

**PROGETTAZIONE  
 GENERALE**

Ing. P. Rossetto  
 Thetis S.p.a.

Ing. G. Zoletto  
 Ing. E. Mantovani  
 S.p.a.

**Nuovi Interventi per la Salvaguardia di Venezia**

Legge 798 del 29-11-1984  
 Convenzione rep. n.7191 del 4-10-1991  
 Atto Attuativo rep. n. 8513 del 27-07-2011 (Progettazione Preliminare)

**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE  
 AL LARGO DELLA COSTA DI VENEZIA**

**DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO**

**PROGETTO PRELIMINARE**

CUP: D73B11000150001

Progettazione  
 Ambientale e  
 Impiantistica



Progettazione  
 Infrastrutture



**Progetto - Studi ed indagini Preliminari  
 RELAZIONE SISMICA**

Cod.Elabor.

**C4-REL-007**

elaborato

controllato

approvato

Coordinamento alla  
 Progettazione



Consorzio  
 Venezia  
 Nuova

Ing. M. Brotto

**Settembre 2011**

revisione	descrizione	elab.	contr.	appr.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

**TERMINAL PLURIMODALE OFF – SHORE  
al largo della COSTA VENETA  
DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  
RELAZIONE SISMICA**

Gruppo di progettazione



<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....</b>	<b>5</b>

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione è mirata a fornire un quadro conoscitivo, riguardo il comportamento dei terreni in fase sismica dell'area compresa fra Marghera (Venezia) e la fascia di mare antistante la bocca di porto di Malamocco.

Tale documento è stato redatto con riferimento ai dati bibliografici ricavati da documenti pubblici.

Il Progetto Preliminare, oggetto della presente relazione, sviluppa le seguenti opere civili/impiantistiche.

- La **diga foranea** prevista a protezione delle funzioni petrolifere, containers e rinfuse. Essa, realizzata in massi naturali su di un fondale avente una profondità media di circa 22m s.l.m.m, presenta una lunghezza complessiva di circa 4050 m ed una quota di coronamento posta a +7.00 m s.l.m.m.
- Il **terminal petrolifero** costituito da n° 3 accosti per navi petroliere e dagli impianti e edifici necessari al suo funzionamento
- Le **pipelines** per il convogliamento dei fluidi petroliferi, attraverso il mare Adriatico prima e la laguna di Venezia poi, verso il punto di distribuzione in terraferma ubicato presso l'Isola dei Serbatoi a Porto Marghera in Provincia di Venezia. Tali pipelines prevedono la posa di n°3 tubazioni dedicate rispettivamente a greggio (diam 42") benzina (diam 24") e gasolio (diam 24") oltre a n° 2 tubazioni per i servizi, quali acqua potabile, energia elettrica e trasmissione dati, di collegamento fra il terminal petrolifero ed il Lido di Venezia. Le tubazioni saranno posate in parte in mare (15.7 Km) e in parte in laguna (11.2Km). Le prime saranno posate previo scavo in trincea e successivamente reinterrate garantendo al minimo un ricoprimento di spessore pari a 2.50m. Le tubazioni posate in laguna, invece, verranno installate mediante l'impiego della tecnologia nota come trivellazione orizzontale controllata (TOC) la cui esecuzione prevede la realizzazione di n° 6 apposite isole provvisorie da rimuovere al termine delle lavorazioni. I profili di posa prevedono un interrimento ad una profondità massima pari a 35m dal livello del mare.
- Le **infrastrutture di distribuzione in terraferma**, a partire dalla suddetta Isola dei Serbatoi, verso ciascuna delle destinazioni finali dei fluidi petroliferi realizzata mediante la posa in trincea o mediante microtunneling delle tubazioni di distribuzione.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

## **2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

- Norme Tecniche per le Costruzioni
- Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008)

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 NTC 2008), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 (NTC 2008), nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4 (NTC 2008). In alternativa è ammesso l’uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta          DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO          PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
Settembre 2011	C4-REL-007	Rev.0

### 3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dell'opera di progetto, trattandosi di "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" è  $\geq 100$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in 4 classi d'uso e l'opera di progetto appartiene alle Classe IV ovvero:

*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.*

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$1. \quad V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella tabella seguente

<b>CLASSE D'USO</b>	I	II	III	IV
<b>COEFFICIENTE <math>C_U</math></b>	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso del Terminal Offshore il periodo di riferimento diviene quindi  $V_R = 100 \times 2,0 = 200$  anni

#### ***Categorie di sottosuolo***

In assenza di specifiche analisi attraverso cui calcolare valutare l'effetto della risposta sismica locale, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento:

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

- **A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- **B** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- **C** Depositati 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  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).
- **D** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).
- **E** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

### ***Condizioni topografiche***

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. In questa fase preliminare del progetto, si adotta la seguente classificazione

**T1** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

**T2** Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$

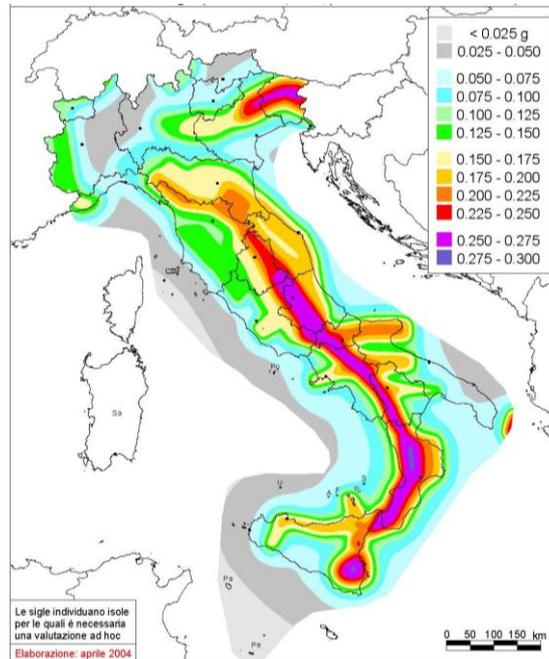
**T3** Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$

**T4** Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$

Per le verifiche sismiche (per le quali si rimanda alla Relazione Tecnica C2-REL-001), delle opere di progetto, si assume categoria del sottosuolo C e condizioni topografiche T1.

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
Settembre 2011	C4-REL-007	Rev.0

Per la caratterizzazione sismica preliminare è stata utilizzata la carta della pericolosità sismica preliminare redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Fig. 1) congiuntamente al foglio di calcolo Spettri-NTCver1.03 fornito dal Consiglio Superiore per i Lavori Pubblici.



**Fig. 1 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M.14.09.2005**

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE:       LATITUDINE:

Ricerca per comune      REGIONE:       PROVINCIA:       COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**  
   

**Elaborazioni numeriche**

**Nodi del reticolo intorno al sito**

**Reticolo di riferimento**

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".

**Fig. 2 – Estratto della fase 1 –individuazione della pericolosità del sito (Spettri NTCver1.03)**

<b>TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  PROGETTO PRELIMINARE</b>		
<b>Relazione sismica</b>		
<b>Settembre 2011</b>	<b>C4-REL-007</b>	<b>Rev.0</b>

Le coordinate dell'opera di progetto ricadono al di fuori del reticolo di pericolosità sismica definito dal D.M. 14.01.2008 attraverso il foglio di calcolo Spettri-NTC (vedi Fig. 2). Si utilizza pertanto come riferimento la mappatura della pericolosità sismica nazionale redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Non è possibile procedere dunque con il calcolo dello spettro di risposta rappresentativo delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

Si usa, pertanto, la rappresentazione grafica, aumentando il livello di dettaglio, della pericolosità sismica della Regione Veneto (vedi allegato grafico C5-DIS-070) dalla quale si evince che tutto il progetto oggetto di studio ricade in aree aventi accelerazione sismica compresa fra 0.050 e 0.075 g.

Questo valore è applicabile alle verifiche sismiche, per le quali si rimanda alla Relazione Tecnica (C2-REL-001), relative al lato interno della diga in quanto opera provvisoria, per la quale si prevede il completamento mediante la formazione della banchina in adiacenza e periodo di vita utile dell'opera pari a 30 anni. Il tempo di ritorno così calcolato risulta pari a 975 anni.

Per quanto riguarda il Terminal, invece, essendo la vita utile dell'Opera >100 anni e la classe d'uso IV, il periodo di riferimento risulta essere 2475 anni. In tal caso, per conoscere il valore di  $a_g$  si ricorre alla mappatura interattiva dell'INGV (vedi Fig. 3) attraverso la quale si ricavano valori compresi tra 0.075 e 0.100 per tutta l'area oggetto di studio.

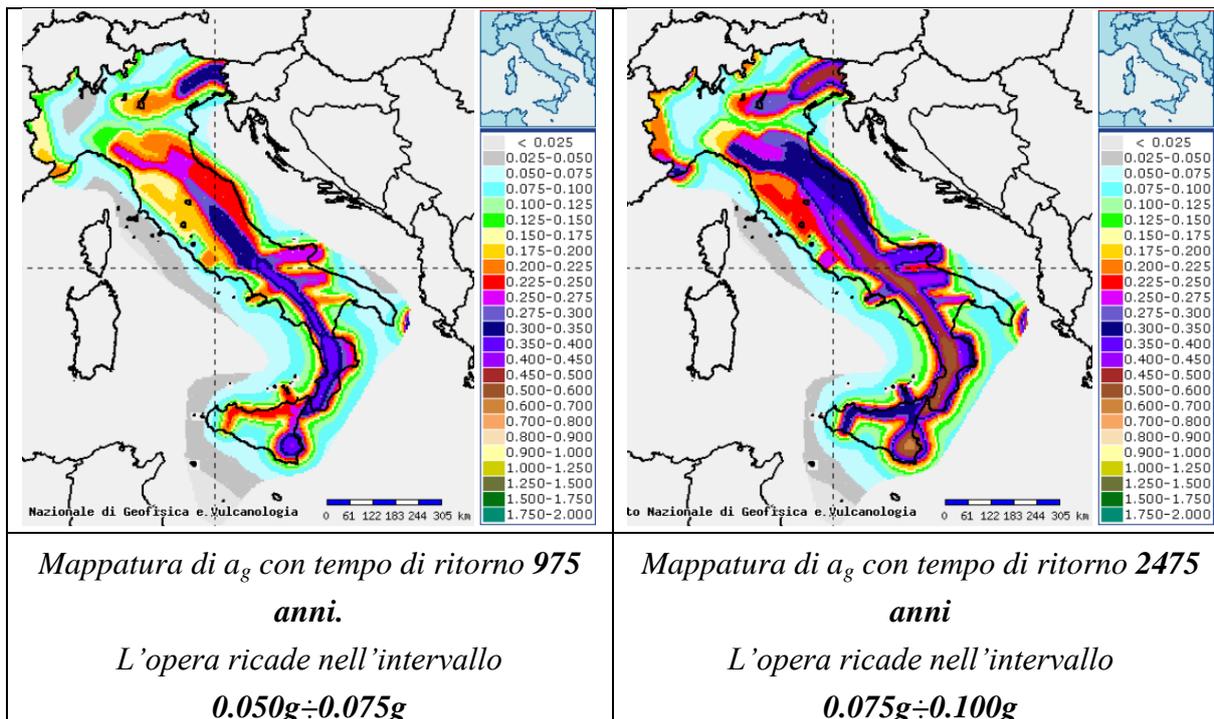
**TERMINAL PLURIMODALE OFF-SHORE al largo della Costa Veneta  
DIGA FORANEA E TERMINAL PETROLIFERO  
PROGETTO PRELIMINARE**

**Relazione sismica**

Settembre 2011

C4-REL-007

Rev.0



**Figura 3 – Mappatura sismica con tempo di ritorno 975 e 2475 anni (fonte: sito internet Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)**

Trattandosi di un'opera strategica con durata prevista dell'opera uguale o superiore a 100 anni, i parametri di calcolo per la verifica sismica della struttura richiederanno uno studio più approfondito dal punto di vista delle sollecitazioni sismiche da espletare nelle successive fasi della progettazione.