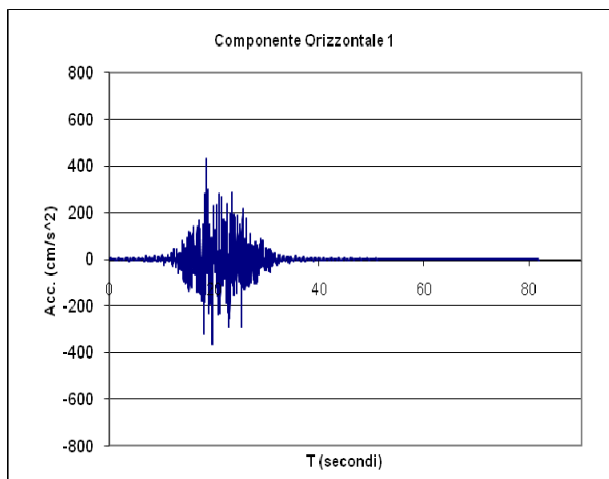
432.32 cm/sec² = 0.440g



Accelerazione di picco componente orizzontale2:

235.12 cm/sec² = 0.239g

Accelerazione di picco componente verticale:

92.54 cm/sec² = 0.094g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Accelerogramma Evento 6

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

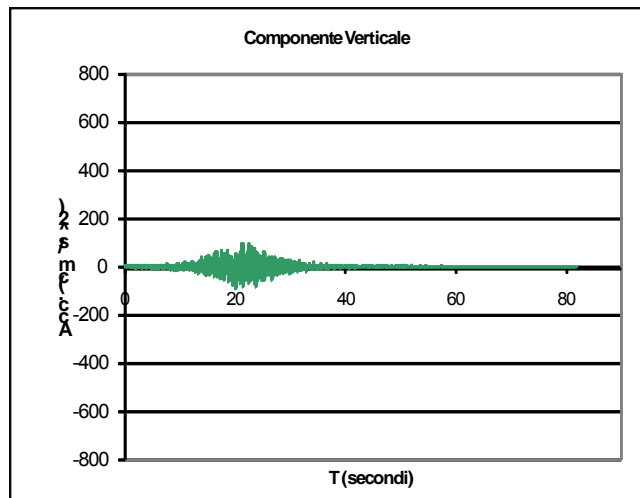
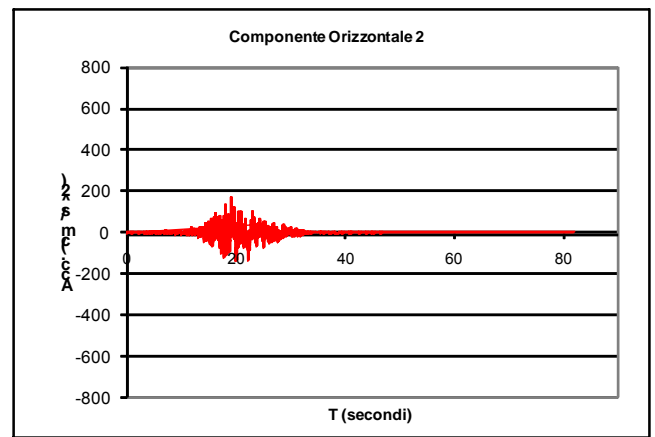
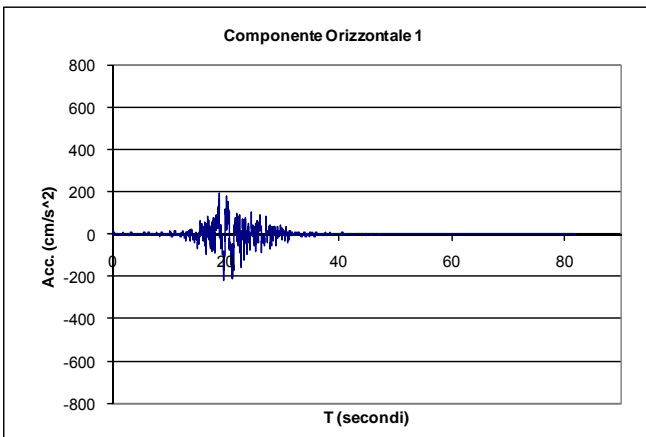
216.65 cm/sec² = 0.220g

Accelerazione di picco componente orizzontale2:

168.51 cm/sec² = 0.172g

Accelerazione di picco componente verticale:

97.53 cm/sec² = 0.099g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

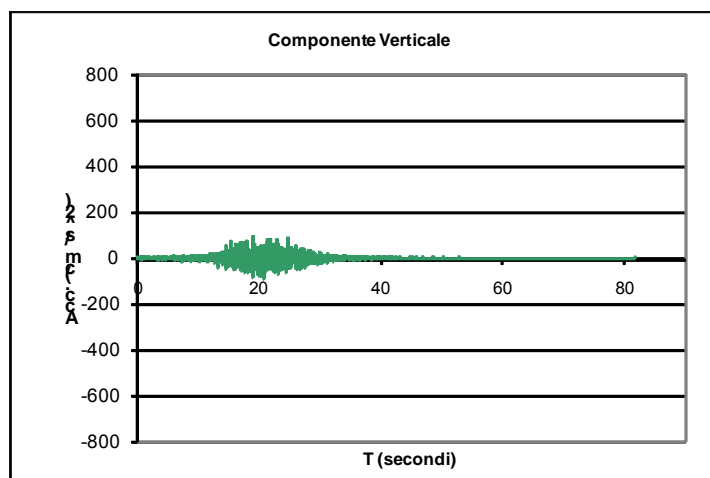
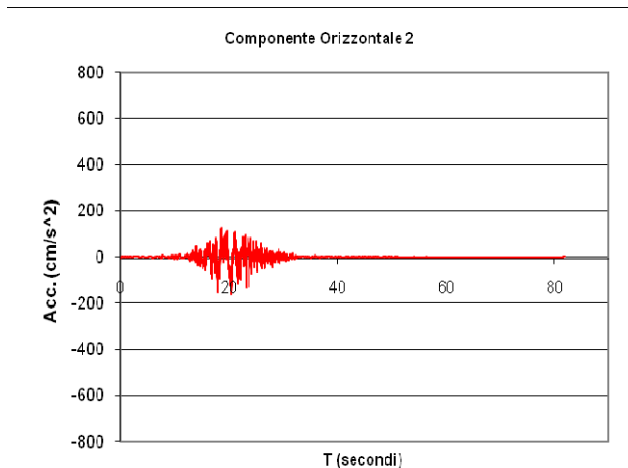
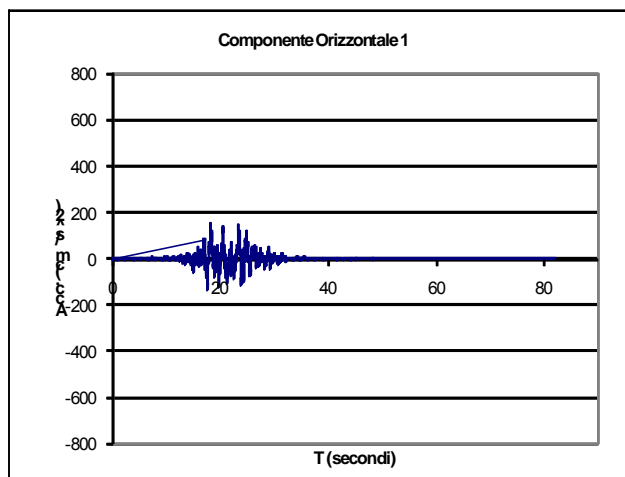
Accelerogramma Evento 7



Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 155.54 cm/sec² = 0.158g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 163.02 cm/sec² = 0.166g

Accelerazione di picco componente verticale: 92.05 cm/sec² = 0.093g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

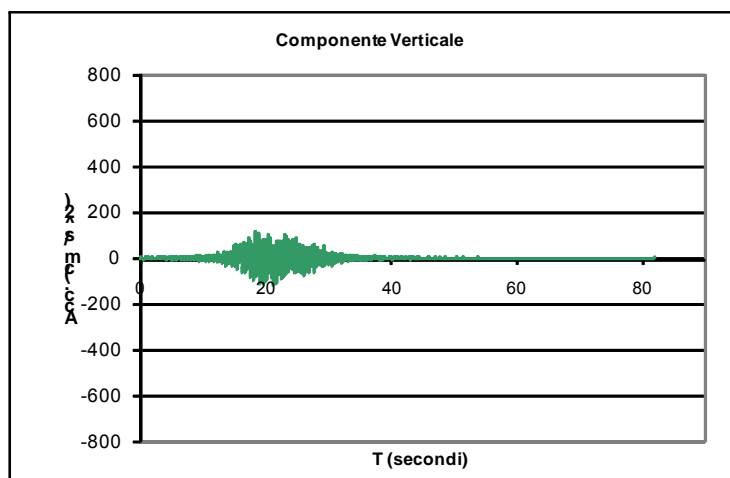
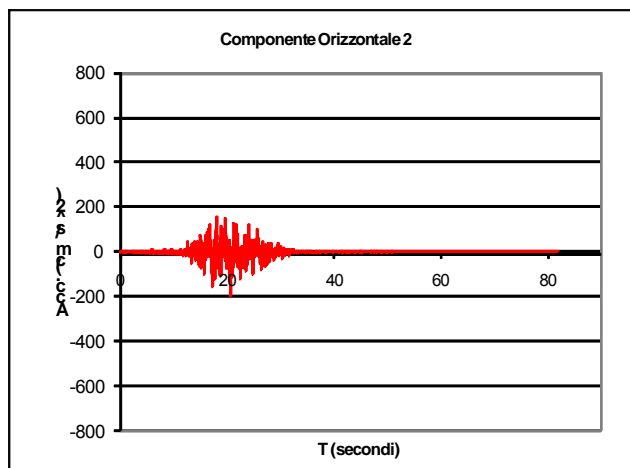
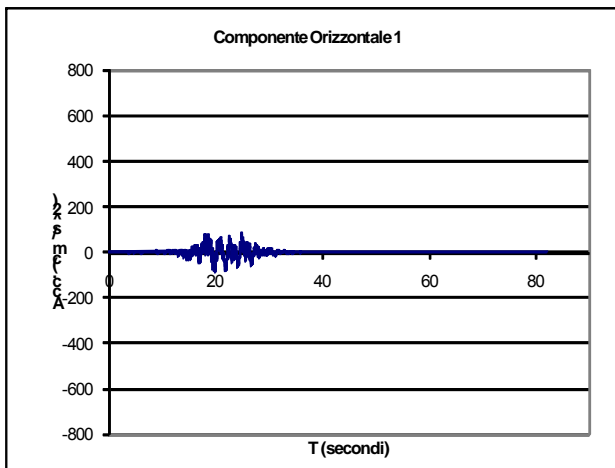
Accelerogramma Evento 8



Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 90.44 cm/sec² = 0.092g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 200.14 cm/sec² = 0.204g

Accelerazione di picco componente verticale: 120.15 cm/sec² = 0.122g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Accelerogramma Evento 9

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

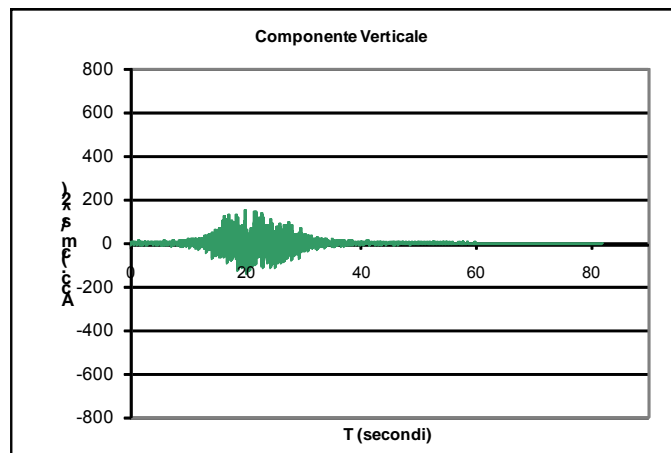
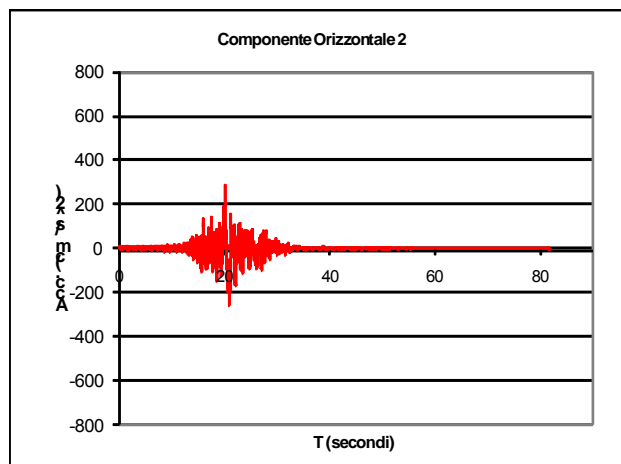
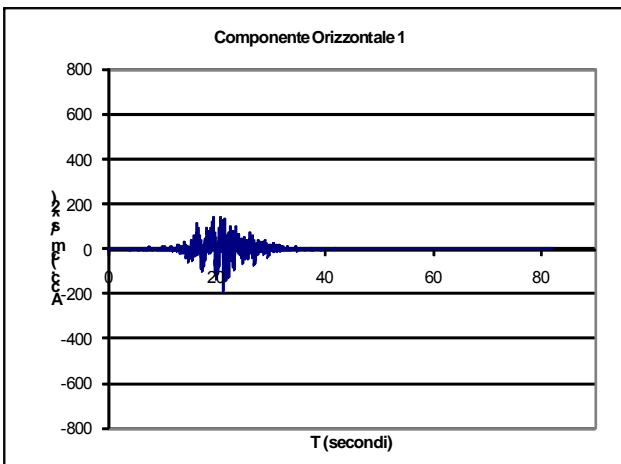
192.41 cm/sec² = 0.196g

Accelerazione di picco componente orizzontale2:

286.78 cm/sec² = 0.292g

Accelerazione di picco componente verticale:

150.82 cm/sec² = 0.153g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

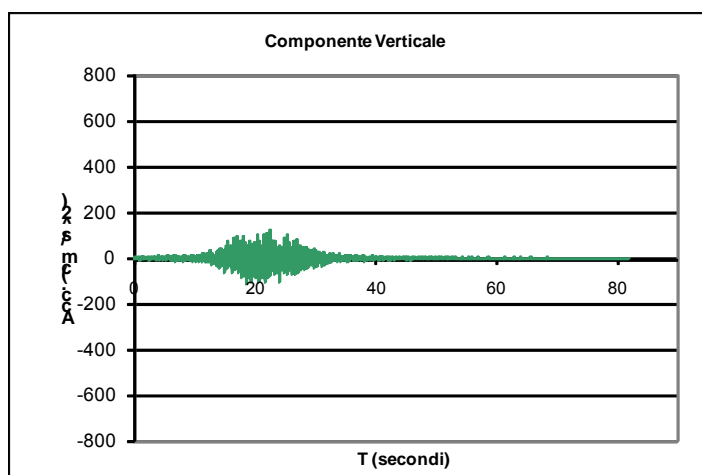
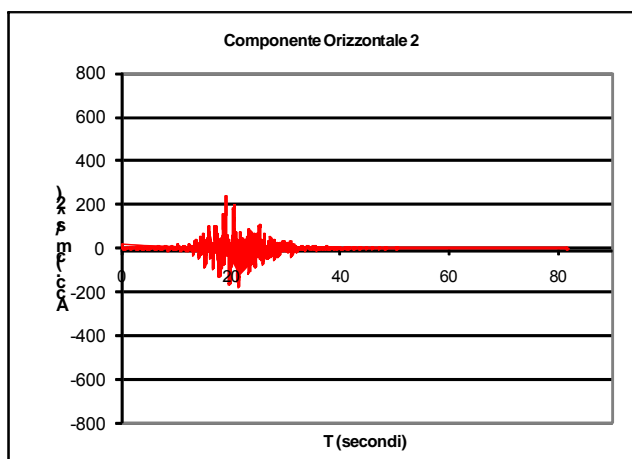
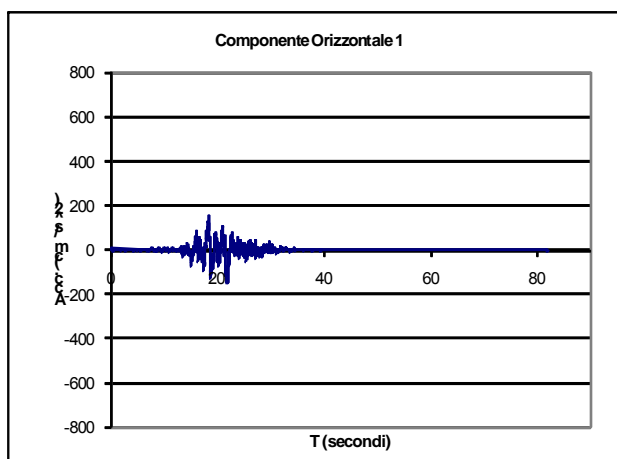
Accelerogramma Evento 10



Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 149.78 cm/sec² = 0.152g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 240.80 cm/sec² = 0.245g

Accelerazione di picco componente verticale: 126.20 cm/sec² = 0.128g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

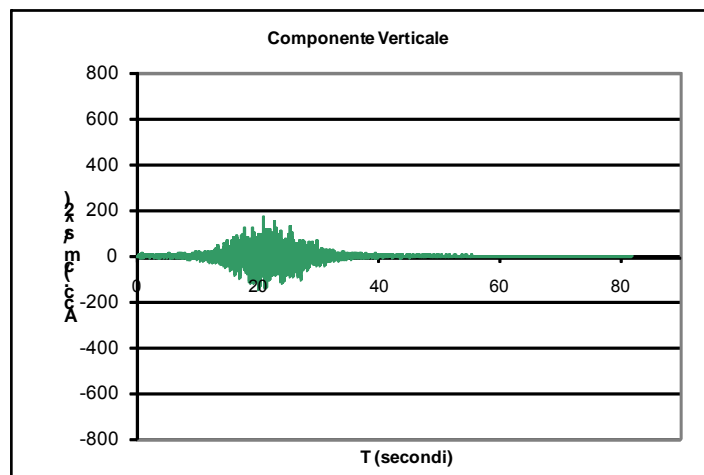
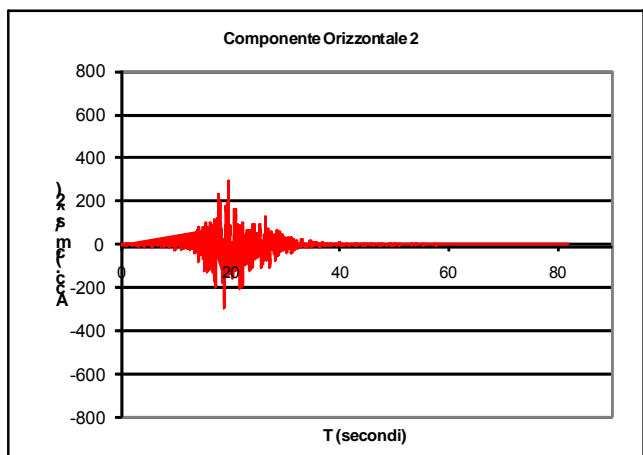
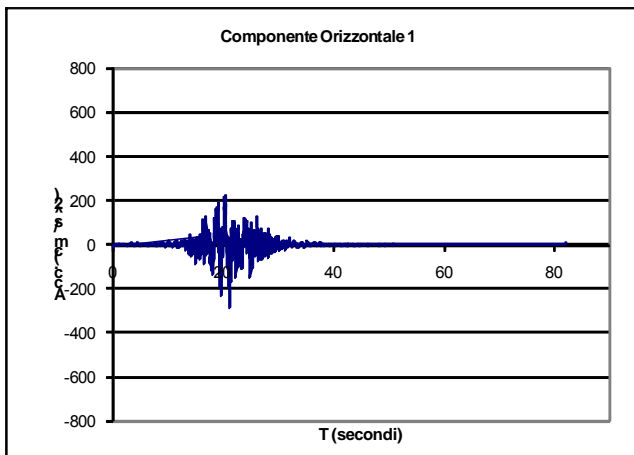
Accelerogramma Evento 11

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 287.76 cm/sec² = 0.293g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 292.42 cm/sec² = 0.298g

Accelerazione di picco componente verticale: 174.08 cm/sec² = 0.177g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

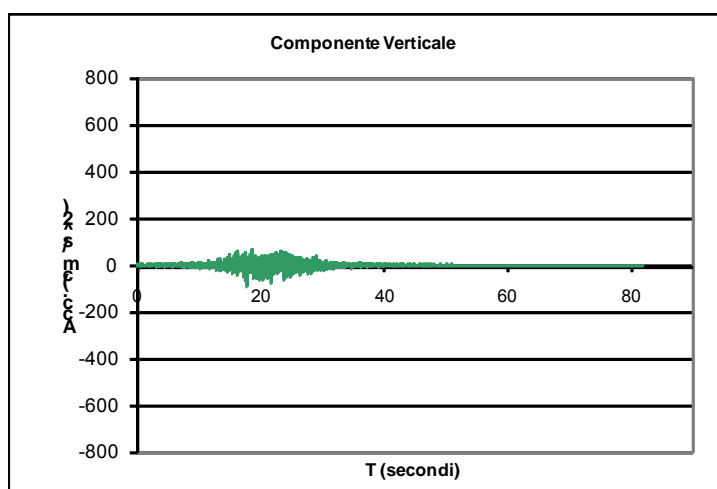
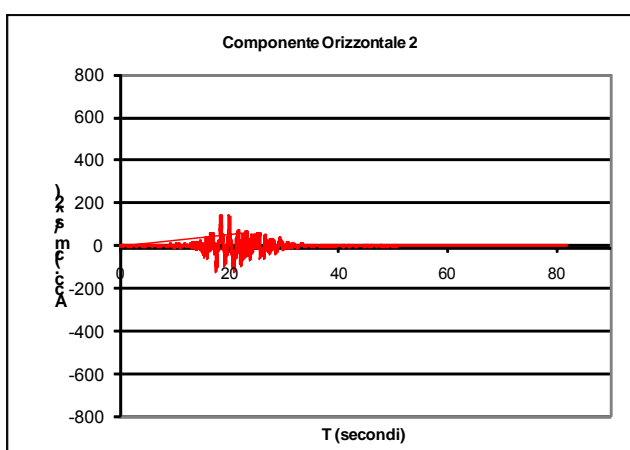
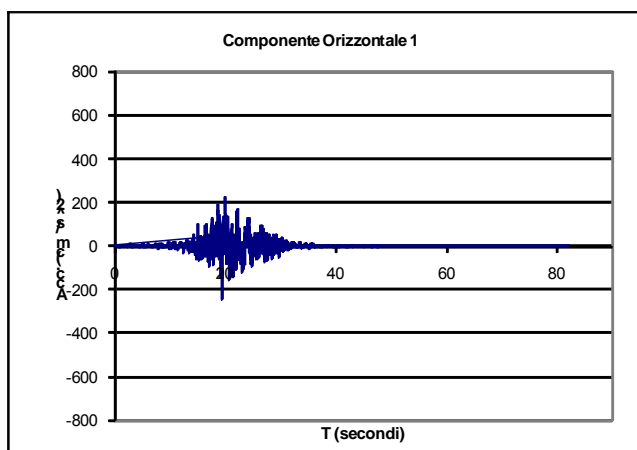
Accelerogramma Evento 12

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: $247.49 \text{ cm/sec}^2 = 0.252g$

Accelerazione di picco componente orizzontale2: $142.00 \text{ cm/sec}^2 = 0.144g$

Accelerazione di picco componente verticale: $87.87 \text{ cm/sec}^2 = 0.089g$



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

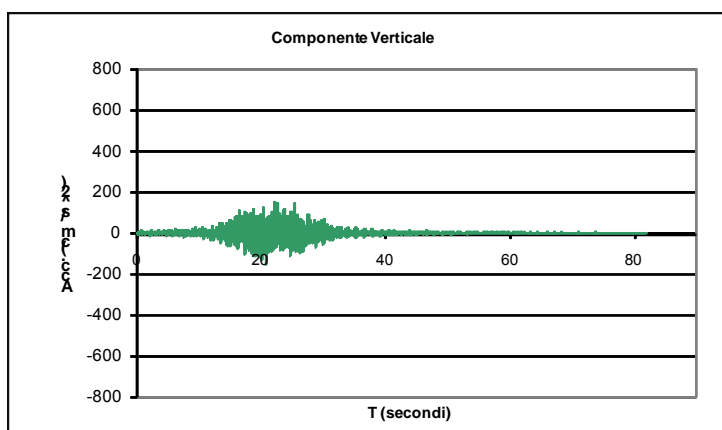
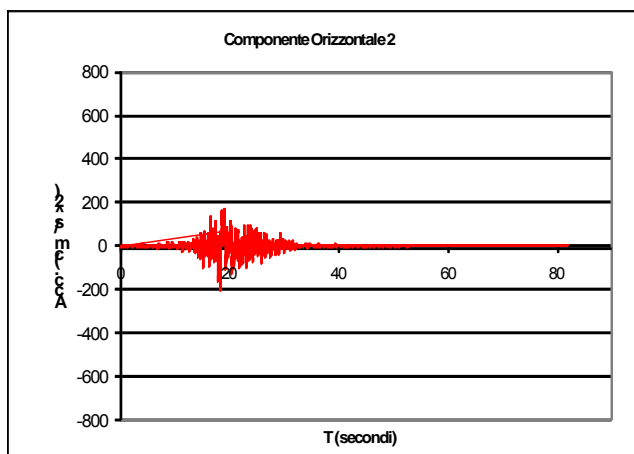
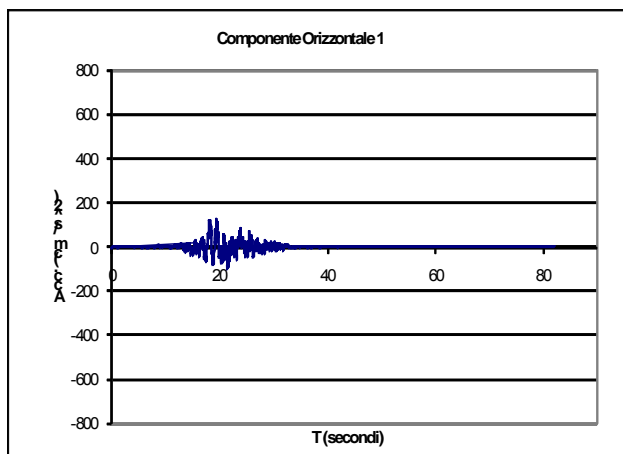
Accelerogramma Evento 13



Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 127.07 cm/sec² = 0.129g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 206.00 cm/sec² = 0.210g

Accelerazione di picco componente verticale: 153.13 cm/sec² = 0.156g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

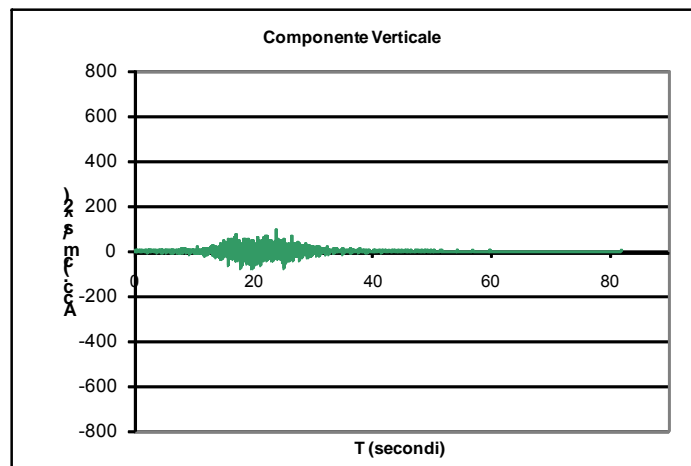
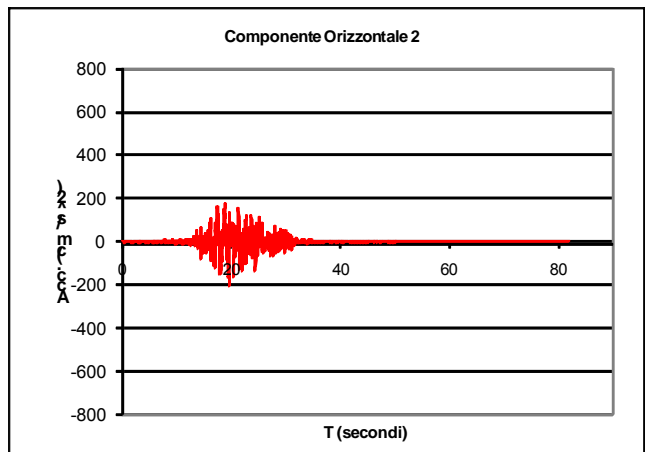
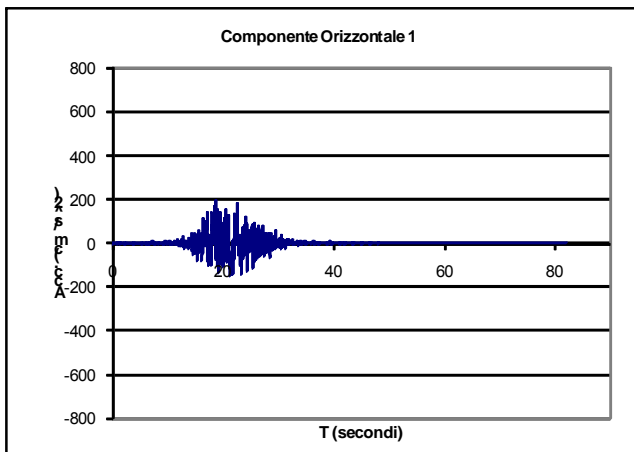
Accelerogramma Evento 14

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 195.37 cm/sec² = 0.199g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 204.21 cm/sec² = 0.208g

Accelerazione di picco componente verticale: 98.41 cm/sec² = 0.100g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

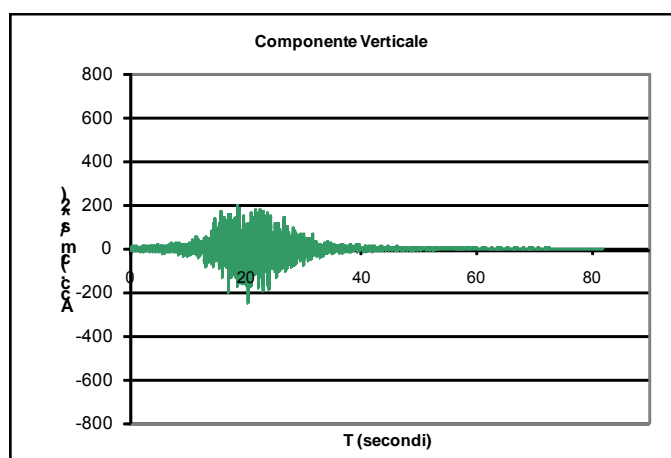
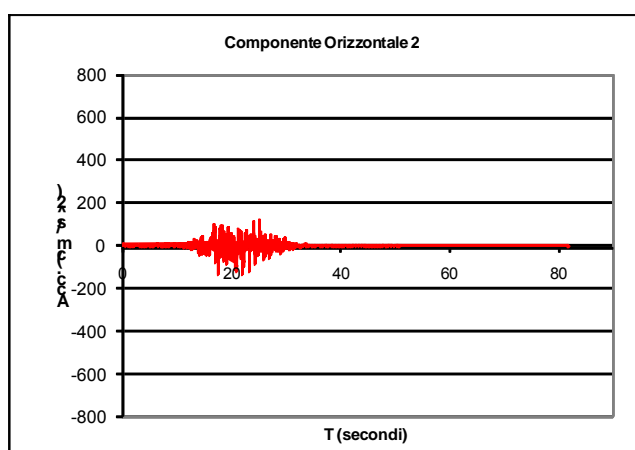
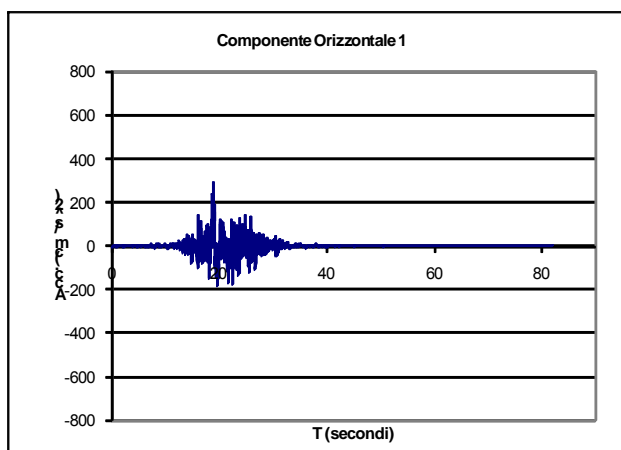
Accelerogramma Evento 15

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 290.51 cm/sec² = 0.296g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 135.81 cm/sec² = 0.138g

Accelerazione di picco componente verticale: 250.29 cm/sec² = 0.255g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

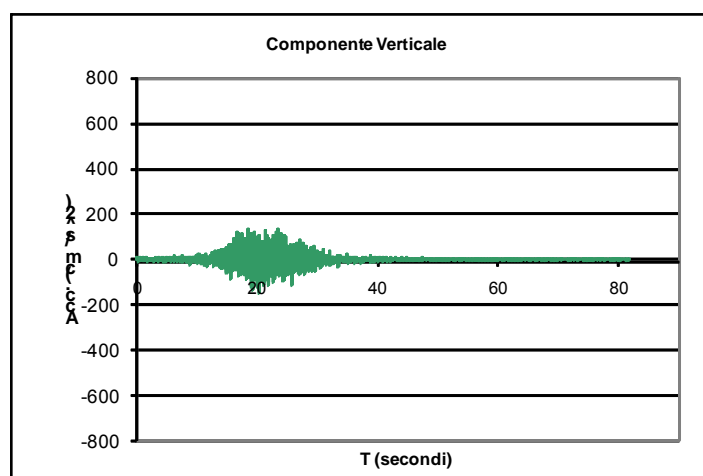
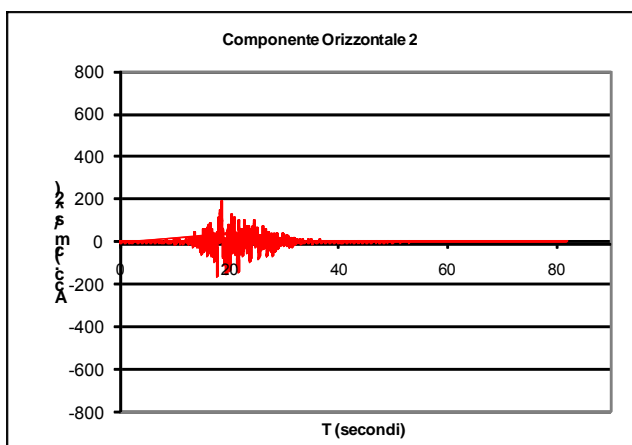
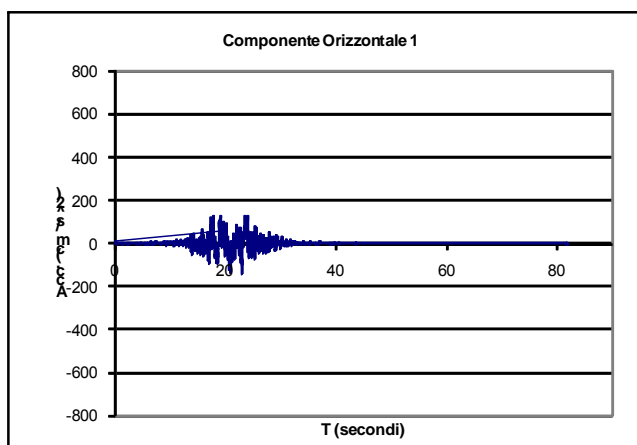
Accelerogramma Evento 16

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 143.36 cm/sec² = 0.146g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 186.43 cm/sec² = 0.190g

Accelerazione di picco componente verticale: 147.43 cm/sec² = 0.150g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

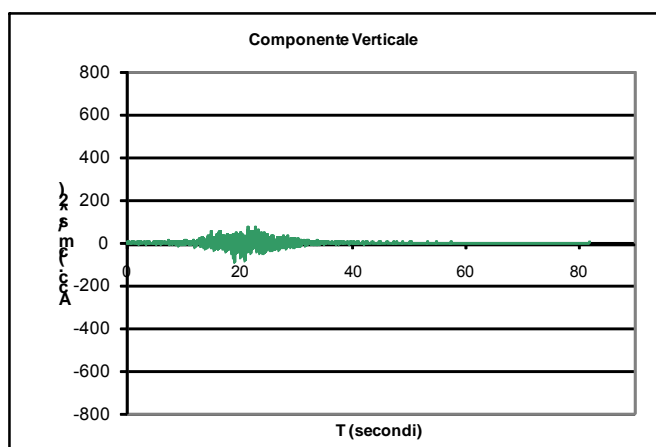
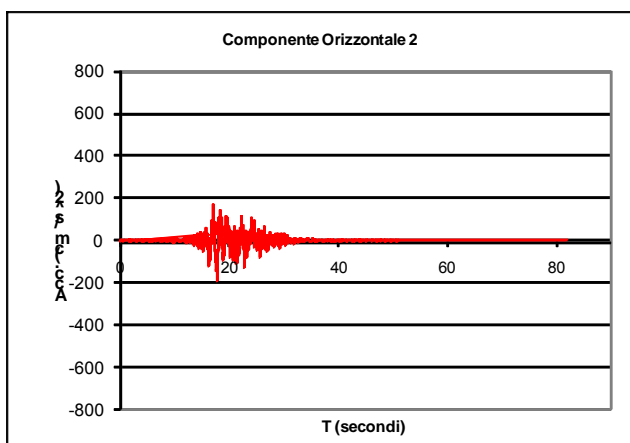
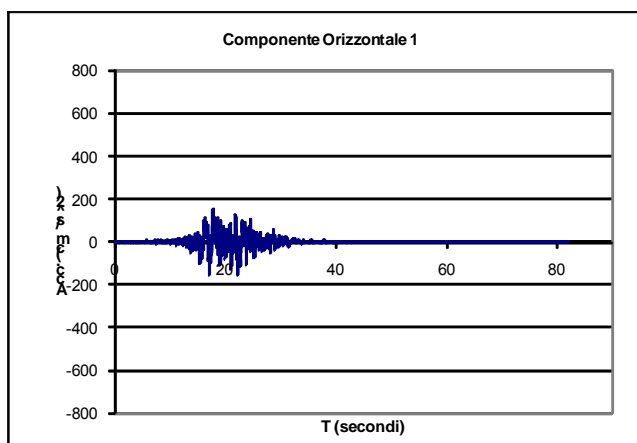
Accelerogramma Evento 17


Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 153.64 cm/sec² = 0.156g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 190.07 cm/sec² = 0.194g

Accelerazione di picco componente verticale: 88.58 cm/sec² = 0.090g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

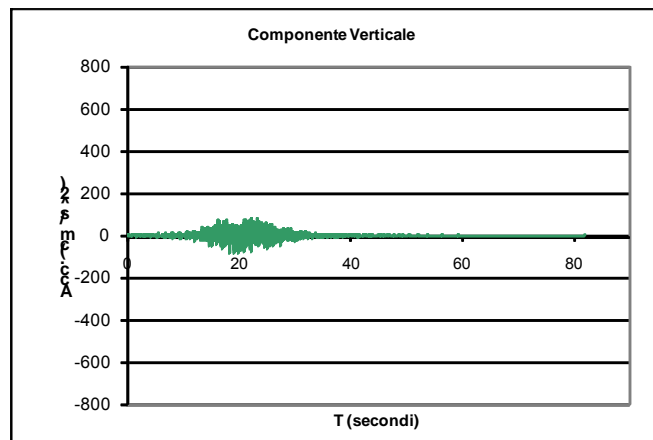
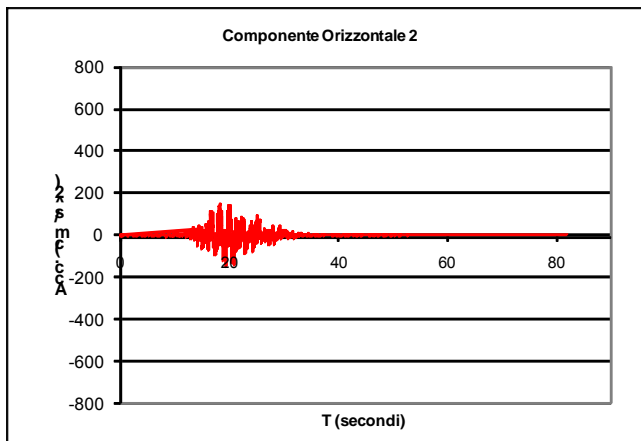
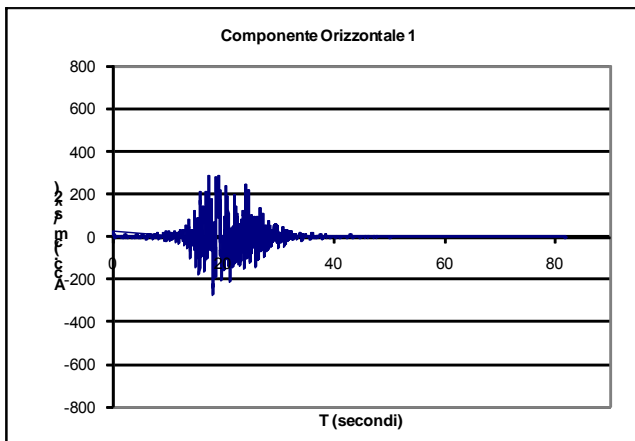
Accelerogramma Evento 18

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 285.37 cm/sec² = 0.290g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 149.93 cm/sec² = 0.153g

Accelerazione di picco componente verticale: 86.05 cm/sec² = 0.087g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

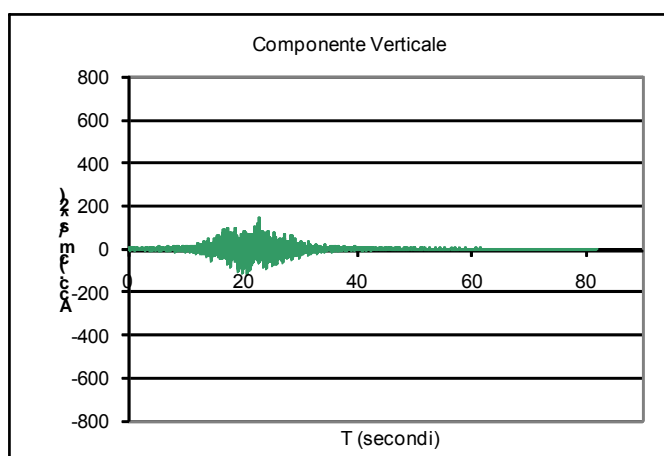
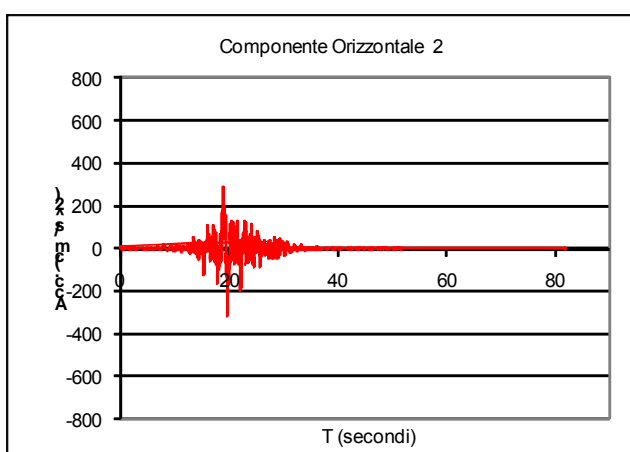
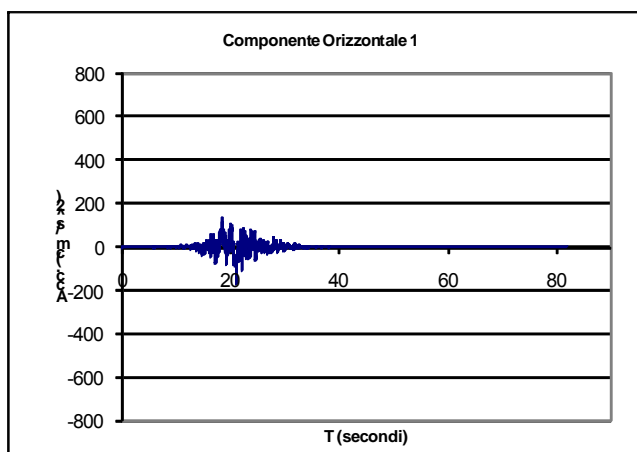
Accelerogramma Evento 19

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 169.81 cm/sec² = 0.173g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 315.59 cm/sec² = 0.321g

Accelerazione di picco componente verticale: 141.15 cm/sec² = 0.144g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

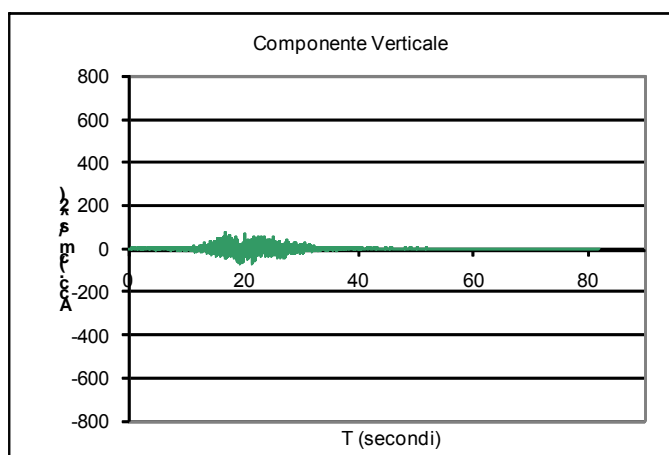
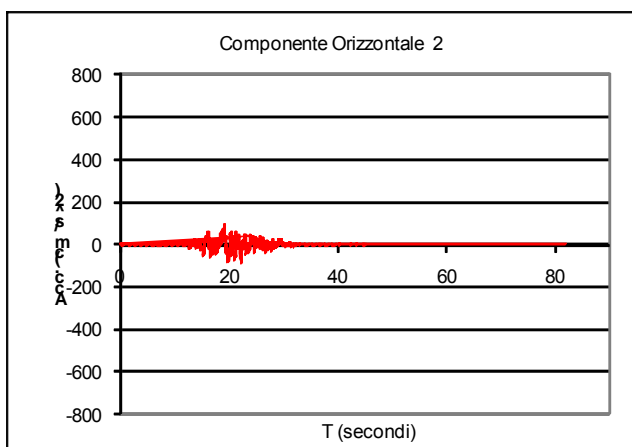
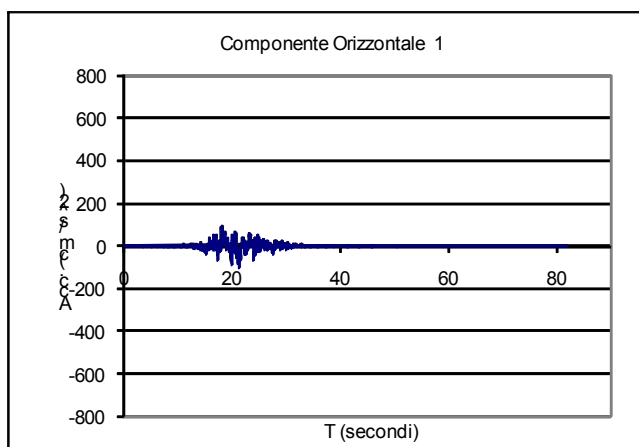
Accelerogramma Evento 20

Frequenza campionamento: 0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 102.50 cm/sec² = 0.104g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 95.40 cm/sec² = 0.097g

Accelerazione di picco componente verticale: 74.47 cm/sec² = 0.076g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

Accelerogramma Evento 20

Frequenza campionamento:

0.01 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1:

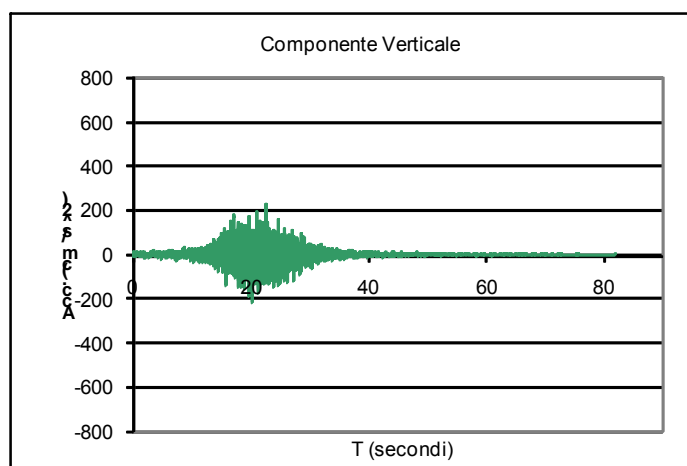
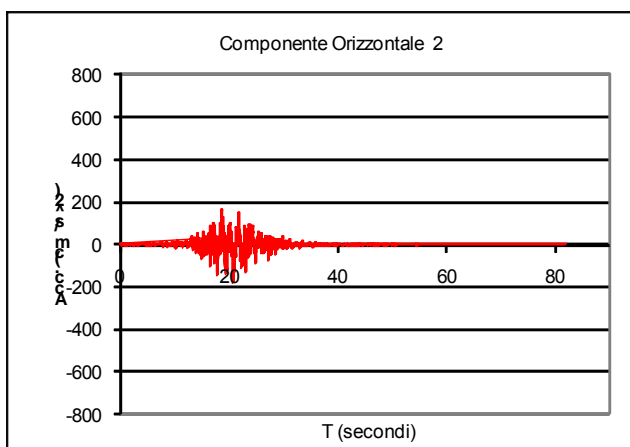
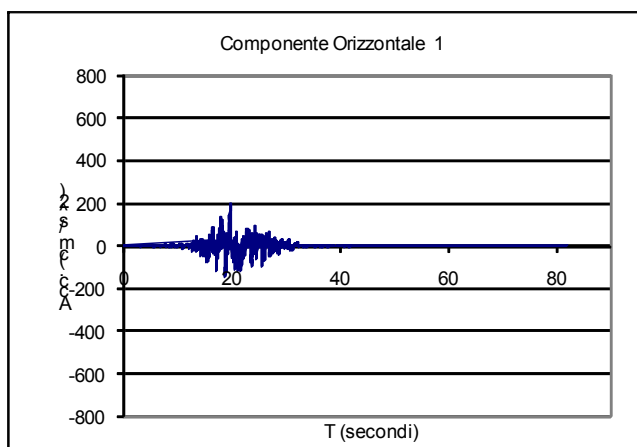
196.43 cm/sec² = 0.200g



Accelerazione di picco componente orizzontale2:

179.70 cm/sec² = 0.183g

Accelerazione di picco componente verticale:

228.36 cm/sec² = 0.232g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3.2.2 Accelerogrammi di scenario naturali

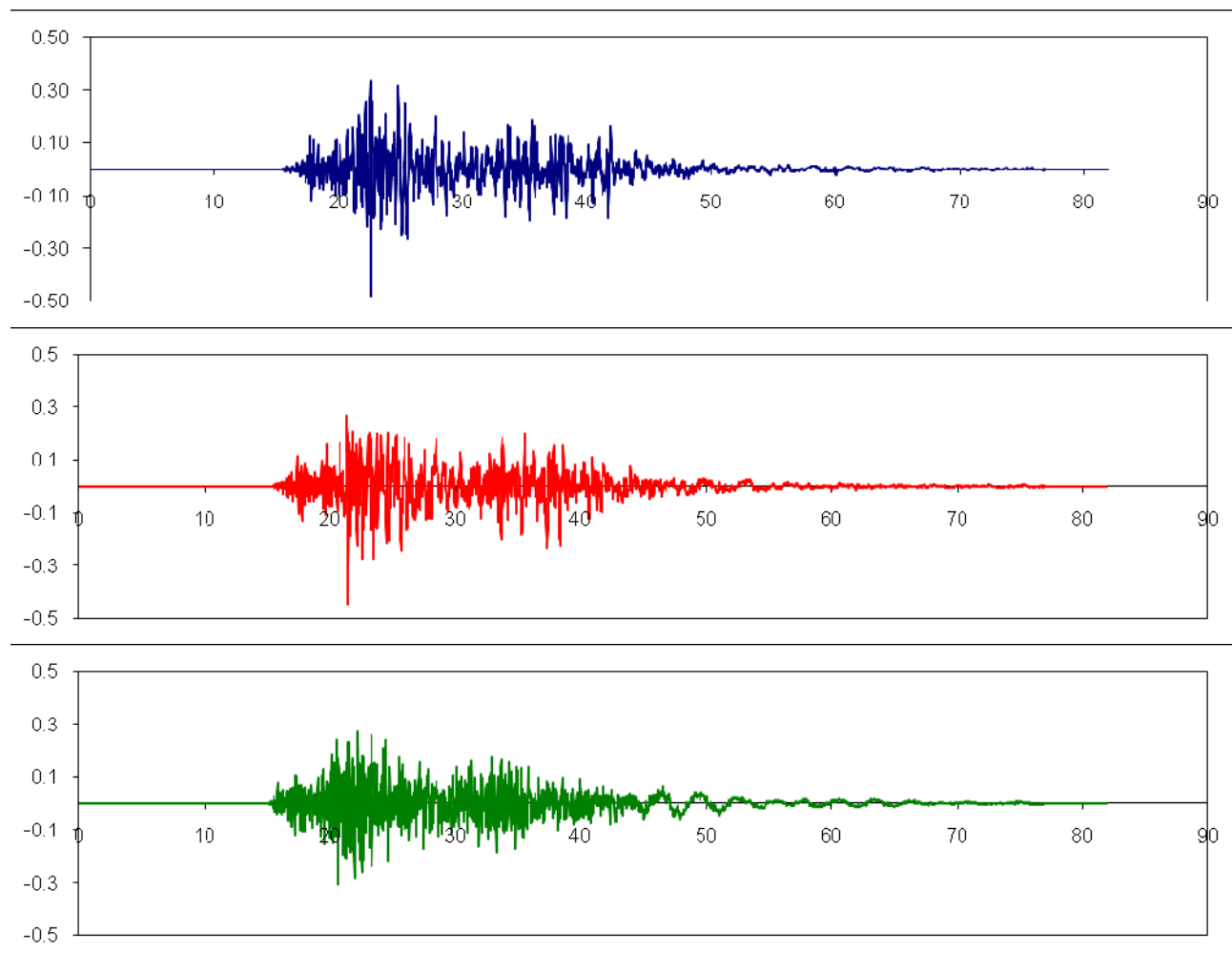
Accelerogramma NEW ZEALAND DHSF

Frequenza campionamento: 0.02 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 470.80 cm/sec² = 0.480g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 441.45 cm/sec² = 0.450g

Accelerazione di picco componente verticale: 228.36 cm/sec² = 0.310g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

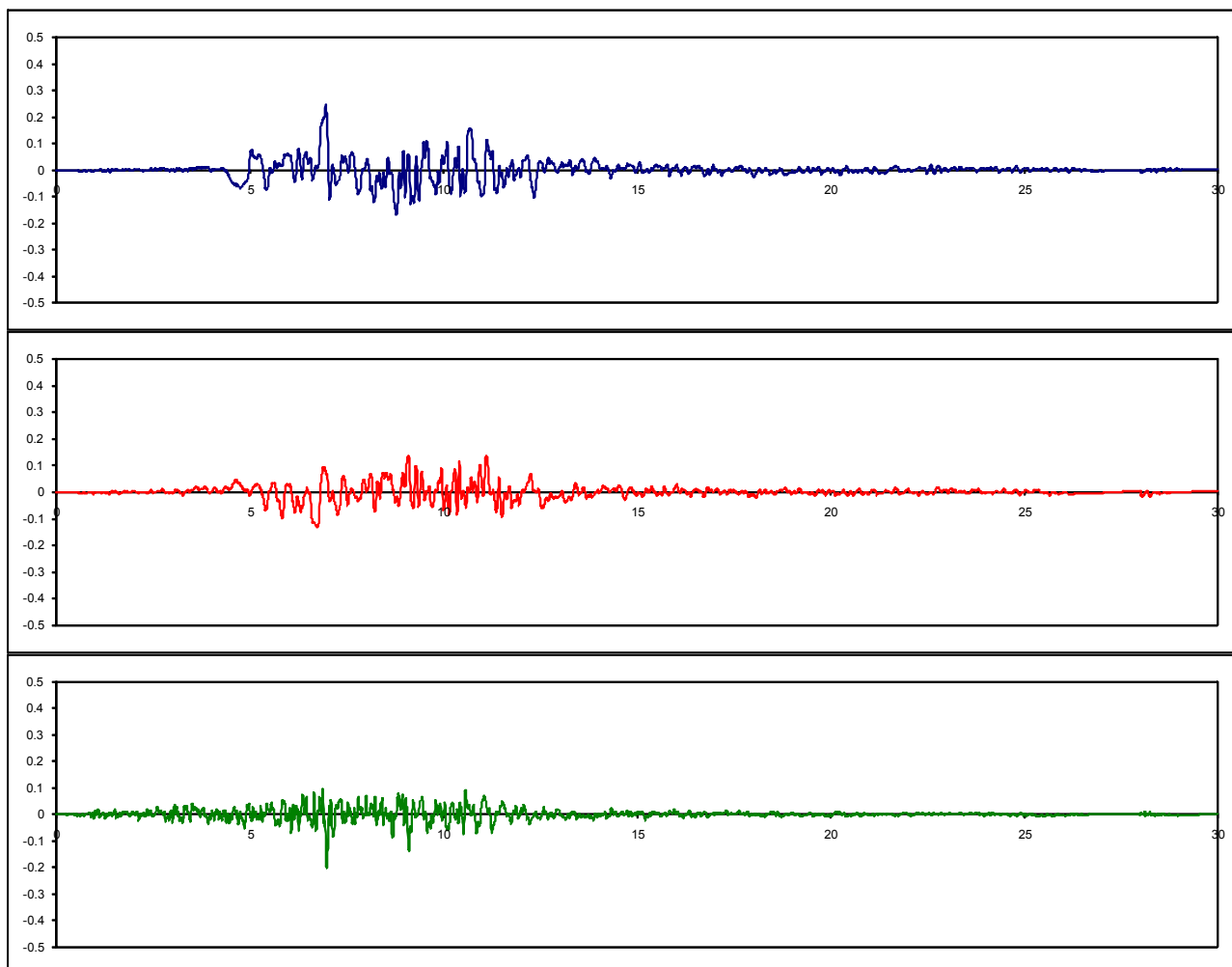
Accelerogramma KOCAELI ARCELIK



Frequenza campionamento: 0.005 sec

Accelerazione di picco componente orizzontale1: 239.36 cm/sec² = 0.244g

Accelerazione di picco componente orizzontale2: 134.39 cm/sec² = 0.137g

Accelerazione di picco componente verticale: 199.14 cm/sec² = 0.203g



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 MODELLO DI CALCOLO VIADOTTO

4.1 Descrizione del modello

Per il calcolo del comportamento dinamico del viadotto si è ricorso all'impiego di un modello agli elementi finiti, messo a punto e risolto con software SAP2000 della Computers and Structures.

Il modello è rappresentativo dell'intero viadotto, comprende gli impalcati stradali, l'impalcato ferroviario e le sottostrutture. L'origine è posta sul baricentro geometrico della carreggiata del cassone interno (direzione Calabria) in corrispondenza della spalla.

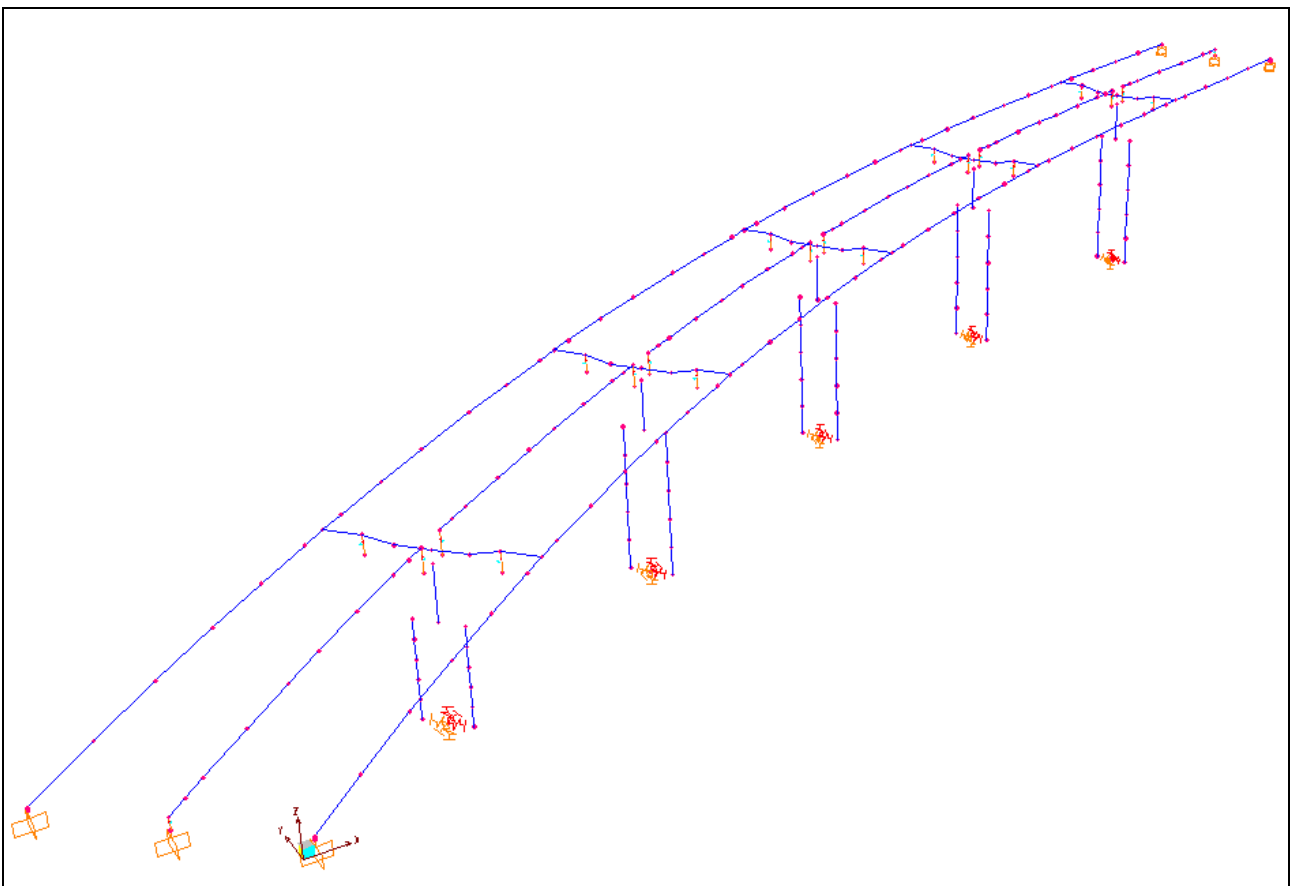


Figura 3: rappresentazione assonometrica del modello di calcolo viadotto.

Il modello è costituito da:

numeri di nodi: 282

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

numero di aste: 231

numero di links: 26

Gli impalcati stradali e ferroviario sono modellati mediante l'uso di elementi frame, che corrono lungo la linea ideale che unisce i baricentri delle aree dei cassoni, a cui sono assegnate le caratteristiche geometriche corrette relative alle varie tipologie di conci adottati lungo lo sviluppo del tracciato. In particolare gli elementi "frame" relativi all'impalcato stradale considerano le caratteristiche inerziali proprie del cassone in acciaio, mentre per il ferroviario, le travi sono valutate assumendo come resistente la sezione composta dalle travi in acciaio e dalla soletta in calcestruzzo, ottenuta considerando il modulo elastico del calcestruzzo a breve termine, con l'utilizzo di elementi di tipo "frame", cui sono attribuite caratteristiche inerziali equivalenti a quelle della sezione omogeneizzata costituita dai correnti longitudinali in acciaio e dalla parte di soletta collaborante.

La presenza degli irrigidimenti longitudinali è stata tenuta in conto applicando dei moltiplicatori alle inerzie in modo da ottenere l'equivalenza con la sezione reale.


Il peso proprio e la massa della sovrastruttura è quindi calcolato in automatico dal programma a partire dalle caratteristiche delle sezioni; al fine di valutarne correttamente le masse e i pesi, sono stati applicati dei coefficienti amplificativi che tenessero conto della presenza di parti strutturali (es. traversi, irrigidimenti, incidenza peso bulloni, etc.) non presenti nel modello.

Gli elementi costituenti i cassoni stradali sono rigidamente connessi agli elementi "frame" che rappresentano i traversi principali. Tali elementi sono posti in sommità di ognuna delle cinque pile, lungo la linea baricentrica dello scatolare metallico, vincolati ai nodi del pulvino attraverso elementi di tipo "link" aventi le caratteristiche di vincolo proprie degli apparecchi d'appoggio adottati.

Gli elementi costituenti l'impalcato ferroviario sono invece direttamente collegati ai nodi dei pulvini, a formare uno schema statico di campata in semplice appoggio, anch'essi attraverso degli elementi di tipo "link" aventi le caratteristiche di vincolo proprie degli apparecchi d'appoggio adottati.

Tutti gli apparecchi di appoggio in corrispondenza della spalla e della struttura terminale sono modellati tramite elementi "link", con caratteristiche assegnate in modo da riprodurre i diversi cinematismi richiesti.

Il vincolo della struttura al suolo è stato ottenuto con elementi di tipo "spring" per considerare la cedevolezza del terreno di fondazione. Per la determinazione dei valori delle rigidezze, si rimanda a quanto riportato nell'elaborato "Relazione geotecnica CG0700PRBDSVPCIVI0000001A".

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nell'analisi si sono considerate le azioni inerziali dovute alle masse delle strutture e a quelle dei sovraccarichi permanenti portati, oltre ad una quota parte dei carichi variabili presenti.

Nel seguito s'indicherà con "X" la direzione parallela all'asse del viadotto principale (corrispondente all'asse locale 1 per gli elementi dei tre impalcati, e all'asse locale 2 degli elementi del trasverso), con "Y" la retta di giacitura orizzontale ortogonale a "X" (corrispondente all'asse locale 2 per gli elementi dei tre impalcati, e all'asse locale 1 degli elementi del trasverso) e con "Z" la direzione verticale.

4.2 Analisi modale

L'analisi modale comprende 660 modi. nelle successive tabelle si riportano i valori di periodo, frequenza e partecipazione modale dei primi 68 modi che presentano una massa partecipante superiore all'85% della massa totale

RELAZIONE SISMICA

Codice documento

PA0110_F0.doc

Rev

F0

Data

20/06/2011

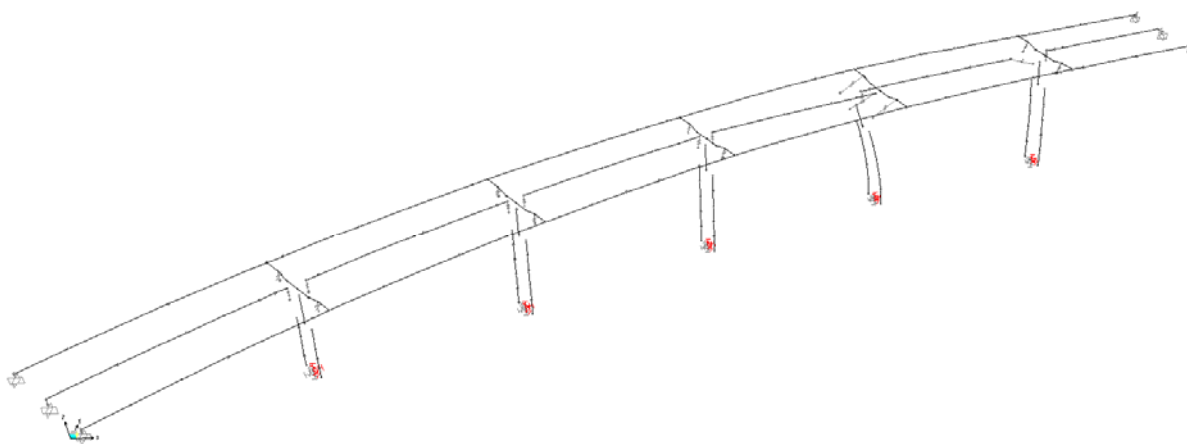
TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.916298	0.2322	0.01765	1.372E-07	0.2322	0.01765	1.372E-07	0.0000364	0.0001	0.05298	0.0000364	0.0001	0.05298
MODAL	Mode	2	1.808772	0.00029	0.00017	0.000001661	0.23249	0.01782	0.000001798	0.000004677	0.0000115	0.00088	0.00004108	0.00011	0.05386
MODAL	Mode	3	1.76645	0.07055	0.01262	0.000001047	0.30304	0.03045	0.000002845	0.000007159	0.00001581	0.00712	0.00004824	0.00013	0.06098
MODAL	Mode	4	1.544407	0.07282	0.02359	3.754E-08	0.37586	0.05404	0.000002882	0.00001254	0.00001336	0.00321	0.00006077	0.00014	0.0642
MODAL	Mode	5	1.047048	0.07462	0.41341	0.000003077	0.45048	0.46745	0.00003365	0.00001441	0.00005892	0.62875	0.00007518	0.0002	0.69295
MODAL	Mode	6	0.912665	0.07013	0.02708	0.000003187	0.52061	0.49453	0.00003683	5.209E-08	7.085E-08	0.00178	0.00007523	0.0002	0.69473
MODAL	Mode	7	0.875163	0.03441	0.02464	0.00002618	0.55502	0.51917	0.00006301	0.00001216	0.00000483	0.00012	0.00008739	0.00021	0.69484
MODAL	Mode	8	0.843624	0.00001769	0.00001104	0.00152	0.55503	0.51919	0.00159	0.00012	0.00003088	2.996E-07	0.00021	0.00024	0.69484
MODAL	Mode	9	0.746498	0.00033	0.00039	0.00073	0.55536	0.51958	0.00231	0.0003	0.00087	0.00026	0.00051	0.0011	0.69511
MODAL	Mode	10	0.717732	0.00102	0.0011	0.00018	0.55638	0.52068	0.00249	0.00002443	5.303E-08	0.00109	0.00054	0.0011	0.6962
MODAL	Mode	11	0.692963	0.04589	0.05326	0.00012	0.60226	0.57393	0.00261	0.00004166	0.00004145	0.05545	0.00058	0.00115	0.75165
MODAL	Mode	12	0.652414	0.01061	0.0113	0.00051	0.61288	0.58523	0.00312	0.00045	0.00024	0.0134	0.00103	0.00138	0.76505
MODAL	Mode	13	0.629434	0.00029	0.0003	0.00808	0.61316	0.58553	0.01119	0.00232	0.00154	0.00107	0.00335	0.00293	0.76612
MODAL	Mode	14	0.58631	0.02585	0.00024	0.0005	0.63901	0.58577	0.00169	0.00021	0.00092	0.0004	0.00356	0.00384	0.76652
MODAL	Mode	15	0.550049	0.03712	0.00681	0.00058	0.67613	0.59258	0.01227	0.00011	0.00015	0.00001495	0.00367	0.004	0.76654
MODAL	Mode	16	0.541659	0.00887	0.00426	0.00041	0.685	0.59684	0.01268	0.01601	0.01956	0.00023	0.01969	0.02356	0.76677
MODAL	Mode	17	0.523109	0.06145	0.07891	0.00031	0.74645	0.67576	0.01299	0.00127	0.00094	0.00133	0.02095	0.0245	0.7681
MODAL	Mode	18	0.497395	0.00019	0.0001	0.00601	0.74664	0.67586	0.01899	0.00754	0.00566	0.00202	0.02849	0.03017	0.77011
MODAL	Mode	19	0.492891	0.00093	0.00177	0.16275	0.74757	0.67763	0.18625	0.09478	0.05075	0.00188	0.12327	0.08092	0.772
MODAL	Mode	20	0.455051	0.00075	0.00348	0.01139	0.74832	0.68111	0.19763	0.00154	0.0047	0.00514	0.12481	0.08562	0.77714
MODAL	Mode	21	0.437965	1.044E-08	0.000001405	0.12843	0.74832	0.68111	0.32606	0.21387	0.25885	0.00002665	0.33867	0.34447	0.77716
MODAL	Mode	22	0.418558	0.000003135	0.0017	0.00071	0.74832	0.68281	0.32678	0.00323	0.00048	0.00891	0.34191	0.34494	0.78607
MODAL	Mode	23	0.411769	0.00345	0.0051	0.00129	0.75177	0.68791	0.32807	0.00013	0.0018	0.00428	0.34204	0.34674	0.79035
MODAL	Mode	24	0.405973	0.02253	0.08994	0.00015	0.77431	0.77785	0.32823	0.00006075	0.00004583	0.00762	0.3421	0.34679	0.79797
MODAL	Mode	25	0.389395	0.000005269	0.00002022	0.08126	0.77431	0.77787	0.40949	0.09324	0.08276	0.00002489	0.43534	0.42954	0.79799
MODAL	Mode	26	0.386726	0.00004267	0.00001008	0.00339	0.77432	0.77788	0.41288	0.00003119	0.0019	0.000001418	0.43537	0.43144	0.798
MODAL	Mode	27	0.384154	0.00006896	0.00006608	0.04396	0.77438	0.77795	0.45684	0.01388	0.00706	0.0000134	0.44925	0.4385	0.79801
MODAL	Mode	28	0.382876	0.00009192	0.00002386	0.01159	0.77448	0.77797	0.46843	0.00032	0.00004035	0.000008213	0.44957	0.43854	0.79802
MODAL	Mode	29	0.380398	0.00008542	0.00015	0.00443	0.77456	0.77812	0.47286	0.000008962	0.00015	1.019E-07	0.44958	0.43868	0.79802
MODAL	Mode	30	0.296319	0.00047	0.0000654	0.03146	0.77503	0.77818	0.50432	0.06514	0.09129	0.00006611	0.51472	0.52998	0.79808
MODAL	Mode	31	0.274256	0.00006014	0.00001318	0.000003126	0.77509	0.7782	0.50432	0.000002125	0.000005567	0.00017	0.51473	0.52998	0.79825
MODAL	Mode	32	0.272158	0.0003	0.00022	0.000001576	0.77539	0.77842	0.50432	0.000004947	1.275E-07	0.00002276	0.51473	0.52998	0.79828
MODAL	Mode	33	0.264612	0.00068	0.00039	0.000003522	0.77607	0.7788	0.50433	0.000009821	0.000002577	1.218E-07	0.51474	0.52999	0.79828
MODAL	Mode	34	0.258746	0.00036	0.00011	0.000009864	0.77643	0.77892	0.50434	0.000001207	0.000002058	0.00014	0.51474	0.52999	0.79842
MODAL	Mode	35	0.252462	0.00066	0.00068	0.00006129	0.77709	0.77959	0.5044	0.0000259	0.000008902	0.00031	0.51477	0.53	0.79873
MODAL	Mode	36	0.251174	0.00007267	0.00005377	0.00001276	0.77716	0.77965	0.50441	0.000004064	0.000003849	0.00036	0.51477	0.53	0.79909
MODAL	Mode	37	0.249319	0.00019	0.000006659	0.000007784	0.77735	0.77965	0.50449	0.00013	0.000003361	0.00002273	0.5149	0.53003	0.79911
MODAL	Mode	38	0.248281	0.00012	0.00016	0.00001741	0.77747	0.77981	0.50451	9.706E-07	0.000001149	0.00098	0.5149	0.53005	0.80009
MODAL	Mode	39	0.242625	1.565E-07	0.00238	0.00013	0.77747	0.78219	0.50464	0.00106	0.00024	0.00143	0.51596	0.53029	0.80152
MODAL	Mode	40	0.24149	7.688E-07	0.00066	0.00005045	0.77747	0.78286	0.50469	0.00022	0.00074	0.00019	0.51618	0.53103	0.80171
MODAL	Mode	41	0.238232	0.00015	0.00022	0.00027	0.77762	0.78308	0.50496	0.00065	0.0014	0.00012	0.51684	0.53242	0.80183
MODAL	Mode	42	0.236665	0.00015	0.00043	0.00015	0.77777	0.78351	0.50511	0.00351	0.00513	0.00015	0.52035	0.53755	0.80198
MODAL	Mode	43	0.230159	0.00152	0.00004449	0.000008772	0.7793	0.78356	0.50512	0.00016	0.00029	0.00034	0.52051	0.53784	0.80232
MODAL	Mode	44	0.229932	0.02721	0.00207	0.0000519	0.8065	0.78563	0.50517	0.000009979	0.00051	0.00495	0.52052	0.53835	0.80277
MODAL	Mode	45	0.226782	0.00938	0.00222	0.000006849	0.81589	0.78785	0.50518	0.000008006	0.00025	0.00075	0.5206	0.53859	0.80802
MODAL	Mode	46	0.225078	0.0001	0.00002857	0.00001007	0.81599	0.78787	0.50519	0.000005718	0.00011	0.00023	0.5206	0.5387	0.80825
MODAL	Mode	47	0.223329	0.00002549	0.00141	0.0039	0.81602	0.78929	0.50909	0.00359	0.00161	0.00071	0.5242	0.54032	0.80896
MODAL	Mode	48	0.219045	0.00023	0.00401	0.00033	0.81625	0.7933	0.50942	0.0001	0.00001234	0.00189	0.5243	0.54033	0.81084
MODAL	Mode	49	0.216685	0.00046	0.00287	0.00011	0.81671	0.79617	0.50953	0.00004403	0.00024	0.00086	0.52434	0.54057	0.8117
MODAL	Mode	50	0.21469	0.00171	0.00062	0.00056	0.81843	0.79679	0.5101	0.00146	0.00242	0.00066	0.5258	0.54299	0.81236
MODAL	Mode	51	0.211612	0.01532	0.00232	0.0000167	0.83374	0.7991	0.51011	0.00001582	0.00017	0.00192	0.52582	0.54317	0.81428
MODAL	Mode	52	0.20988	5.648E-08	0.00038	0.00149	0.83374	0.79948	0.5116	0.00294	0.00314	0.00029	0.52876	0.54631	0.81458
MODAL	Mode	53	0.202156	0.00055	0.00158	0.00499	0.83429	0.80106	0.51659	0.00474	0.00592	0.00105	0.5335	0.55223	0.81563
MODAL	Mode	54	0.198555	0.00009443	0.00325	0.00322	0.83439	0.80431	0.51981	0.00563	0.00293	0.00899	0.53913	0.55515	0.82462
MODAL	Mode	55	0.191187	0.00588	0.00515	0.00008463	0.84026	0.80946	0.51989	0.00009025	0.00009548	0.00032	0.53922	0.55525	0.82494
MODAL	Mode	56	0.187149	0.00129	0.00099	0.05556	0.84156	0.81046	0.57545	0.08712	0.0816	0.00054	0.62634	0.63685	0.82547
MODAL	Mode	57	0.182619	0.00387	0.00291	0.0094	0.84543	0.81336	0.58484	0.00815	0.01476	0.01115	0.63449	0.6516	0.83662
MODAL	Mode	58	0.182015	0.00778	0.00039	0.01224	0.85321	0.81375	0.59708	0.02073	0.02569	0.00178	0.65521	0.67729	0.8384
MODAL	Mode	59	0.180925	0.00528	0.00535	0.00181	0.85849	0.8191	0.59889	0.00168	0.00189	1.573E-07	0.65689	0.67918	0.8384
MODAL	Mode	60	0.177936	0.00231	0.01055	0.00986	0.8608	0.82965	0.60875	0.01086	0.01878	0.00023	0.66776	0.69796	0.83863
MODAL	Mode	61	0.175695	0.00217	0.0012	0.00078	0.86297	0.83085	0.60953	0.0002	0.00045	0.00057	0.66796	0.69841	0.83919
MODAL	Mode	62	0.171947	0.00001666	0.00125	0.00051	0.86298	0.8321	0.61003	0.00031	0.00024	0.00056	0.66827	0.69865	

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

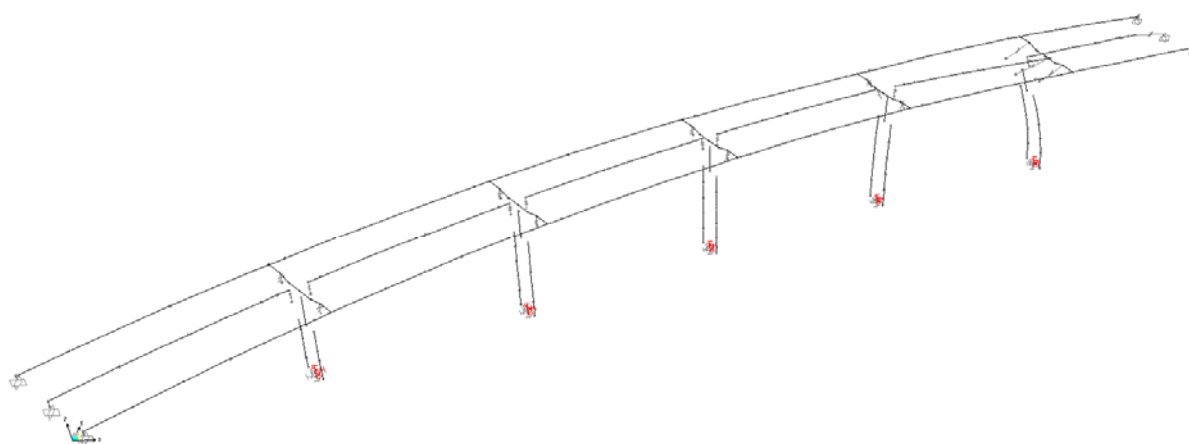
4.2.1 Forme modali significative

1° Modo di vibrare

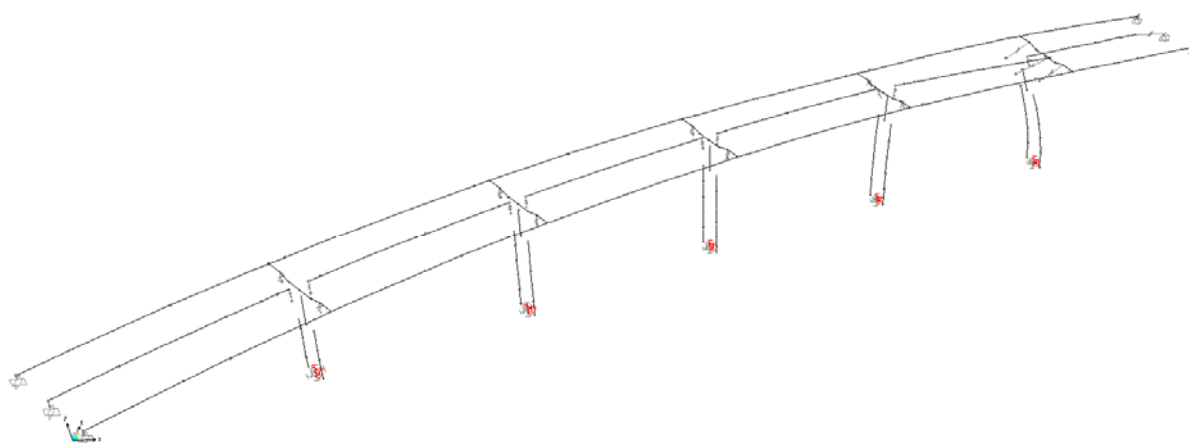


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

2° Modo di vibrare

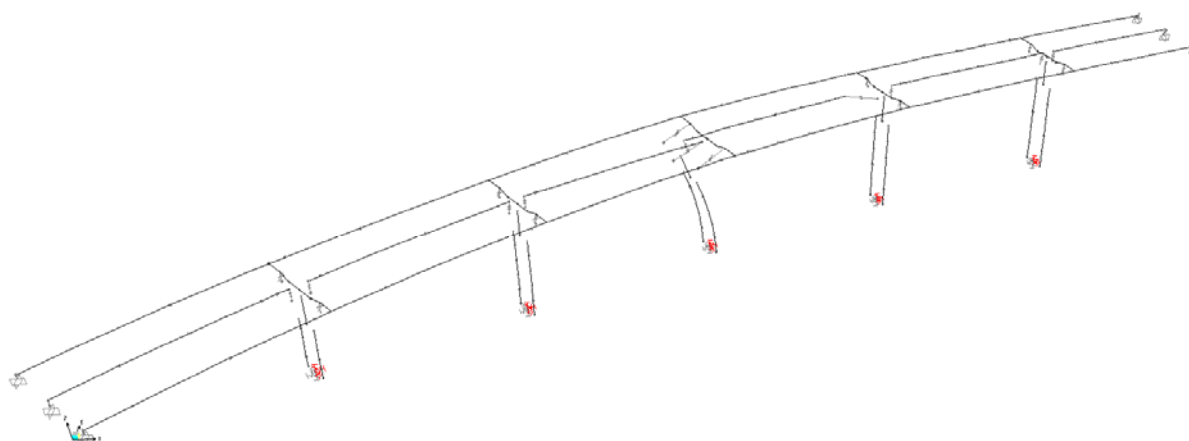


3° modo di vibrare

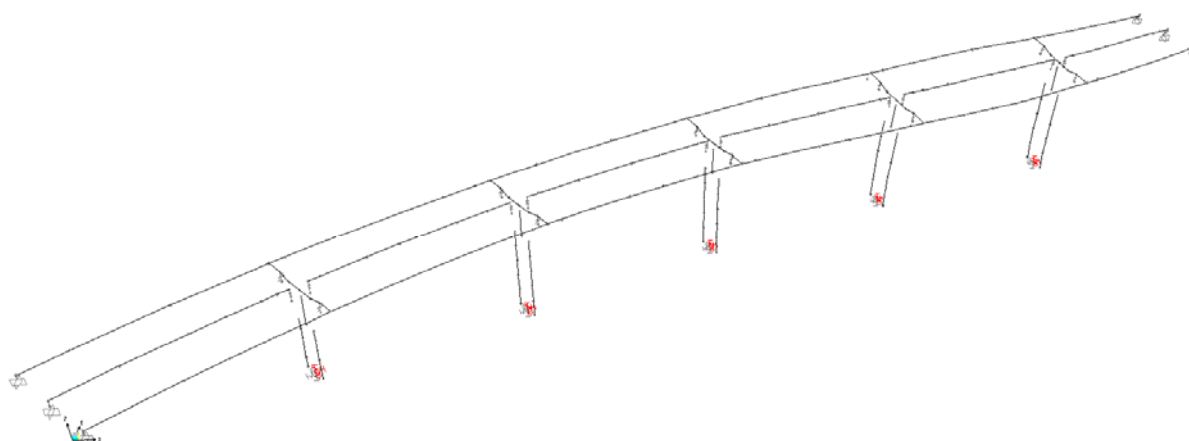


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">F0</td> <td style="text-align: left;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

4° Modo di vibrare

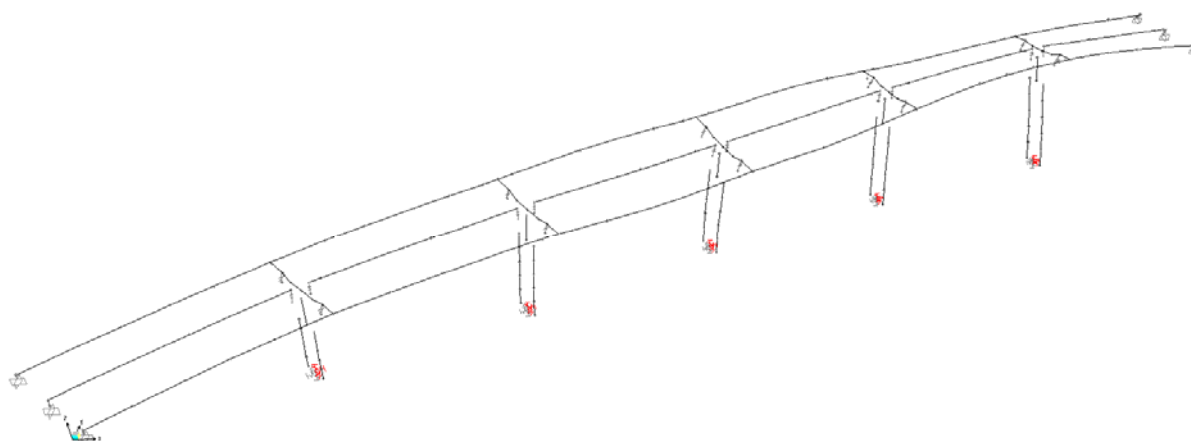


5° Modo di vibrare

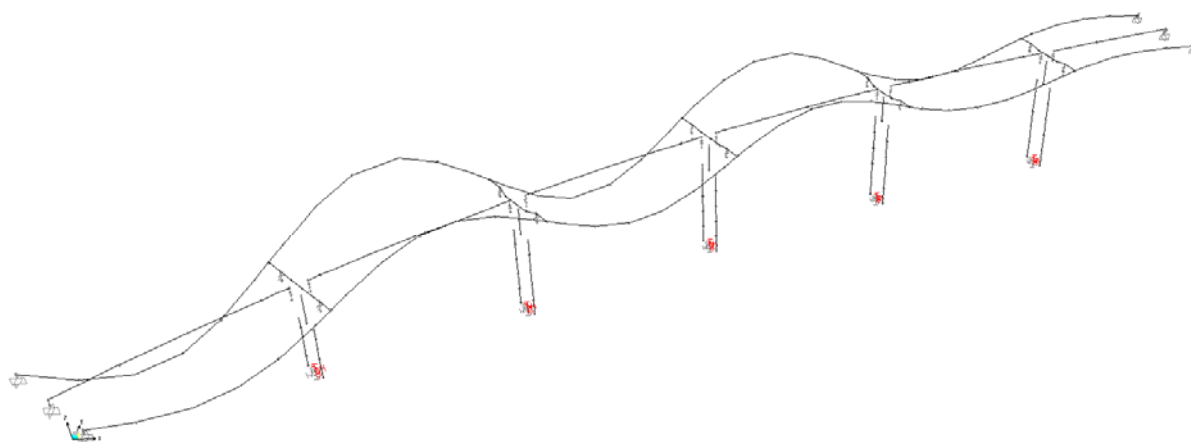


		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1264 300 1327 327"><i>Rev</i></th> <th data-bbox="1343 300 1407 327"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1264 340 1295 367">F0</td> <td data-bbox="1343 340 1439 367">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

6° Modo di vibrare

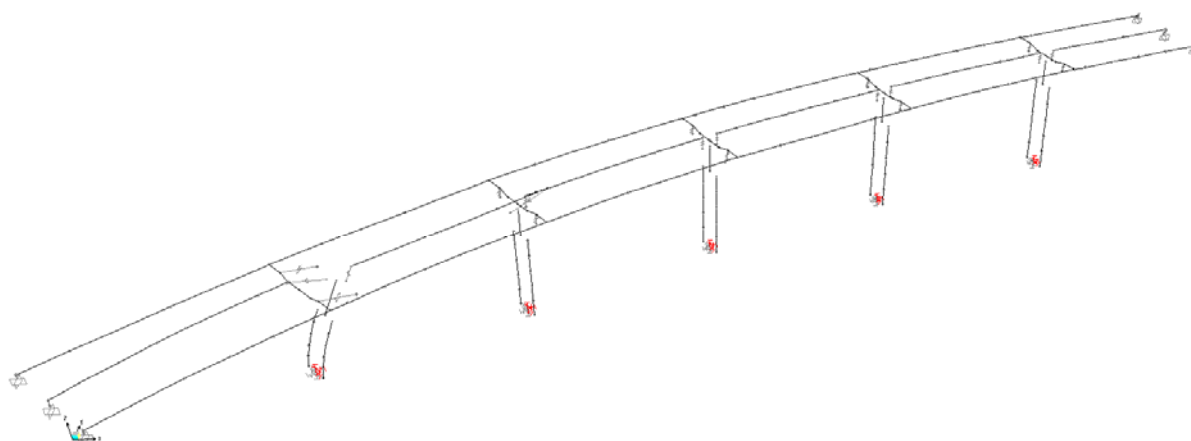


7° Modo di vibrare



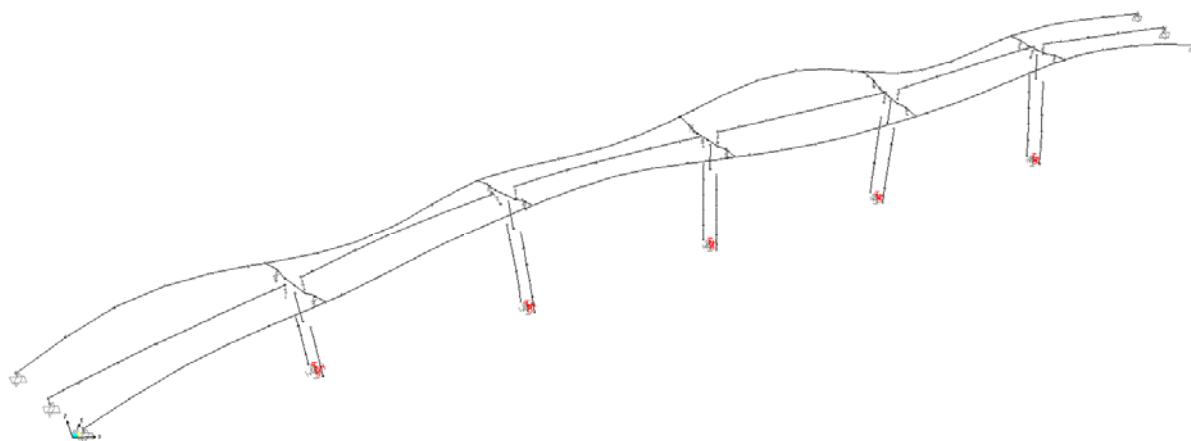
		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

8° Modo di vibrare

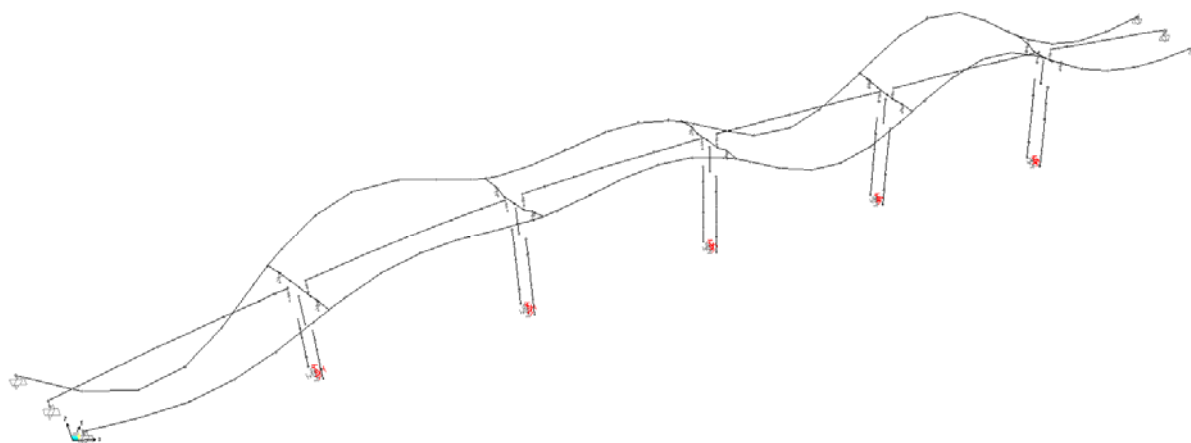


9° Modo di vibrare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

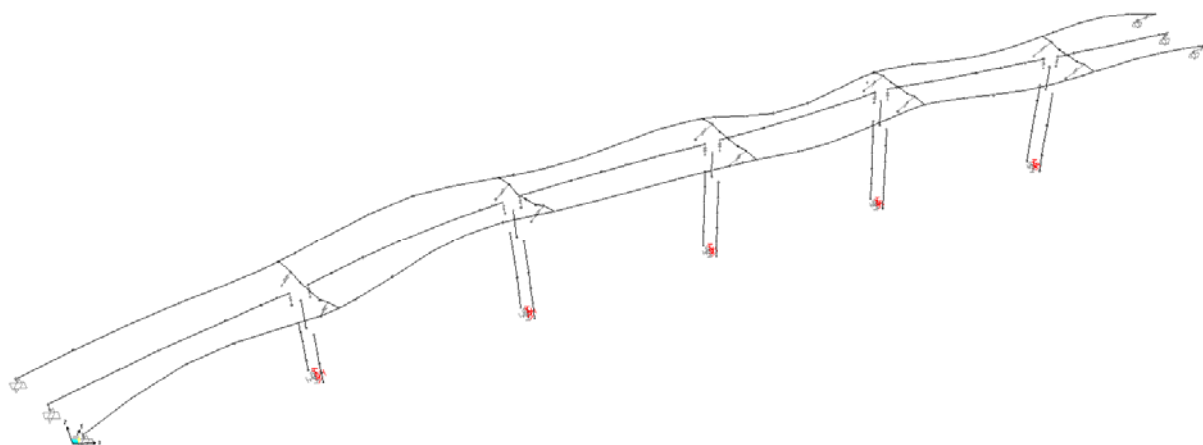


10° Modo di vibrare

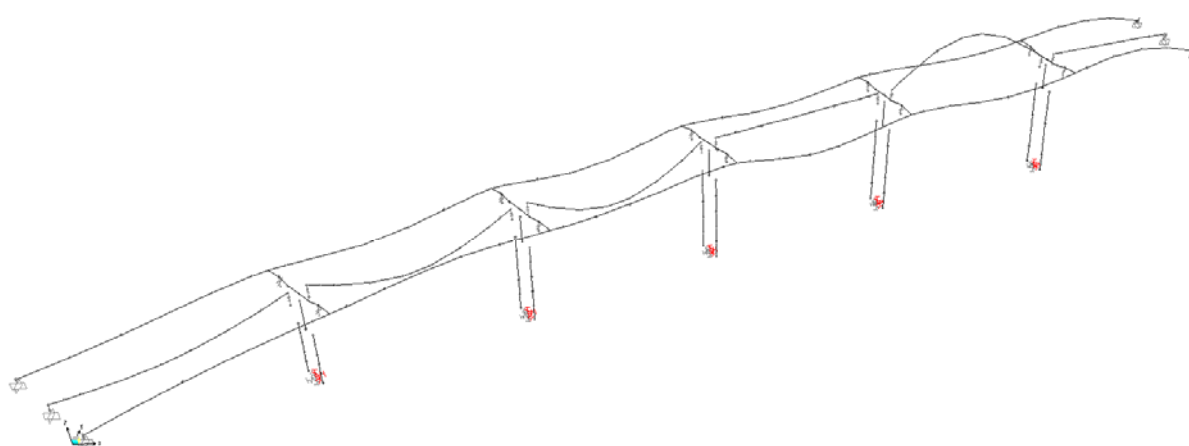


17° Modo di vibrare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

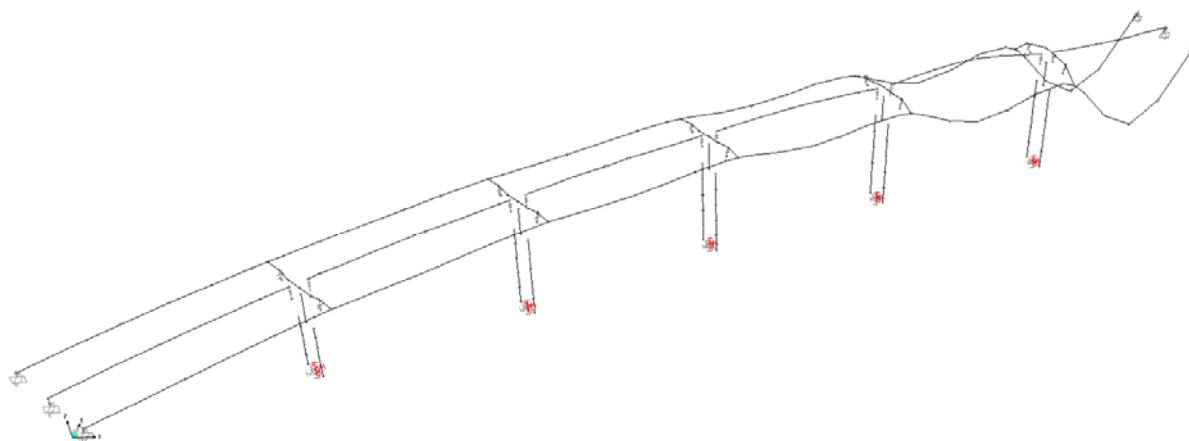


20° Modo di vibrare



27° Modo di vibrare

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE SISMICA		<i>Codice documento</i> PA0110_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



28° Modo di vibrare

