



**SEISMIC DESIGN BASIS
DATI SISMICI DI PROGETTO**

DOCUMENT N° IT-TPR-GE-DAP-000001

Rev.	Status	Date	Revision memo	Issued by	Checked by	Approved by
				<i>Chiodarolo</i> <i>Paolo P.</i>	<i>En. JRL</i>	<i>D.S. C.S.</i>
04	AFD	24-8-2012	Details in coordinates choice, topographic amplification factor sensitivity, change in V_N	TRAVERSO C. POGGI P.	PARKER E.	CARPANETO R.
03	AFD	4-5-2010	Translated into Italian	TRAVERSO C. PEDEMONTE M. DEL GIUDICE T.	PARKER E.	CARPANETO R.
02	AFD	25-2-2010	Liquefaction added, change in V_N	TRAVERSO C. PEDEMONTE M. DEL GIUDICE T.	PARKER E.	CARPANETO R.
01	AFD	23-12-2009	Approved For Design	TRAVERSO C. PEDEMONTE M. DEL GIUDICE T.	PARKER E.	CARPANETO R.
00	AFD	26-10-2009	Approved For Design	TRAVERSO C. DEL GIUDICE T.	PARKER E.	CARPANETO R.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001			
		Revision	04	Status	AFD	
Document Type :	SPE	System / Subsystem :		Discipline :	GEO	
Contractor document number :			09-616-H1 Rev.5		Rev Date :	24-08-2012
					Page 2 of 60	

TABLE OF CONTENT INDICE

PART A - ENGLISH

1. INTRODUCTION	5
1.1. GENERAL	5
1.2. SCOPE OF DOCUMENT.....	5
1.3. ORGANIZATION OF DOCUMENT	5
2. SEISMIC DESIGN CODES	6
3. CLASSIFICATION OF FACILITIES	6
3.1. NOMINAL DESIGN LIFE	6
3.2. CLASS OF USE AND REFERENCE PERIOD FOR SEISMIC ACTIONS	6
3.3. DESIGN VALUES OF CLASS OF USE AND REFERENCE PERIOD.....	7
4. LIMIT STATES FOR SEISMIC DESIGN	7
4.1. DEFINITION OF LIMIT STATES.....	7
5. METHOD OF ANALYSIS	8
6. ELASTIC SPECTRA	8
6.1. DEFINITION OF HAZARD LEVEL	8
6.2. SOIL CLASSES.....	9
6.3. TOPOGRAPHIC AMPLIFICATION	10
6.4. HORIZONTAL SPECTRA.....	11
6.5. VERTICAL SPECTRA	19
7. SPECIFIC DATA FOR SEISMIC DESIGN OF PIPELINES	22
7.1. CODES, GUIDELINES AND LIMIT STATES	22
7.2. BASIC SEISMIC INPUT	22
7.3. FAULT CROSSING	23
8. LIQUEFACTION POTENTIAL	24
9. REFERENCES	25

PARTE B - ITALIANO

1. INTRODUZIONE	27
1.1. GENERALITA'	27
1.2. SCOPO DEL DOCUMENTO	27
1.3. STRUTTURA DEL DOCUMENTO	27
2. NORME SISMICHE	28
3. CLASSIFICAZIONE DELLE STRUTTURE	28
3.1. VITA NOMINALE	28
3.2. CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO PER LE AZIONI SISMICHE.....	28
3.3. VALORI DI PROGETTO PER CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	29
4. STATI LIMITE PER IL PROGETTO SISMICO	30
4.1. DEFINIZIONE DEGLI STATI LIMITE	30
5. METODO DI ANALISI	30
6. SPETTRI ELASTICI	31
6.1. DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO	31
6.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	32

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 3 of 60	

6.3.	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	33
6.4.	SPETTRI ORIZZONTALI.....	33
6.5.	SPETTRI VERTICALI.....	42
7.	DATI SPECIFICI PER IL PROGETTO SISMICO DEGLI OLEODOTTI	45
7.1.	NORME, LINEE GUIDA E STATI LIMITE	45
7.2.	PARAMETRI SISMICI	45
7.3.	ATTRAVERSAMENTO DELLA FAGLIA	46
8.	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	46
9.	RIFERIMENTI	47

APPENDIX A: NATIONAL SEISMIC HAZARD MAPPING OF TEMPA ROSSA AREA / MAPPA NAZIONALE DEL RISCHIO SISMICO PER LA ZONA DI TEMPA ROSSA

APPENDIX B: EXAMPLE OF SEISMIC SPECTRUM / ESEMPIO DI SPETTRO SISMICO

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 4 of 60	

PART A
ENGLISH

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 5 of 60	

1. INTRODUCTION

1.1. GENERAL

This document presents the seismic design basis for the TOTAL Tempa Rossa Project. The project covers the development of a hydrocarbon field located in the Basilicata region of Italy, within municipalities of Corleto Perticara, Guardia Perticara and Gorgoglione in the provinces of Potenza and Matera. The development consists of:

- Oil Center for crude stabilization, treatment and then export of the finished products;
- LPG storage center with truck loading facilities;
- One gathering system (flowlines) connecting six wells to the Oil Center;
- One finished products network (Crude oil, Sales gas, LPG and water pipelines).

Associated works include a circular road and access roads connecting Oil Center to the public road network.

1.2. SCOPE OF DOCUMENT

The scope of this document is to specify the seismic design basis for the Tempa Rossa Project structures and associated facilities. The design basis outlines the reference codes, defines design life and class of use for different facilities, identifies limit states to be considered, and provides seismic input necessary for design of structures, earthworks, roads and pipelines. The pipeline design data includes seismic input and preliminary characterization of a fault crossing. The fault characterization is subject to confirmation by field investigations.

The seismic design basis covers the following structures and facilities:

- Oil Center;
- LPG Center;
- Corleto Tie-in Center;
- Well sites;
- Access road;
- Circular road;
- Dumping areas;
- Flowlines and pipelines;
- Temporary facility (TCF-MO in Oil Center).

This document gives the seismic design basis considering the available information. Specific choices shall be defined by the designer as described and indicated in the following.

1.3. ORGANIZATION OF DOCUMENT

The design basis is organized as follows. Design codes are reported in Chapter 2. Information regarding classification of facilities is discussed in Chapter 3. Limit states to be considered for design are identified in Chapter 4. Chapter 5 summarizes the methods of analysis allowed by the code, while Chapter 6 describes seismic input. Data for seismic design of pipelines are presented in Chapter 7. The main

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 6 of 60	

findings of the performed liquefaction potential assessment are summarized in Chapter 8. Appendix A shows maps of seismic parameters for 475 year return period in the project area according to Italian regulation. Appendix B presents an example of evaluation of seismic input.

2. SEISMIC DESIGN CODES

COMPANY requires specific evaluation of seismic hazard and compliance with national codes. The national codes considered for seismic design are:

- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08)* – D.M. 14/01/2008, published in G.U. N. 29 del 04/02/2008. This code is in force from 30/06/2009;
- Instructions for application of NTC08, “Circolare Ministeriale 02/02/2009 N. 617”, issued by Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Note that all seismic design parameters, such as return periods and reference accelerations, presented in the current seismic design basis are taken according to the NTC08 Italian code.

3. CLASSIFICATION OF FACILITIES

3.1. NOMINAL DESIGN LIFE

A nominal design life $V_N = 50$ years is taken for the major facilities of the Tempa Rossa Project consistent with nominal life for ordinary structures (NTC08).

The design life for the temporary construction facilities “Main Offices” (also referred to as TCF-MO) is 10 years. All the other temporary facilities have a design life of 2 years, and according to the code do not require seismic design.

3.2. CLASS OF USE AND REFERENCE PERIOD FOR SEISMIC ACTIONS

NTC08 defines four classes of use for structures. The most pertinent characteristics of each class are as follows:

- Class I – Structures with infrequent occupancy;
- Class II – Structures with normal occupancy, without contents which are hazardous to the environment and without essential public or social function. Industries with activities which are not hazardous for the environment. Infrastructure not falling in higher classes;
- Class III – Structures with high occupancy. Industries with activities which are hazardous for the environment. Non-urban roads not falling in Class IV;
- Class IV – Structures with public function or of strategic importance, including functions of civil protection. Industries with activities which are particularly hazardous for the environment. Major non-urban roads.

The reference period for seismic actions is defined as:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (1)$$

* See list of references at end of text.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 7 of 60	

Where:

V_R Reference period for seismic action;

V_N Nominal design life;

C_U Coefficient of use.

The reference period is limited to a minimum of 35 years. The coefficient of use C_U takes values of 0.7, 1.0, 1.5 and 2.0 for Classes I, II, III and IV, respectively.

3.3. DESIGN VALUES OF CLASS OF USE AND REFERENCE PERIOD

The classes of use and reference periods for the Tempa Rossa Project are given in Table 3-1.

Table 3-1 - Class of Use and Reference Period for Seismic Actions

FACILITY	CLASS OF USE	V_N (years)	C_U	V_R (years)
Oil Center ⁽¹⁾	IV	50	2.0	100
Oil Center – TCF-MO	II	10	1.0	35
LPG Center ⁽¹⁾	IV	50	2.0	100
Corleto Tie-in Center	IV	50	2.0	100
Well sites	IV	50	2.0	100
Access road	III	50	1.5	75
Circular road	III	50	1.5	75
Dumping areas	II	50	1.0	50
Flowlines/pipelines	IV	50	2.0	100

Note:

⁽¹⁾ Within Oil Center and LPG Center, during detail engineering phase, a more detailed (by equipment / type of equipment) classification may be requested to optimize the design. In particular, unmanned buildings/structures, equipment which are not handling hydrocarbon nor connected to any other hazardous function and installations which are not critical to safety could be designed to class III or even class II.

4. LIMIT STATES FOR SEISMIC DESIGN

4.1. DEFINITION OF LIMIT STATES

NTC08 defines the following limit states for seismic design:

- Serviceability Limit State (SLE):
 - Damage Limit State (SLD);
 - Operability Limit State (SLO);
- Ultimate Limit State (SLU):
 - Life safety (SLV),
 - Collapse (SLC).

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 8 of 60	

The probabilities of exceedance to be considered during the reference period V_R are 81%, 63%, 10% and 5%, for SLO, SLD, SLV and SLC, respectively.

The NTC08 code requires verifications for the SLD and SLV limit states. For specific critical structures and equipments at Oil Center, LPG Center, Well sites and Corleto Tie-in Center locations, design for the Collapse Limit State (SLC) could be required by Company. Structures and equipment which are considered critical will be selected and identified by Company. For these structures, the reference class of use will be the most severe class IV. Note that the SLC limit state verifications will be addressed only for specific structural design. Verifications for site preparation engineering activities and geotechnical design will be performed according to the NTC08 requirements, addressing SLD and SLV limit states. The corresponding return periods are summarized in Table 4-1.

Table 4-1 - Verifications required by NTC08

CLASS	RETURN PERIOD (YEARS)		
	SLD	SLV	SLC
II - Oil Center TCF-MO	35	332	-
II - Dumping Areas	50	475	-
III	75	712	-
IV	101	949	1950

5. METHOD OF ANALYSIS

According to NTC08 both linear and non linear analysis are allowed for verification of structures under seismic loading. Static and dynamic equilibrium methods of analyses can be adopted. The methods of analysis allowed are summarized in Table 5-1.

Table 5-1 – Method of analysis allowed by NTC08

LINEAR (both dissipative and not dissipative structures)	
DYNAMIC	STATIC
Response spectra analysis or Time histories analysis (only non dissipative)	Only if response is not significantly affected by contributions from modes of vibration higher than the fundamental mode in each principal direction
NON LINEAR (only dissipative structures)	
DYNAMIC	STATIC
Time histories analysis	Push-over analysis

6. ELASTIC SPECTRA

6.1. DEFINITION OF HAZARD LEVEL

NTC08 defines the level of hazard at a specific location as a function of the following three parameters:

- a_g : maximum horizontal acceleration on rock;

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 9 of 60	

- F_0 : factor describing the maximum spectral amplification on rock;
- T_c^* : period of beginning of constant velocity portion of the spectrum.

The seismic parameters are tabulated as a function of return period on a 5.5 km grid covering the Italian national territory. Contours of these three parameters for a 475 year return period are shown for the Tempa Rossa area in Appendix A.

The NTC08 mapping shows the seismic hazard to be fairly uniform across the Tempa Rossa site. The maximum horizontal acceleration on rock for a 475 year return period varies from about 0.14 g at the northeastern corner to 0.17 g at the southwestern corner (Figure A-1 in Appendix A). The highest values of seismic input are found at the Corleto Tie-in Center. For design, elastic spectra have been based on the NTC08 seismic input data for the four locations summarized in Table 6-1.

Table 6-1 – Coordinates of Sites for the Definition of Elastic Spectra

SITE	LONGITUDE	LATITUDE	X	Y	FACILITIES
P1	16.080	40.409	2611643.408	4473829.937	Oil Center, Temporary facilities (TCF-MO in Oil Center), Circular road, Dumping areas, Flowlines.
P2	16.072	40.386	2610993.259	4471229.580	Northern part of the access road, Well sites, Northern part of the pipeline (from KP 0 to KP 3).
P3	16.067	40.356	2610609.017	4467894.336	LPG Center, Corleto Tie-in Center, Southern part of the pipeline (from KP 3 to KP 8).
P4	16.065	40.378	2610409.771	4470334.369	Southern part of the access road.

The position of points P1, P2, P3 and P4 is shown in Figure A-1.

6.2. SOIL CLASSES

The NTC08 definition of soil classes is shown in Table 6-2. Classifications are based on the mean shear wave velocity in the upper 30 m of the soil profile ($V_{s,30}$).

Table 6-2 - NTC08 Soil Classes

SITE CLASS	SOIL PROFILE DESCRIPTION	$V_{s,30}$ (m/s)
A	Outcrop rock or very rigid soil, including at most 3 m of weaker material at the surface	> 800
B	Soft rock or deep deposits of very dense sand, gravel or very stiff clay, at least 30 m in thickness, characterized by a gradual increase of mechanical properties with depth	360 - 800
C	Deep deposits of dense or medium dense sand, gravel or stiff clay, at least 30 m in thickness, characterized by a gradual increase of mechanical properties with depth	180 - 360
D	Deposits of loose to medium dense cohesionless soils or soft to firm cohesive soils, more than 30 m thick, with a gradual increase of mechanical properties with depth	< 180

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
Revision 04		Status AFD		
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 10 of 60	

SITE CLASS	SOIL PROFILE DESCRIPTION	$V_{s,30}$ (m/s)
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with V_s values type C or D and thickness less than 20 m, underlain by stiffer material with $V_s > 800$ m/s	-
S1	Deposits with $V_s < 100$ m/s containing a layer at least 8 m thick of soft clays/silts or a layer at least 3 m thick of peat or organic clay.	-
S2	Deposits of liquefiable soils, sensitive clays or any other soil profile not included in types A – E or S1	-

The soil classes corresponding to each facility are given in Table 6-3. Note that the classifications of the Oil Center, LPG Center, access and circular roads, dumping areas locations are based on geotechnical data. Soil classifications for the other locations have been extrapolated, and shall be verified during design. Details of site classifications are presented in a separate document which reviews the geotechnical design input for seismic analyses (D'Appolonia, 2010).

Table 6-3 - Soil Classes for Tempa Rossa Facilities

FACILITY	SOIL CLASS
Oil Center	SOIL B
LPG Center	SOIL E
Corleto Tie-in Center	SOIL E
Well sites	SOIL B
Access road	SOIL B
Circular Road	SOIL B
Dumping areas	SOIL B
Flowlines	SOIL B
Pipelines	SOIL B from Oil Center to KP 4.85 SOIL E from KP 4.85 to LPG Center

6.3. TOPOGRAPHIC AMPLIFICATION

The NTC08 elastic spectra directly consider seismic amplification related to topographic effects. Spectra are uniformly amplified by a factor S_T , defined in Table 6-4:

Table 6-4 - NTC08 Topographic Amplification Factors

CATEGORY	TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS	LOCATION OF WORKS	S_T
T1	Flat areas, isolated slopes and hills with mean inclination $i \leq 15^\circ$	-	1.0
T2	Slopes with mean inclination $i > 15^\circ$	Top of slope	1.2
T3	Topographic relief with width at crest much less than that at base and mean inclination $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	Crest of feature	1.2

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 11 of 60	

CATEGORY	TOPOGRAPHIC CHARACTERISTICS	LOCATION OF WORKS	S _T
T4	Topographic relief with width at crest much less than that at base and mean inclination i > 30°	Crest of feature	1.4

S_T is taken to vary linearly between 1.0 and the value shown at the top of the feature.

The topographic characteristics across the Tempa Rossa site vary depending on the location of each facility. Considering the general topography at the site, resulting topographic amplification factors S_T are between 1.0 and 1.2. The choice of the appropriate value for the topographic amplification factor for each facility shall be defined by the designer.

6.4. HORIZONTAL SPECTRA

The horizontal component of the elastic spectrum is described by the following equations. The spectrum is defined for periods from zero to 4 s according to NTC08. For periods greater than 4 s the spectrum has been defined based on the NTC08 horizontal elastic displacement spectrum, using the inversion suggested by EC8 (CEN, 2004). The extension to long period is necessary given the sensitivity of storage tanks to this type of ground motion: the period of tank sloshing is expected to be of the order of 10 s.

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right) \quad \text{for } 0 \leq T < T_B \quad (2)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \quad \text{for } T_B \leq T < T_C \quad (3)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad \text{for } T_C \leq T < T_D \quad (4)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{for } T_D \leq T < T_E \quad (5)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \cdot \left[F_0 \cdot \eta + (1 - F_0 \eta) \cdot \frac{T - T_E}{T_F - T_E} \right] \quad \text{for } T_E < T \leq T_F \quad (6)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{for } T > T_F \quad (7)$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (8)$$

Where:

- a_g is maximum horizontal acceleration on rock for a 5% damping;
- S_S is soil amplification;
- S_T is topographic amplification;
- η is damping correction factor equal to unity for 5% damping;
- F₀ is a factor describing the maximum spectral amplification on rock;
- T_B, T_C^{*}, T_C, T_D, T_E, T_F are periods characteristic of spectrum, and function of soil type;
- C_C is function of soil type.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 12 of 60	

The basic parameters defining the elastic spectra for each facility are listed in Table 6-5. Specific parameters for each group of facilities are given in Table 6-6 to Table 6-13. Considering data listed in Table 6-5 and the hypotheses on soil classes indicated in Table 6-3, values of a_g at the site for each facility are summarized in Table 6-14 and in Table 6-15 for amplification factor $S_T = 1.0$ and $S_T = 1.2$ respectively. Horizontal elastic spectra for structure classes II, III and IV as example are shown in Figure 6-1 to Figure 6-3. They show the variability of results by choosing amplification factor $S_T = 1.0$ or $S_T = 1.2$. Elastic spectra for specific facilities can be obtained by using parameters in Table 6-5 to Table 6-13 and Equation 2 to Equation 8.

Design spectra for ultimate limit states, taking into account structural ductility, are obtained reducing the corresponding elastic spectral ordinates by a q factor, greater than (or equal) to the unity. The q factor represents ductility of the structure and depends on structure typology, regularity, static modelling and materials. For this approach the lower bound to design spectral acceleration is taken as $0.2 a_g$. Reference should be made to EC8 for further explanations.

Example of design spectra accounting for effects of ductility, are shown in Figure 6-4 for the Collapse Limit State (SLC). Spectra refer to use class IV and have been computed for q factors of 2.0 and 3.0. The designer shall select appropriate q factors for each structure.

Table 6-5 - Main Parameters for Elastic Spectra

FACILITY	REFERENCE SITE IN Figure A-1	V_N	C_U	LIMIT STATE	RETURN PERIOD	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)	T_D (s)	T_F (s)	$F_V^{(1)}$
Oil Center and Flowlines	Site P1	50	IV	SLD	101	0.081	2.459	0.343	1.926	10.0	0.948
				SLV	949	0.198	2.503	0.440	2.391	10.0	1.503
				SLC	1950	0.258	2.498	0.452	2.632	10.0	1.713
Oil Center – TCF-MO	Site P1	10	II	SLD	35	0.052	2.354	0.295	1.807	10.0	0.722
				SLV	332	0.132	2.488	0.395	2.127	10.0	1.219
LPG Center, Corleto Tie-in Center and Pipeline (KP 3 - KP 8)	Site P3	50	IV	SLD	101	0.084	2.450	0.339	1.937	10.0	0.960
				SLV	949	0.227	2.395	0.426	2.507	10.0	1.540
				SLC	1950	0.302	2.386	0.437	2.808	10.0	1.770
Well sites and Pipeline (KP 0 - KP 3)	Site P2	50	IV	SLD	101	0.083	2.456	0.341	1.930	10.0	0.953
				SLV	949	0.211	2.452	0.435	2.444	10.0	1.521
				SLC	1950	0.278	2.441	0.446	2.712	10.0	1.737
Northern access road	Site P2	50	III	SLD	75	0.073	2.423	0.331	1.892	10.0	0.884
				SLV	712	0.187	2.450	0.428	2.348	10.0	1.430
Southern access road	Site P4	50	III	SLD	75	0.074	2.421	0.329	1.896	10.0	0.889
				SLV	712	0.194	2.425	0.425	2.376	10.0	1.442

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO						Document number IT-TPR-GE-DAP-000001					
Document Type : SPE		System / Subsystem :		Discipline : GEO		Revision 04		Status AFD			
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5						Rev Date : 24-08-2012					
						Page 13 of 60					

FACILITY	REFERENCE SITE IN Figure A-1	V _N	C _U	LIMIT STATE	RETURN PERIOD	a _g (g)	F ₀	T _C * (s)	T _D (s)	T _F (s)	F _V ⁽¹⁾
Circular road	Site P1	50	III	SLD	75	0.072	2.420	0.332	1.890	10.0	0.879
				SLV	712	0.177	2.494	0.430	2.309	10.0	1.418
Dumping areas	Site P1	50	II	SLD	50	0.061	2.392	0.313	1.843	10.0	0.795
				SLV	475	0.152	2.482	0.417	2.207	10.0	1.305

(1) F_V is used only in vertical spectra.

Table 6-6 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Oil Center and Flowlines (Site P1)

SOIL CLASS	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.114	0.343	4.5	1.000	1.000	0.147	0.440	4.5	1.000	1.000	0.151	0.452	4.5
B	1.200	1.363	0.156	0.467	5.0	1.200	1.296	0.190	0.570	5.0	1.143	1.289	0.194	0.583	5.0
C	1.500	1.495	0.171	0.512	6.0	1.403	1.377	0.202	0.606	6.0	1.314	1.364	0.206	0.617	6.0
D	1.800	2.135	0.244	0.731	6.0	1.657	1.884	0.276	0.828	6.0	1.435	1.859	0.280	0.840	6.0
E	1.600	1.765	0.202	0.605	6.0	1.455	1.597	0.234	0.702	6.0	1.292	1.580	0.238	0.714	6.0

Table 6-7 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Oil Center-TCF-MO (Site P1)

SOIL CLASS	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.098	0.295	4.5	1.000	1.000	0.132	0.395	4.5
B	1.200	1.405	0.138	0.414	5.0	1.200	1.324	0.174	0.523	5.0
C	1.500	1.572	0.154	0.463	6.0	1.500	1.426	0.188	0.564	6.0
D	1.800	2.303	0.226	0.678	6.0	1.800	1.988	0.262	0.786	6.0
E	1.600	1.875	0.184	0.552	6.0	1.600	1.667	0.220	0.659	6.0

Table 6-8 - Spectral Parameters for Soil Conditions – LPG and Corleto Tie-in Center and Pipeline (KP 3-KP 8) (Site P3)

SOIL CLASS	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.113	0.339	4.5	1.000	1.000	0.142	0.426	4.5	1.000	1.000	0.146	0.437	4.5
B	1.200	1.366	0.154	0.462	5.0	1.183	1.305	0.185	0.556	5.0	1.112	1.298	0.189	0.567	5.0
C	1.500	1.501	0.169	0.508	6.0	1.374	1.392	0.198	0.593	6.0	1.268	1.380	0.201	0.603	6.0
D	1.800	2.148	0.242	0.727	6.0	1.585	1.916	0.272	0.816	6.0	1.319	1.890	0.276	0.827	6.0
E	1.600	1.774	0.200	0.600	6.0	1.402	1.618	0.230	0.689	6.0	1.207	1.601	0.233	0.700	6.0

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001		
			Revision 04	Status AFD	
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 14 of 60		

Table 6-9 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Well Sites and Pipeline (KP 0-KP 3) (Site P2)

SOIL CLASS	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.114	0.341	4.5	1.000	1.000	0.145	0.435	4.5	1.000	1.000	0.149	0.446	4.5
B	1.200	1.364	0.155	0.465	5.0	1.193	1.299	0.188	0.565	5.0	1.129	1.293	0.192	0.577	5.0
C	1.500	1.497	0.170	0.510	6.0	1.390	1.382	0.200	0.601	6.0	1.293	1.371	0.204	0.611	6.0
D	1.800	2.140	0.243	0.730	6.0	1.625	1.895	0.275	0.824	6.0	1.383	1.872	0.278	0.835	6.0
E	1.600	1.768	0.201	0.603	6.0	1.432	1.604	0.233	0.698	6.0	1.254	1.589	0.236	0.709	6.0

Table 6-10 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Northern Access Road (Site P2)

SOIL CLASS	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.110	0.331	4.5	1.000	1.000	0.143	0.428	4.5
B	1.200	1.373	0.151	0.454	5.0	1.200	1.304	0.186	0.558	5.0
C	1.500	1.513	0.167	0.501	6.0	1.424	1.390	0.198	0.595	6.0
D	1.800	2.174	0.240	0.720	6.0	1.711	1.912	0.273	0.818	6.0
E	1.600	1.791	0.198	0.593	6.0	1.495	1.615	0.230	0.691	6.0

Table 6-11 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Southern Access Road (Site P4)

SOIL CLASS	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.110	0.329	4.5	1.000	1.000	0.142	0.425	4.5
B	1.200	1.373	0.151	0.452	5.0	1.200	1.305	0.185	0.555	5.0
C	1.500	1.515	0.166	0.498	6.0	1.418	1.393	0.197	0.592	6.0
D	1.800	2.178	0.239	0.717	6.0	1.695	1.918	0.272	0.815	6.0
E	1.600	1.793	0.197	0.590	6.0	1.483	1.620	0.230	0.689	6.0

Table 6-12 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Circular Road (Site P1)

SOIL CLASS	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.111	0.332	4.5	1.000	1.000	0.143	0.430	4.5
B	1.200	1.371	0.152	0.455	5.0	1.200	1.302	0.187	0.560	5.0
C	1.500	1.511	0.167	0.502	6.0	1.435	1.387	0.199	0.597	6.0
D	1.800	2.169	0.240	0.720	6.0	1.737	1.905	0.273	0.819	6.0
E	1.600	1.787	0.198	0.594	6.0	1.514	1.611	0.231	0.693	6.0

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO				Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
Document Type : SPE		System / Subsystem :		Revision 04	Status AFD
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5		Discipline : GEO		Rev Date : 24-08-2012	
				Page 15 of 60	

Table 6-13 - Spectral Parameters for Soil Conditions – Dumping Areas (Site P1)

SOIL CLASS	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.104	0.313	4.5	1.000	1.000	0.139	0.417	4.5
B	1.200	1.387	0.145	0.435	5.0	1.200	1.310	0.182	0.546	5.0
C	1.500	1.540	0.161	0.482	6.0	1.474	1.401	0.195	0.584	6.0
D	1.800	2.234	0.233	0.700	6.0	1.800	1.935	0.269	0.807	6.0
E	1.600	1.830	0.191	0.573	6.0	1.586	1.631	0.227	0.680	6.0

Considering data listed in Table 6-5 and the hypotheses on soil classes indicated in Table 6-3, values of a_g at the site for each facility are summarized in Table 6-14 and in Table 6-15 for amplification factor $S_T = 1.0$ and $S_T = 1.2$ respectively. The choice of the appropriate value for the topographic amplification factor for each facility shall be defined by the designer.

Table 6-14 – Summary of Seismic Parameters for each Facilities – $S_T = 1.0$

FACILITY	REFERENCE SITE IN Figure A-1	V _N	C _U	SITE CLASS	LIMIT STATE	TR (years)	a _g rock (g)	S _s	S _T	a _g amplified (g)
Oil Center	Site P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.00	0.098
					SLV	949	0.198	1.200	1.00	0.237
					SLC	1950	0.258	1.143	1.00	0.295
Oil Center – TCF-MO	Site P1	10	II	SOIL B	SLD	35	0.052	1.200	1.00	0.062
					SLV	332	0.132	1.200	1.00	0.158
LPG Center	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135
					SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318
					SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365
Tie-in Center	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135
					SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318
					SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365
Well sites	Site P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.00	0.099
					SLV	949	0.211	1.193	1.00	0.252
					SLC	1950	0.278	1.129	1.00	0.314
Northern access road	Site P2	50	III	SOIL B	SLD	75	0.073	1.200	1.00	0.088
					SLV	712	0.187	1.200	1.00	0.224
Southern access road	Site P4	50	III	SOIL B	SLD	75	0.074	1.200	1.00	0.089
					SLV	712	0.194	1.200	1.00	0.233
Circular road	Site P1	50	III	SOIL B	SLD	75	0.072	1.200	1.00	0.087
					SLV	712	0.177	1.200	1.00	0.213
Dumping areas	Site P1	50	II	SOIL B	SLD	50	0.061	1.200	1.00	0.073
					SLV	475	0.152	1.200	1.00	0.182
Flowlines	Site P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.00	0.098
					SLV	949	0.198	1.200	1.00	0.237
					SLC	1950	0.258	1.143	1.00	0.295

**SEISMIC DESIGN BASIS
DATI SISMICI DI PROGETTO**

Document number
IT-TPR-GE-DAP-000001

Revision 04 | Status AFD

Document Type : SPE | System / Subsystem : | Discipline : GEO | Rev Date : 24-08-2012

Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5 | Page 16 of 60

FACILITY		REFERENCE SITE IN	V _N	C _U	SITE CLASS	LIMIT STATE	TR (years)	a _g rock	S _s	S _T	a _g amplified
Pipeline	KP 0 – KP 3	Site P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.00	0.099
						SLV	949	0.211	1.193	1.00	0.252
						SLC	1950	0.278	1.129	1.00	0.314
	KP 3 – KP 4.85	Site P3	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.084	1.200	1.00	0.101
						SLV	949	0.227	1.183	1.00	0.268
						SLC	1950	0.302	1.112	1.00	0.336
	KP 4.85 – KP 8	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135
						SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318
						SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365

Table 6-15 – Summary of Seismic Parameters for each Facilities – S_T = 1.2

FACILITY	REFERENCE SITE IN Figure A-1	V _N	C _U	SITE CLASS	LIMIT STATE	TR (years)	a _g rock (g)	S _s	S _T	a _g amplified (g)
Oil Center	Site P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.20	0.117
					SLV	949	0.198	1.200	1.20	0.285
					SLC	1950	0.258	1.143	1.20	0.354
Oil Center – TCF-MO	Site P1	10	II	SOIL B	SLD	35	0.052	1.200	1.20	0.074
					SLV	332	0.132	1.200	1.20	0.190
LPG Center	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162
					SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382
					SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437
Tie-in Center	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162
					SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382
					SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437
Well sites	Site P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.20	0.119
					SLV	949	0.211	1.193	1.20	0.302
					SLC	1950	0.278	1.129	1.20	0.377
Northern access road	Site P2	50	III	SOIL B	SLD	75	0.073	1.200	1.20	0.105
					SLV	712	0.187	1.200	1.20	0.269
Southern access road	Site P4	50	III	SOIL B	SLD	75	0.074	1.200	1.20	0.107
					SLV	712	0.194	1.200	1.20	0.279
Circular road	Site P1	50	III	SOIL B	SLD	75	0.072	1.200	1.20	0.104
					SLV	712	0.177	1.200	1.20	0.255
Dumping areas	Site P1	50	II	SOIL B	SLD	50	0.061	1.200	1.20	0.087
					SLV	475	0.152	1.200	1.20	0.219
Flowlines	Site P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.20	0.117
					SLV	949	0.198	1.200	1.20	0.285
					SLC	1950	0.258	1.143	1.20	0.354

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO				Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
				Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 17 of 60		

FACILITY		REFERENCE SITE IN	V _N	C _U	SITE CLASS	LIMIT STATE	TR (years)	a _g rock	S _S	S _T	a _g amplified
Pipeline	KP 0 – KP 3	Site P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.20	0.119
						SLV	949	0.211	1.193	1.20	0.302
						SLC	1950	0.278	1.129	1.20	0.377
	KP 3 – KP 4.85	Site P3	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.084	1.200	1.20	0.121
						SLV	949	0.227	1.183	1.20	0.322
						SLC	1950	0.302	1.112	1.20	0.403
	KP 4.85 – KP 8	Site P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162
						SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382
						SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437

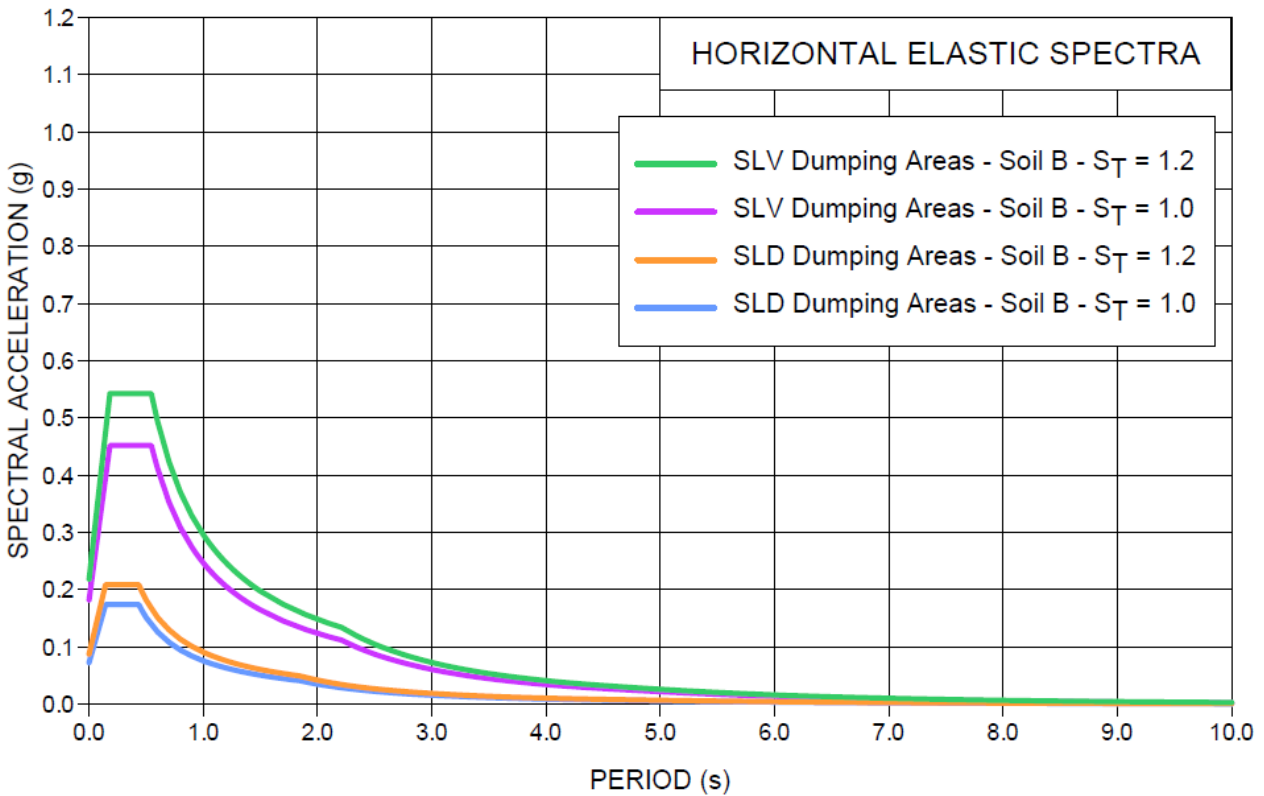


Figure 6-1 - Horizontal Elastic Spectra – Example of Class II

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 18 of 60	

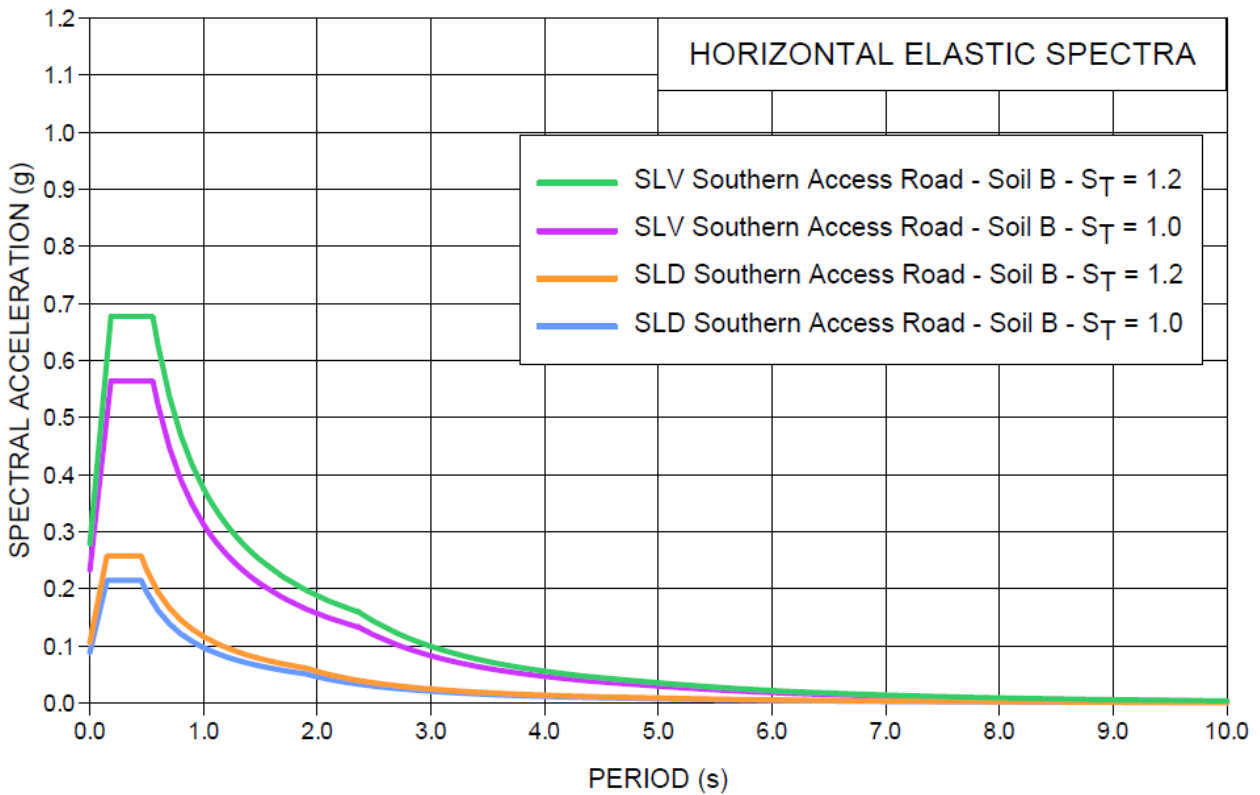


Figure 6-2 - Horizontal Elastic Spectra – Example of Class III

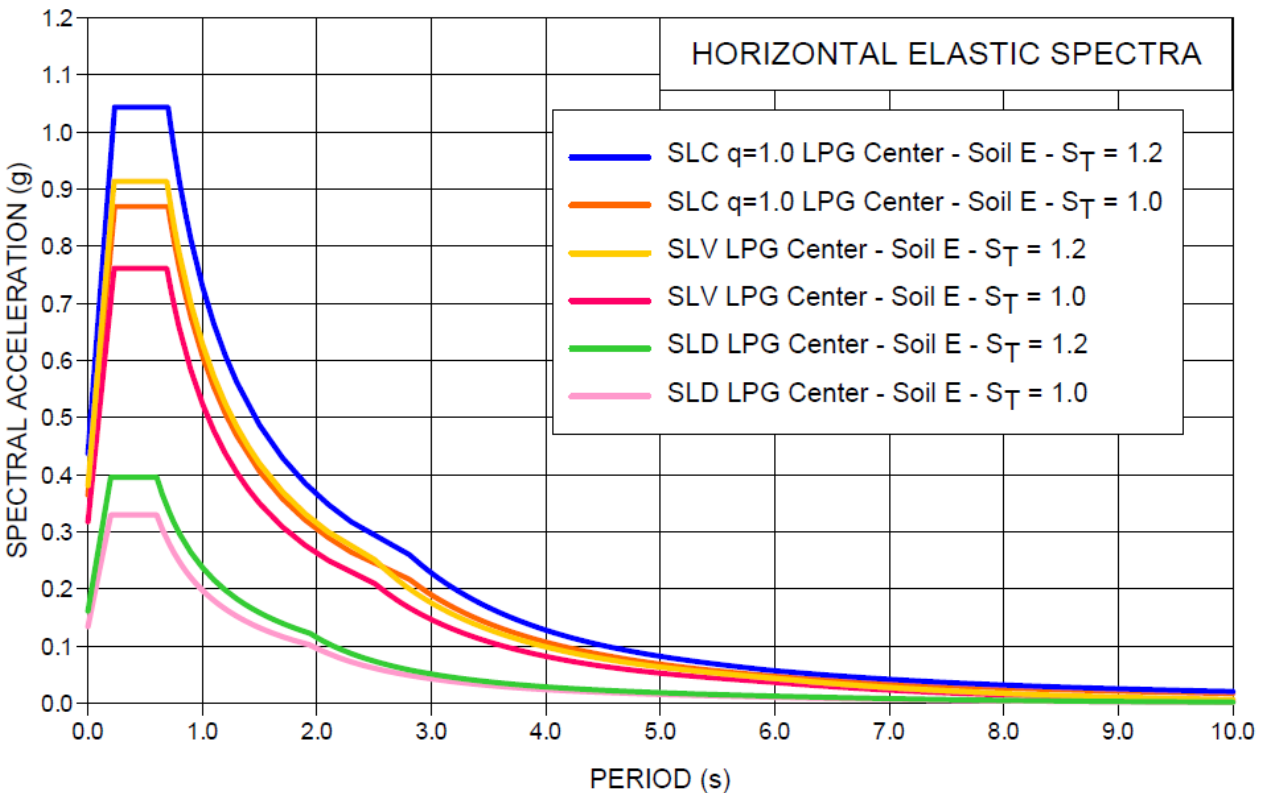


Figure 6-3 - Horizontal Elastic Spectra – Example of Class IV

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 19 of 60	

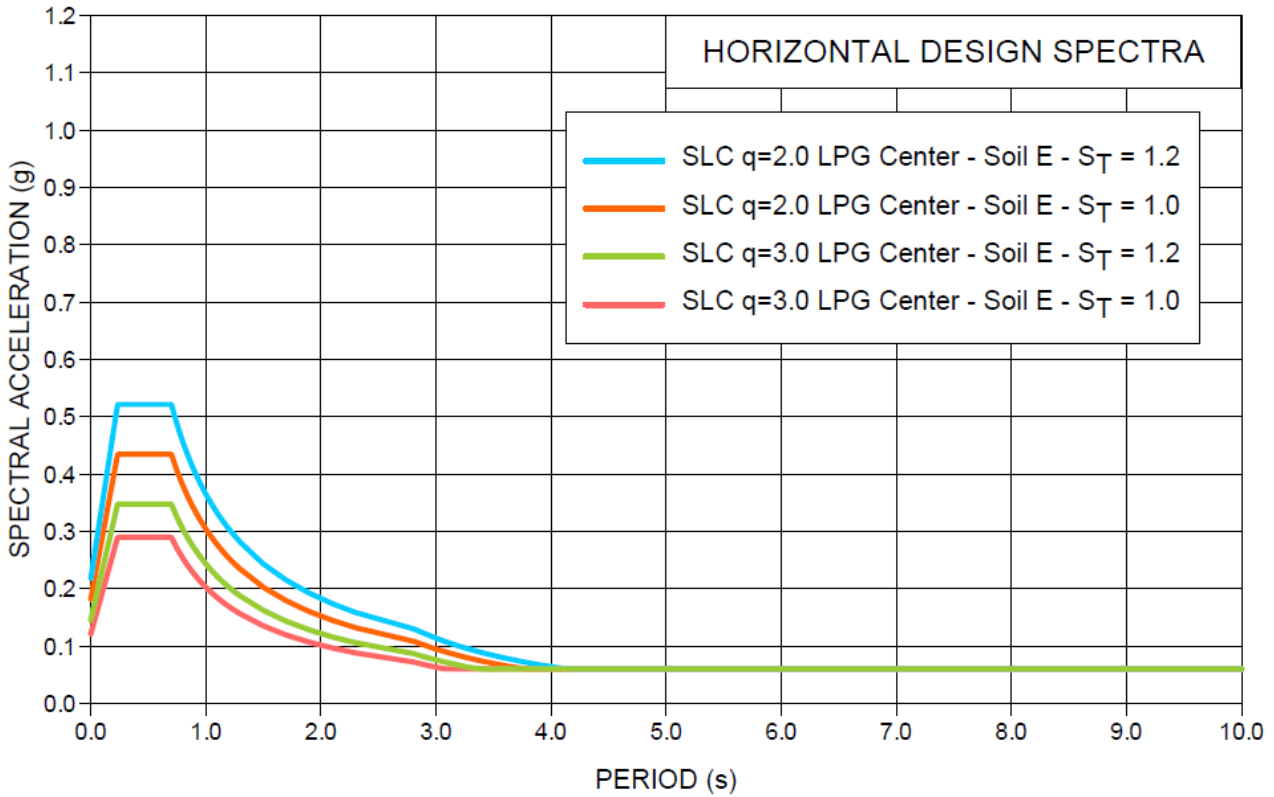


Figure 6-4 - Horizontal Design Spectra for SLC Limit State – Example of Class IV

6.5. VERTICAL SPECTRA

Elastic spectra for the vertical component are defined by the following equations:

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \left(\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right) \quad \text{for } 0 \leq T < T_B \quad (9)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \quad \text{for } T_B \leq T < T_C \quad (10)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad \text{for } T_C \leq T < T_D \quad (11)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{for } T \geq T_D \quad (12)$$

where F_V is defined as:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (13)$$

Parameters a_g and F_V are a function of return period. These data are given for the various structure and limit states in Table 6-5. The other parameters for the vertical spectra are constants, and do not vary with

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 20 of 60	

return period or soil type. These values are summarized in Table 6-16. Note that NTC08 defines vertical spectra up to periods of 4 s. The vertical spectra have been defined for longer periods according to Equation (12). Vertical elastic spectra are shown for structure classes II, III and IV as example in Figure 6-5 to Figure 6-7.

Vertical design spectra, taking into account structural ductility, have been computed for structure class IV in the SLC limit state. According to NTC08 code, vertical spectra are defined using a q factor of 1.5, independently of structure characteristics. Other choices of q factors shall be substantiated by the designer. Figure 6-8 compares the SLC vertical design spectrum to the elastic (q=1.0) spectrum for the LPG Center as example.

Table 6-16 - Parameters for Vertical Spectra

SOIL CLASS	S _s	T _B (s)	T _C (s)	T _D (s)
A, B, C, D, E	1.0	0.05	0.15	1.0

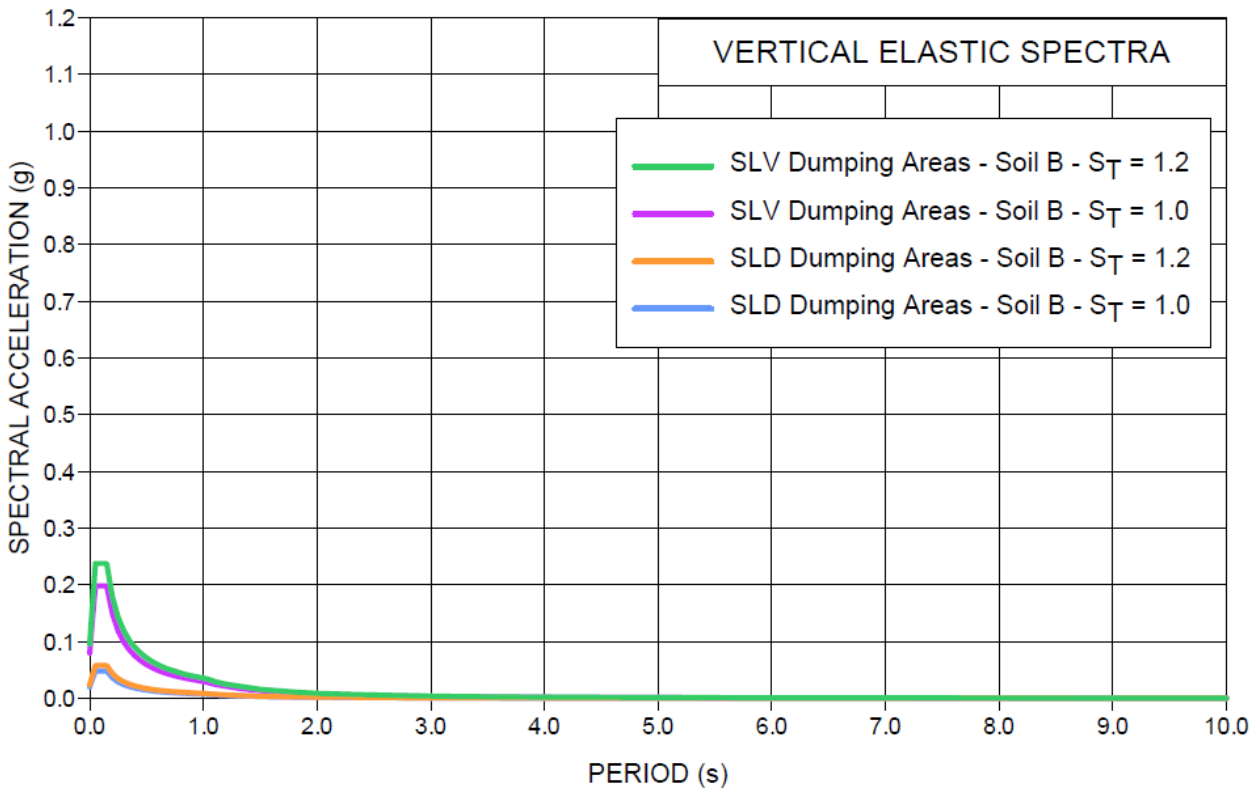


Figure 6-5 - Vertical Elastic Spectra – Example of Class II

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 21 of 60	

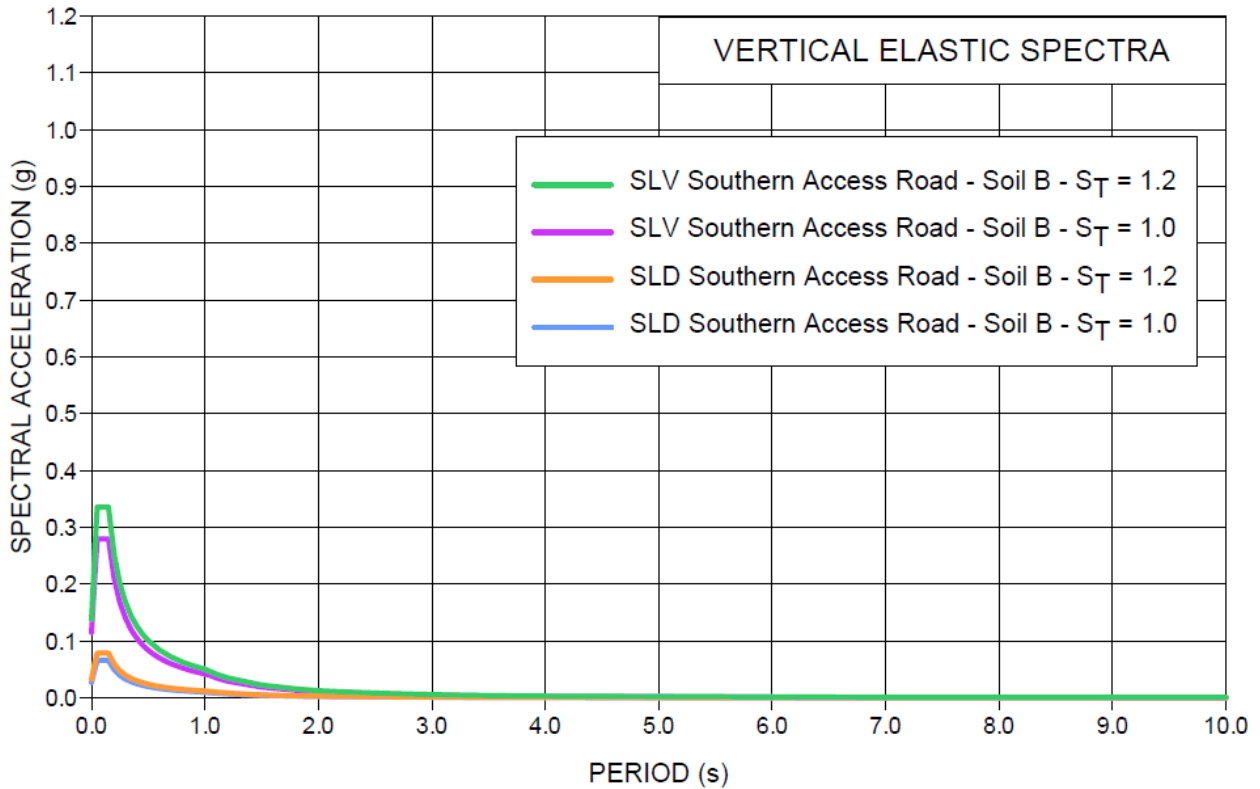


Figure 6-6 - Vertical Elastic Spectra – Example of Class III

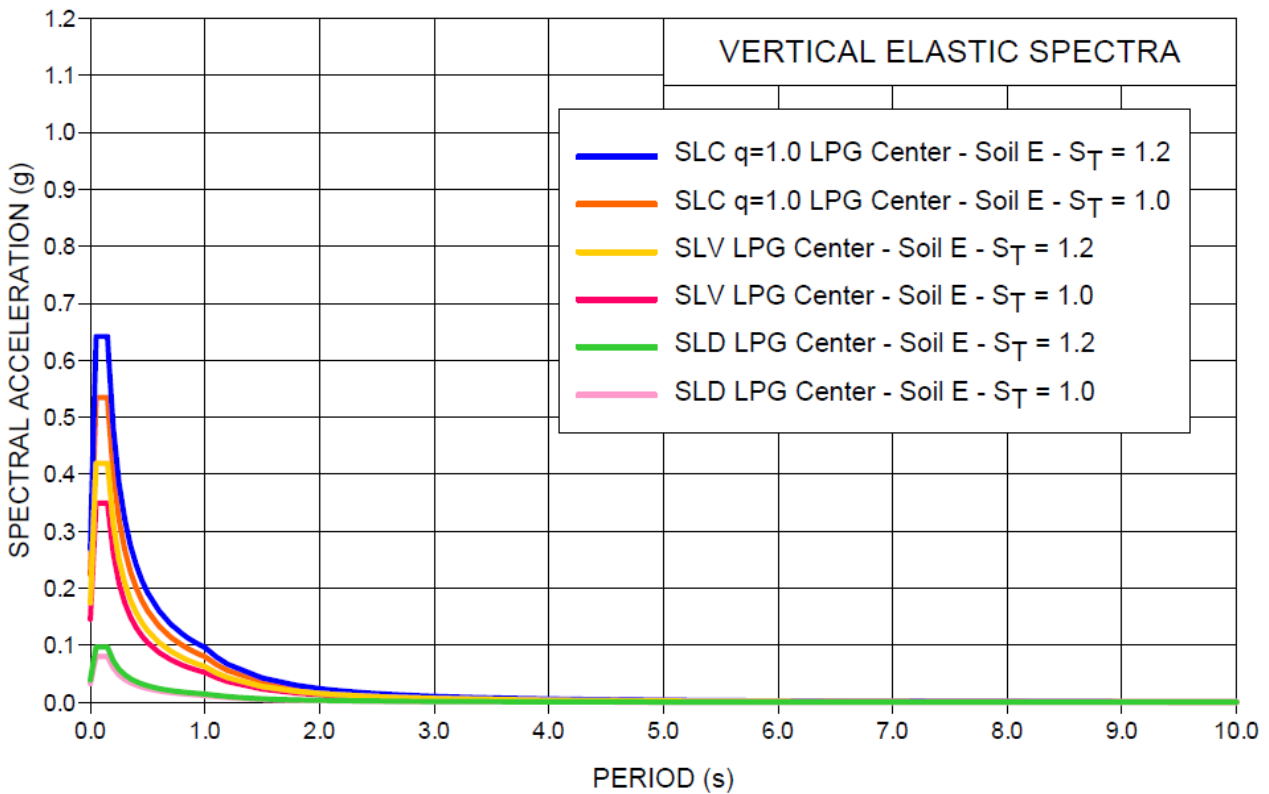


Figure 6-7 - Vertical Elastic Spectra – Example of Class IV

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 22 of 60	

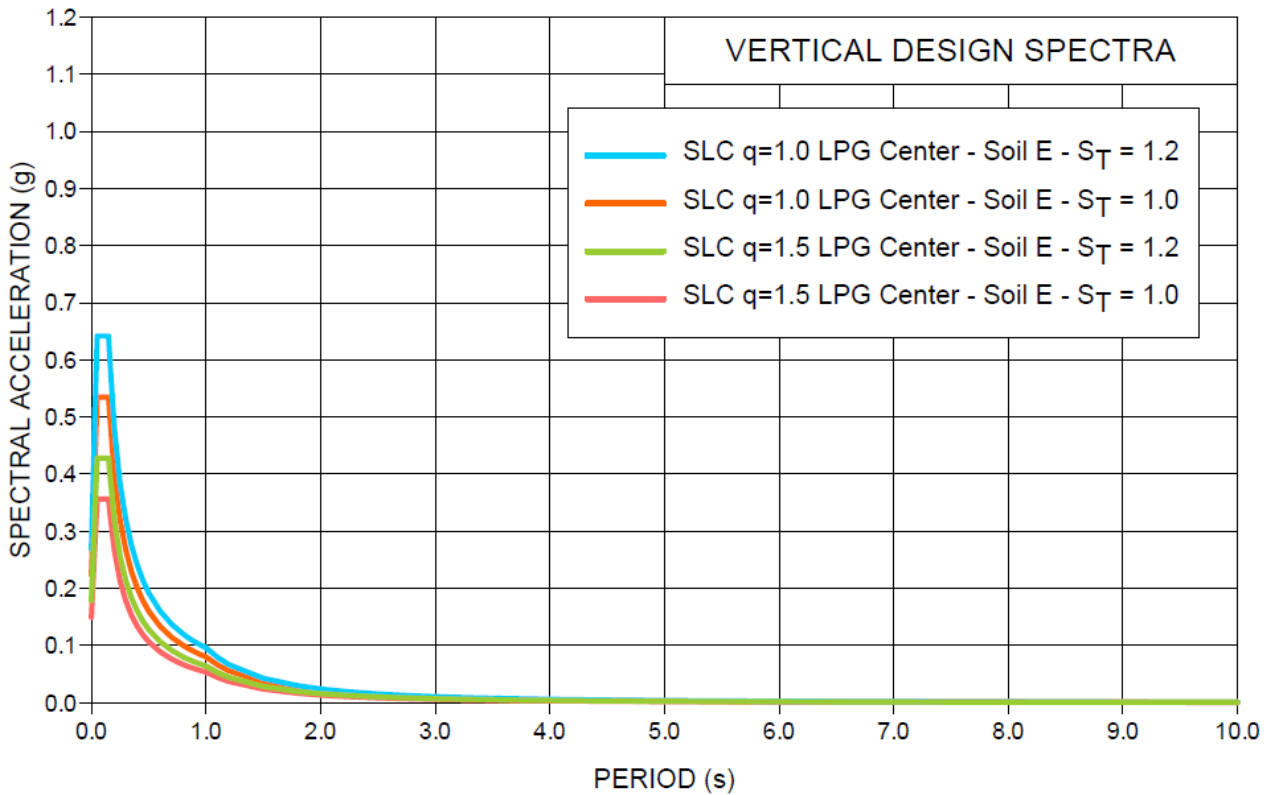


Figure 6-8 - Vertical Design Spectra for SLC Limit State – Example of Class IV

7. SPECIFIC DATA FOR SEISMIC DESIGN OF PIPELINES

7.1. CODES, GUIDELINES AND LIMIT STATES

Civil structures and earthworks required for the pipelines shall be designed according to NTC08, considering Class IV. Structural design of the pipeline shall be performed for the NTC08 SLD and SLV limit states, using the Class IV seismic input. Reference may also be made to appropriate international codes as necessary, and the PRCI Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines (PRCI, 2004).

7.2. BASIC SEISMIC INPUT

Peak ground acceleration (PGA) and peak ground velocity (PGV) will depend on the NTC08 soil classification at any individual location. Values of PGA and PGV for ultimate limit state verifications are given in Table 7-1 and in Table 7-2 for amplification factor $S_T = 1.0$ and $S_T = 1.2$ respectively.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 23 of 60	

Table 7-1 - PGA and PGV for ultimate Limit State of Pipeline – $S_T = 1.0$

FACILITY	SOIL CLASS	PGA (g)	PGV (m/s)
Pipeline (KP 0 – KP 3)	A	0.211	0.144
	B	0.252	0.223
	C	0.293	0.277
	D	0.343	0.443
	E	0.302	0.331
Pipeline (KP 3 – KP 8)	A	0.227	0.152
	B	0.268	0.234
	C	0.312	0.290
	D	0.359	0.460
	E	0.318	0.344

Table 7-2 - PGA and PGV for ultimate Limit State of Pipeline – $S_T = 1.2$

FACILITY	SOIL CLASS	PGA (g)	PGV (m/s)
Pipeline (KP 0 – KP 3)	A	0.253	0.173
	B	0.302	0.268
	C	0.352	0.332
	D	0.411	0.532
	E	0.363	0.397
Pipeline (KP 3 – KP 8)	A	0.272	0.182
	B	0.322	0.281
	C	0.374	0.348
	D	0.431	0.552
	E	0.382	0.413

The apparent propagation velocity of seismic motion may be taken as 2 km/s (PRCI, 2004).

7.3. FAULT CROSSING

The pipelines extending from the Oil Center to the LPG storage area will cross the mapped Scorciabuoi fault. The pertinent data regarding the fault crossing are:

- Location: km 2.27 of pipeline route;
- Sense of motion: Normal;
- Crossing angle: 70°;

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 24 of 60	

- Estimated fault length: 20 km;
- Maximum displacement: mean 0.96 m, standard deviation 0.41 m.

There is no general consensus in the geologic literature regarding the activity of this feature. At least one researcher (Salviulo et al., 2005) classifies the fault as active.

Unless site specific surveys are carried out to demonstrate that the feature does not present a hazard, the pipeline fault crossing should be designed to the above mentioned parameters.

8. LIQUEFACTION POTENTIAL

A specific liquefaction potential assessment for the project has been also carried out (D'Appolonia, 2010). Results of the analyses showed that liquefaction is not expected to be a critical issue for the Tempa Rossa sites. In particular, locations characterized by the presence of the Gorgoglione Flysch, as the Oil Center and the surrounding areas, can be considered generally safe, based on geological considerations. Specific analysis for the most critical area, corresponding to the LPG and Corleto Tie-in locations, showed soils at site are not expected to be subjected to potential liquefaction phenomena due to specific soil conditions at the sites.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 25 of 60	

9. REFERENCES

D'Appolonia, 2010, Report "Review of Geotechnical Design Input for Seismic Analyses", Document No. IT-TPR-GE-DAP-000003, D'Appolonia Doc. No. 09-616-H3-Rev.1, February.

European Committee for Standardization (CEN), 2004, "Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance part 1: General Rules, seismic actions and rules for buildings", December.

Ministero delle Infrastrutture e Ministero dell'Interno, 2008, Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14.01.08, published on G. U. N. 29 del 04/02/2008.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2009, Circolare Ministeriale 02.02.09 N. 617, Istruzioni per l'Applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, published on G. U. N. 47 del 26/02/2009.

Pipeline Research Council International (PRCI), 2004, Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines, Catalog N. L51927.

Salviulo, L., S. Piscitelli, A. Loperte e R. Caputo, 2005, "Late Quaternary activity of the Scorcibuoi Fault, Southern Italy", Rendiconti della Società Geologica Italiana, Vol. 1, Nuova Serie, pp. 152-153.

PPA/CMT/EP/RC:tds

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 26 of 60	

PARTE B

ITALIANO

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 27 of 60	

1. INTRODUZIONE

1.1. GENERALITA'

Il presente documento contiene i dati sismici di progetto per il Progetto TOTAL Tempa Rossa, che prevede lo sviluppo di un giacimento di idrocarburi nella Regione Basilicata, nei Comuni di Corleto Perticara, Guardia Perticara e Gorgoglione nelle Province di Potenza e Matera. Le opere previste sono costituite da:

- Centro Oli per la stabilizzazione e il trattamento del greggio e successiva esportazione dei prodotti finiti;
- Centro di stoccaggio del GPL con strutture per il carico su autobotti;
- Un sistema di raccolta (oleodotti ausiliari) che collega sei pozzi con il Centro Oli;
- Una rete per i prodotti finiti (condotte per greggio, gas commerciale, GPL e acqua).

Le opere ausiliarie comprendono una strada circolare di servizio e un strada di accesso che collegano il Centro Oli alla rete stradale pubblica.

1.2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è definire i dati sismici di progetto per le strutture principali del Progetto Tempa Rossa e per quelle ausiliarie. A tal fine si illustra la normativa di riferimento, si definisce la vita nominale e la classe d'uso per le diverse strutture, si identificano gli stati limite da tenere in considerazione e si forniscono i dati sismici necessari per la progettazione delle strutture, dei lavori di movimentazione terra, delle strade e delle condotte. I dati di progetto delle condotte comprendono i dati sismici e la caratterizzazione preliminare di un attraversamento di faglia. La caratterizzazione della faglia dovrà essere confermata da indagini in sito.

I dati sismici di progetto riguardano le seguenti strutture:

- Centro Oli;
- Centro GPL;
- Centro di Connessione di Corleto;
- Pozzi;
- Strada di accesso;
- Strada circolare di servizio;
- Aree di scarico e stoccaggio;
- Oleodotti ausiliari e principali;
- Struttura provvisoria (TCF-MO nel Centro Oli).

Tale documento fornisce i dati sismici di progetto sulla base delle informazioni a disposizione. Sarà cura del progettista finalizzare le scelte così come meglio descritto e specificato nel seguito.

1.3. STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Il rapporto si articola come segue. La normativa è illustrata nel Capitolo 2. Le informazioni relative alla classificazione delle strutture vengono esaminate nel Capitolo 3. Nel Capitolo 4 vengono identificati gli

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 28 of 60	

stati limite da tenere in considerazione per la progettazione. Nel Capitolo 5 si riassumono i metodi di analisi applicabili in base alla normativa, mentre il Capitolo 6 fornisce i dati sismici. I dati sismici per il progetto delle condotte vengono presentati nel Capitolo 7. I risultati principali della valutazione del potenziale di liquefazione sono riassunti nel Capitolo 8. L'Appendice A riporta le mappe dei parametri sismici per il periodo di ritorno di 475 anni nell'area di progetto in conformità alla normativa italiana. L'Appendice B contiene un esempio di valutazione dei dati sismici.

2. NORME SISMICHE

La SOCIETÀ richiede una valutazione specifica del rischio sismico e il rispetto della normativa nazionale. Le norme nazionali per la progettazione sismica sono:

- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC08) – D.M. 14/01/2008, pubblicate nella G.U. N. 29 del 04/02/2008, in vigore dal 30/06/2009;
- Istruzioni per l'applicazione della norma NTC08, "Circolare Ministeriale 02/02/2009 N. 617", emessa dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Si noti che tutti i parametri sismici di progetto, quali periodi di ritorno e accelerazioni di riferimento, presentati in questo rapporto sono conformi alla norma italiana NTC08.

3. CLASSIFICAZIONE DELLE STRUTTURE

3.1. VITA NOMINALE

Per le strutture principali del Progetto Tempa Rossa viene assunta una vita nominale di 50 anni, come per le opere ordinarie (NTC08).

La vita nominale per le strutture provvisorie "Uffici Principali" (indicati anche come TCF-MO) è di 10 anni. Tutte le altre strutture provvisorie hanno una vita nominale di 2 anni e, in base alla norma, non richiedono verifiche sismiche.

3.2. CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO PER LE AZIONI SISMICHE

La norma NTC08 definisce quattro classi d'uso per le strutture. Le caratteristiche principali per ciascuna classe sono le seguenti:

- Classe I – Strutture con presenza occasionale di persone;
- Classe II – Strutture con normale affollamento, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Infrastrutture che non rientrano nelle classi superiori;
- Classe III – Strutture con affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Strade extra-urbane non ricadenti nella Classe IV;
- Classe IV – Strutture con funzioni pubbliche o di importanza strategica, comprese le funzioni di protezione civile. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Strade extra-urbane principali.

Il periodo di riferimento per le azioni sismiche è definito come:

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 29 of 60	

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (1)$$

Dove:

V_R Periodo di riferimento per l'azione sismica;

V_N Vita nominale;

C_U Coefficiente d'uso

Il periodo di riferimento è limitato a un minimo di 35 anni. Il coefficiente d'uso C_U assume valori rispettivamente di 0.7, 1.0, 1.5 e 2.0 per le Classi I, II, III e IV.

3.3. VALORI DI PROGETTO PER CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Le classi d'uso e i periodi di riferimento per il Progetto Tempa Rossa sono riportati nella Tabella 3-1.

Tabella 3 1 - Classe d'Uso e Periodo di Riferimento per le Azioni Sismiche

STRUTTURA	CLASSE D'USO	V_N (anni)	C_U	V_R (anni)
Centro Oli ⁽¹⁾	IV	50	2.0	100
Centro Oli – TCF-MO	II	10	1.0	35
Centro GPL ⁽¹⁾	IV	50	2.0	100
Centro di Connessione di Corleto	IV	50	2.0	100
Pozzi	IV	50	2.0	100
Strada di accesso	III	50	1.5	75
Strada circolare di servizio	III	50	1.5	75
Aree di scarico e stoccaggio	II	50	1.0	50
Oleodotti ausiliari e principali	IV	50	2.0	100

Nota:

⁽¹⁾ Durante la fase di progettazione esecutiva, al fine di ottimizzare il progetto, potrebbe rendersi necessaria una classificazione più dettagliata (in base agli impianti / tipo di impianti) per i Centri Oli e GPL. In particolare, gli edifici/strutture non presidiati, gli impianti che non movimentano idrocarburi e che non sono collegati ad altri servizi o installazioni pericolosi, critici per la sicurezza, potrebbero essere assegnati alla Classe III o addirittura alla Classe II.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 30 of 60	

4. STATI LIMITE PER IL PROGETTO SISMICO

4.1. DEFINIZIONE DEGLI STATI LIMITE

La norma NTC08 definisce i seguenti stati limite per il progetto sismico:

- Stato Limite di Esercizio (SLE):
 - Stato Limite di Danno (SLD);
 - Stato Limite di Operatività (SLO).
- Stato Limite Ultimo (SLU):
 - Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV),
 - Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

Le probabilità di eccedenza da considerare durante il periodo di riferimento V_R sono rispettivamente 81%, 63%, 10% e 5% per SLO, SLD, SLV e SLC.

La norma NTC08 richiede la verifica per gli stati limite SLD e SLV. Per specifiche strutture e impianti critici nel Centro Oli, Centro GPL, Pozzi e Centro di Connessione di Corleto, la Società potrebbe richiedere la progettazione allo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC). Le strutture e gli impianti considerati critici verranno identificati dalla Società. Per queste strutture la classe d'uso di riferimento dovrà essere la più restrittiva, cioè la Classe IV. Si noti che le verifiche allo stato limite SLC saranno necessarie solo per la progettazione strutturale specifica. Le verifiche per le attività di ingegneria relative alle opere per la preparazione del sito e al progetto geotecnico saranno effettuate in conformità ai requisiti della norma NTC08 e riguarderanno quindi solo gli stati limite SLD e SLV. I relativi periodi di ritorno sono riassunti nella Tabella 4-1.

Tabella 4-1 - Verifiche Richieste dalla Norma NTC08

CLASSE	PERIODO DI RITORNO (ANNI)		
	SLD	SLV	SLC
II - Centro Oli TCF-MO	35	332	-
II - Aree di Scarico e Stoccaggio	50	475	-
III	75	712	-
IV	101	949	1950

5. METODO DI ANALISI

In base alla norma NTC08 si possono effettuare analisi sia lineari sia non lineari per la verifica delle strutture in condizioni di carico sismico. Si possono adottare i metodi di analisi dell'equilibrio sia statico sia dinamico. I metodi di analisi ammessi sono riassunti nella Tabella 5-1.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 31 of 60	

Tabella 5-1 – Metodi di Analisi Ammessi dalla Norma NTC08

LINEARE (strutture sia dissipative sia non dissipative)	
DINAMICA	STATICA
Analisi degli spettri di risposta oppure Analisi degli accelerogrammi (solo non dissipative)	Solo se la risposta non viene influenzata in modo significativo dai contributi dei modi di vibrazione superiori al modo fondamentale in ciascuna direzione principale
NON LINEARE (solo strutture dissipative)	
DINAMICA	STATICA
Analisi degli accelerogrammi	Analisi Push-over

6. SPETTRI ELASTICI

6.1. DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO

La norma NTC08 definisce il livello di rischio per un determinato sito in funzione dei tre parametri seguenti:

- a_g : accelerazione orizzontale massima su basamento roccioso;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro su basamento roccioso;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

I parametri sismici sono tabulati in funzione del periodo di ritorno su una griglia di 5.5 km che copre il territorio nazionale italiano. Le curve di livello di questi tre parametri per un periodo di ritorno di 475 anni per la zona di Tempa Rossa sono riportate nell'Appendice A.

La mappatura fornita dalla norma NTC08 indica che il rischio sismico è abbastanza uniforme in tutto il sito di Tempa Rossa. L'accelerazione orizzontale massima su roccia per un periodo di ritorno di 475 anni varia da circa 0.14 g a Nord-Est a 0.17 g a Sud-Ovest (Figura A-1). I valori più elevati per i parametri sismici si registrano presso il Centro di Connessione di Corleto. Gli spettri elastici di progetto si basano sui parametri sismici indicati dalla norma NTC08 per i quattro siti elencati in Tabella 6-1.

Tabella 6-1 - Coordinate dei Siti per la Definizione degli Spettri Elastici

Sito	Longitudine	Latitudine	X	Y	Strutture
P1	16.080	40.409	2611643.408	4473829.937	Centro Oli, Centro Oli – TCF-MO, Strada circolare di servizio, Aree di scarico e stoccaggio, Oleodotti ausiliari.
P2	16.072	40.386	2610993.259	4471229.580	Strada di accesso (parte Nord), Pozzi, Oleodotto principale (da KP 0 a KP 3).
P3	16.067	40.356	2610609.017	4467894.336	Centro GPL, Centro di connessione di Corleto, Oleodotto principale (da KP 3 a KP 8).
P4	16.065	40.378	2610409.771	4470334.369	Strada di accesso (parte Sud).

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001			
		Revision	04	Status	AFD	
Document Type :	SPE	System / Subsystem :		Discipline :	GEO	
Contractor document number :			09-616-H1 Rev.5		Rev Date :	24-08-2012
					Page 32 of 60	

La posizione dei punti P1, P2, P3 e P4 è mostrata in Figura A-1.

6.2. CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

La Tabella 6-2 riporta le diverse categorie di terreno definite dalla norma NTC08. La classificazione si basa sulla velocità media delle onde di taglio nei 30 m superiori del profilo stratigrafico ($V_{s,30}$).

Tabella 6-2 - Categorie di Sottosuolo in Base alla Norma NTC08

CATEGORIA DEL SITO	DESCRIZIONE DEL PROFILO STRATIGRAFICO	$V_{s,30}$ (m/s)
A	Affioramento roccioso o terreno molto rigido, comprendente in superficie uno strato di materiale meno consistente con spessore massimo pari a 3 m.	> 800
B	Rocce tenere o depositi profondi di sabbia molto addensata, ghiaia o argilla molto consistente, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	360 – 800
C	Depositi profondi di sabbia molto o mediamente addensata, ghiaia o argilla consistente, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	180 – 360
D	Depositi di terreni non coesivi da scarsamente a mediamente addensati o terreni coesivi da scarsamente consistenti a consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.	< 180
E	Un profilo stratigrafico caratterizzato da uno strato superficiale alluvionale con valori di V_s di tipo C o D e spessore non superiore a 20 m, su un substrato di materiale più rigido con $V_s > 800$ m/s.	-
S1	Depositi con $V_s < 100$ m/s che contengono uno strato di almeno 8 m di argille/limi poco consistenti o uno strato di almeno 3 m di torba o argilla organica.	-
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non compresa nei tipi A – E o S1.	-

Le categorie di sottosuolo che corrispondono a ciascuna struttura sono riportate nella Tabella 6-3. Si noti che la classificazione effettuata per Centro Oli, Centro GPL, strada di accesso e strada circolare di servizio e aree di scarico e stoccaggio si basa sui dati geotecnici. Le classificazioni per gli altri siti sono state estrapolate e dovranno essere verificate in fase di progetto. I dettagli relativi alle classificazioni dei siti sono contenuti in un documento separato, che esamina i parametri geotecnici di progetto per le analisi sismiche (D'Appolonia, 2010).

Tabella 6-3 - Categorie di Sottosuolo per le Strutture di Tempa Rossa

STRUTTURA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
Centro Oli	TERRENO B
Centro GPL	TERRENO E
Centro di Connessione di Corleto	TERRENO E
Pozzi	TERRENO B

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 33 of 60	

STRUTTURA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO
Strada di accesso	TERRENO B
Strada circolare di servizio	TERRENO B
Aree di scarico e stoccaggio	TERRENO B
Oleodotti ausiliari	TERRENO B
Oleodotti principali	TERRENO B dal Centro Oli a KP 4.85 TERRENO E da KP 4.85 al Centro GPL

6.3. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Gli spettri elastici della norma NTC08 considerano direttamente l'amplificazione sismica connessa agli effetti topografici. Gli spettri vengono amplificati in modo uniforme per un coefficiente S_T , definito nella Tabella 6-4:

Tabella 6-4 - Coefficienti di Amplificazione Topografica in Base alla Norma NTC08

CATEGORIA	CARATTERISTICHE TOPOGRAFICHE	UBICAZIONE DELLE OPERE	S_T
T1	Aree pianeggianti, pendii isolati e colline con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-	1.0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	Sommità del pendio	1.2
T3	Rilievo topografico la cui cresta è molto più stretta della base e con inclinazione media $15^\circ < i \leq 30^\circ$	Cresta del rilievo	1.2
T4	Rilievo topografico la cui cresta è molto più stretta della base e con inclinazione media $i > 30^\circ$	Cresta del rilievo	1.4

Si ipotizza una variazione lineare di S_T tra 1.0 e il valore indicato alla sommità del rilievo.

Le categorie topografiche dell'area di Tempa Rossa variano in base alla posizione di ciascuna struttura. Considerando la topografia generale del sito, si assume un coefficiente di amplificazione topografica S_T compreso tra 1.0 e 1.2. La scelta del valore appropriato dovrà essere effettuata dal progettista per ciascuna struttura.

6.4. SPETTRI ORIZZONTALI

La componente orizzontale dello spettro elastico è descritta dalle equazioni che seguono. In base alla norma NTC08, lo spettro viene definito per periodi da zero a 4 s. Per periodi superiori a 4 s lo spettro è stato definito in base allo spettro elastico di spostamento orizzontale previsto dalla norma NTC08, utilizzando l'inversione suggerita da EC8 (CEN, 2004). L'estensione a periodi elevati è necessaria data la sensibilità dei serbatoi di stoccaggio a questo tipo di moto del suolo: si prevede che il periodo per il verificarsi del fenomeno dello sloshing nel serbatoio sia dell'ordine di 10 s.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 34 of 60	

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right) \quad \text{per } 0 \leq T < T_B \quad (2)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \quad \text{per } T_B \leq T < T_C \quad (3)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad \text{per } T_C \leq T < T_D \quad (4)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T_D \leq T < T_E \quad (5)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \cdot \left[F_0 \cdot \eta + (1 - F_0 \eta) \cdot \frac{T - T_E}{T_F - T_E} \right] \quad \text{per } T_E < T \leq T_F \quad (6)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T > T_F \quad (7)$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (8)$$

Dove:

- a_g è l'accelerazione orizzontale massima su roccia con smorzamento del 5%;
 S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica;
 S_T è il coefficiente di amplificazione topografica;
 η è il coefficiente di correzione per lo smorzamento pari a 1 per smorzamento del 5%;
 F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su roccia;
 $T_B, T_C^*, T_C, T_D, T_E, T_F$ sono i periodi caratteristici dello spettro e sono in funzione del tipo di terreno;
 C_C è funzione del tipo di terreno.

I parametri fondamentali che definiscono gli spettri elastici sono elencati nella Tabella 6-5. I parametri specifici per ciascun gruppo di strutture sono riportati nelle Tabelle da 6-6 a 6-13. Considerando i parametri di Tabella 6-5 e le ipotesi sulle categorie di sottosuolo indicate in Tabella 6-3, i valori di a_g al sito per ciascuna struttura sono elencati in Tabella 6-14 per coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$ e in Tabella 6-15 per coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$. Le Figure da 6-1 a 6-3 riportano gli spettri elastici orizzontali di alcune delle strutture di Classe II, III e IV come esempio e mostrano la variazione di risultato che si ottiene scegliendo coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$ oppure $S_T = 1.2$.

Gli spettri di progetto per gli stati limite ultimi, che tengono in considerazione la duttilità strutturale, sono stati ottenuti riducendo le corrispondenti ordinate spettrali elastiche di un fattore q maggiore di (o pari a) uno. Il fattore q rappresenta la duttilità della struttura e dipende dal tipo di struttura, dalla regolarità, dal modello statico e dai materiali. Per questo tipo di approccio il limite inferiore per l'accelerazione spettrale di progetto è $0.2 a_g$. Per ulteriori chiarimenti si può fare riferimento a EC8.

Esempi di spettri di progetto che tengono in considerazione gli effetti della duttilità sono riportati nella Figura 6-4 per lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC). Gli spettri fanno riferimento alla Classe d'uso IV e sono stati calcolati per fattori q pari a 2.0 e 3.0. Il progettista dovrà scegliere i fattori q adeguati per ciascuna struttura.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO						Document number IT-TPR-GE-DAP-000001					
						Revision	04	Status	AFD		
Document Type : SPE		System / Subsystem :		Discipline : GEO		Rev Date : 24-08-2012					
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5						Page 35 of 60					

Tabella 6-5 - Parametri Principali per gli Spettri Elastici

STRUTTURA	SITO IN Figure A-1	V _N	C _U	STATO LIMITE	PERIODO DI RITORNO (anni)	a _g (g)	F ₀	T _C * (s)	T _D (s)	T _F (s)	F _V ⁽¹⁾
Centro Oli e Oleodotti ausiliari	Sito P1	50	IV	SLD	101	0.081	2.459	0.343	1.926	10.0	0.948
				SLV	949	0.198	2.503	0.440	2.391	10.0	1.503
				SLC	1950	0.258	2.498	0.452	2.632	10.0	1.713
Centro Oli – TCF-MO	Sito P1	10	II	SLD	35	0.052	2.354	0.295	1.807	10.0	0.722
				SLV	332	0.132	2.488	0.395	2.127	10.0	1.219
Centro GPL, Centro di connessione di Corleto e Oleodotto principale (KP 3 - KP 8)	Sito P3	50	IV	SLD	101	0.084	2.450	0.339	1.937	10.0	0.960
				SLV	949	0.227	2.395	0.426	2.507	10.0	1.540
				SLC	1950	0.302	2.386	0.437	2.808	10.0	1.770
Pozzi e Oleodotto principale (KP 0 - KP 3)	Sito P2	50	IV	SLD	101	0.083	2.456	0.341	1.930	10.0	0.953
				SLV	949	0.211	2.452	0.435	2.444	10.0	1.521
				SLC	1950	0.278	2.441	0.446	2.712	10.0	1.737
Strada di accesso (parte Nord)	Sito P2	50	III	SLD	75	0.073	2.423	0.331	1.892	10.0	0.884
				SLV	712	0.187	2.450	0.428	2.348	10.0	1.430
Strada di accesso (parte Sud)	Sito P4	50	III	SLD	75	0.074	2.421	0.329	1.896	10.0	0.889
				SLV	712	0.194	2.425	0.425	2.376	10.0	1.442
Strada circolare di servizio	Sito P1	50	III	SLD	75	0.072	2.420	0.332	1.890	10.0	0.879
				SLV	712	0.177	2.494	0.430	2.309	10.0	1.418
Aree di scarico e stoccaggio	Sito P1	50	II	SLD	50	0.061	2.392	0.313	1.843	10.0	0.795
				SLV	475	0.152	2.482	0.417	2.207	10.0	1.305

(1) F_v viene utilizzato solo per spettri verticali.

Tabella 6-6 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Centro Oli e Oleodotti ausiliari (Sito P1)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.114	0.343	4.5	1.000	1.000	0.147	0.440	4.5	1.000	1.000	0.151	0.452	4.5
B	1.200	1.363	0.156	0.467	5.0	1.200	1.296	0.190	0.570	5.0	1.143	1.289	0.194	0.583	5.0
C	1.500	1.495	0.171	0.512	6.0	1.403	1.377	0.202	0.606	6.0	1.314	1.364	0.206	0.617	6.0
D	1.800	2.135	0.244	0.731	6.0	1.657	1.884	0.276	0.828	6.0	1.435	1.859	0.280	0.840	6.0
E	1.600	1.765	0.202	0.605	6.0	1.455	1.597	0.234	0.702	6.0	1.292	1.580	0.238	0.714	6.0

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO						Document number IT-TPR-GE-DAP-000001				
Document Type : SPE		System / Subsystem :		Discipline : GEO		Revision 04		Status AFD		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5						Rev Date : 24-08-2012				
						Page 36 of 60				

Tabella 6-7- Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Centro Oli-TCF-MO (Sito P1)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.098	0.295	4.5	1.000	1.000	0.132	0.395	4.5
B	1.200	1.405	0.138	0.414	5.0	1.200	1.324	0.174	0.523	5.0
C	1.500	1.572	0.154	0.463	6.0	1.500	1.426	0.188	0.564	6.0
D	1.800	2.303	0.226	0.678	6.0	1.800	1.988	0.262	0.786	6.0
E	1.600	1.875	0.184	0.552	6.0	1.600	1.667	0.220	0.659	6.0

Tabella 6-8 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Centro GPL, Centro di connessione di Corleto e Oleodotto principale (KP 3-KP 8) (Sito P3)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.113	0.339	4.5	1.000	1.000	0.142	0.426	4.5	1.000	1.000	0.146	0.437	4.5
B	1.200	1.366	0.154	0.462	5.0	1.183	1.305	0.185	0.556	5.0	1.112	1.298	0.189	0.567	5.0
C	1.500	1.501	0.169	0.508	6.0	1.374	1.392	0.198	0.593	6.0	1.268	1.380	0.201	0.603	6.0
D	1.800	2.148	0.242	0.727	6.0	1.585	1.916	0.272	0.816	6.0	1.319	1.890	0.276	0.827	6.0
E	1.600	1.774	0.200	0.600	6.0	1.402	1.618	0.230	0.689	6.0	1.207	1.601	0.233	0.700	6.0

Tabella 6-9 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Pozzi e Oleodotto principale (KP 0-KP 3) (Sito P2)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV					SLC				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.114	0.341	4.5	1.000	1.000	0.145	0.435	4.5	1.000	1.000	0.149	0.446	4.5
B	1.200	1.364	0.155	0.465	5.0	1.193	1.299	0.188	0.565	5.0	1.129	1.293	0.192	0.577	5.0
C	1.500	1.497	0.170	0.510	6.0	1.390	1.382	0.200	0.601	6.0	1.293	1.371	0.204	0.611	6.0
D	1.800	2.140	0.243	0.730	6.0	1.625	1.895	0.275	0.824	6.0	1.383	1.872	0.278	0.835	6.0
E	1.600	1.768	0.201	0.603	6.0	1.432	1.604	0.233	0.698	6.0	1.254	1.589	0.236	0.709	6.0

Tabella 6-10 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Strada di accesso - parte Nord (Sito P2)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.110	0.331	4.5	1.000	1.000	0.143	0.428	4.5
B	1.200	1.373	0.151	0.454	5.0	1.200	1.304	0.186	0.558	5.0
C	1.500	1.513	0.167	0.501	6.0	1.424	1.390	0.198	0.595	6.0
D	1.800	2.174	0.240	0.720	6.0	1.711	1.912	0.273	0.818	6.0
E	1.600	1.791	0.198	0.593	6.0	1.495	1.615	0.230	0.691	6.0

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO				Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
				Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 37 of 60		

Tabella 6-11 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Strada di accesso - parte Sud (Sito P4)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.110	0.329	4.5	1.000	1.000	0.142	0.425	4.5
B	1.200	1.373	0.151	0.452	5.0	1.200	1.305	0.185	0.555	5.0
C	1.500	1.515	0.166	0.498	6.0	1.418	1.393	0.197	0.592	6.0
D	1.800	2.178	0.239	0.717	6.0	1.695	1.918	0.272	0.815	6.0
E	1.600	1.793	0.197	0.590	6.0	1.483	1.620	0.230	0.689	6.0

Tabella 6-12 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Strada circolare di servizio (Sito P1)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.111	0.332	4.5	1.000	1.000	0.143	0.430	4.5
B	1.200	1.371	0.152	0.455	5.0	1.200	1.302	0.187	0.560	5.0
C	1.500	1.511	0.167	0.502	6.0	1.435	1.387	0.199	0.597	6.0
D	1.800	2.169	0.240	0.720	6.0	1.737	1.905	0.273	0.819	6.0
E	1.600	1.787	0.198	0.594	6.0	1.514	1.611	0.231	0.693	6.0

Tabella 6-13 - Parametri Spettrali per le Categorie dei Terreni – Aree di scarico e stoccaggio (Sito P1)

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	SLD					SLV				
	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)	S _s	C _c	T _B (s)	T _C (s)	T _E (s)
A	1.000	1.000	0.104	0.313	4.5	1.000	1.000	0.139	0.417	4.5
B	1.200	1.387	0.145	0.435	5.0	1.200	1.310	0.182	0.546	5.0
C	1.500	1.540	0.161	0.482	6.0	1.474	1.401	0.195	0.584	6.0
D	1.800	2.234	0.233	0.700	6.0	1.800	1.935	0.269	0.807	6.0
E	1.600	1.830	0.191	0.573	6.0	1.586	1.631	0.227	0.680	6.0

Considerando i parametri in Tabella 6-5 e le ipotesi sulle categorie di sottosuolo indicate in Tabella 6-3, i valori di a_g al sito per ciascuna struttura sono riportati in Tabella 6-14 per coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$ e in Tabella 6-15 per coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.2$. Il progettista dovrà scegliere il valore del coefficiente di amplificazione topografica adeguato per ciascuna struttura.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO				Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
				Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5				Page 38 of 60	

Tabella 6-14 – Summary of Seismic Parameters for each Facilities – $S_T = 1.0$

STRUTTURA	SITO IN Figure A-1	V_N	C_U	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	STATO LIMITE	TR (anni)	a_g roccia (g)	S_S	S_T	a_g amplificata (g)	
Centro Oli	Sito P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.00	0.098	
					SLV	949	0.198	1.200	1.00	0.237	
					SLC	1950	0.258	1.143	1.00	0.295	
Centro Oli – TCF-MO	Sito P1	10	II	SOIL B	SLD	35	0.052	1.200	1.00	0.062	
					SLV	332	0.132	1.200	1.00	0.158	
Centro GPL	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135	
					SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318	
					SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365	
Centro di connessione di Corleto	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135	
					SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318	
					SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365	
Pozzi	Sito P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.00	0.099	
					SLV	949	0.211	1.193	1.00	0.252	
					SLC	1950	0.278	1.129	1.00	0.314	
Strada di accesso (parte Nord)	Sito P2	50	III	SOIL B	SLD	75	0.073	1.200	1.00	0.088	
					SLV	712	0.187	1.200	1.00	0.224	
Strada di accesso (parte Sud)	Sito P4	50	III	SOIL B	SLD	75	0.074	1.200	1.00	0.089	
					SLV	712	0.194	1.200	1.00	0.233	
Strada circolare di servizio	Sito P1	50	III	SOIL B	SLD	75	0.072	1.200	1.00	0.087	
					SLV	712	0.177	1.200	1.00	0.213	
Aree di scarico e stoccaggio	Sito P1	50	II	SOIL B	SLD	50	0.061	1.200	1.00	0.073	
					SLV	475	0.152	1.200	1.00	0.182	
Oleodotti ausiliari	Sito P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.00	0.098	
					SLV	949	0.198	1.200	1.00	0.237	
					SLC	1950	0.258	1.143	1.00	0.295	
Oleodotto principale	KP 0 – KP 3	Sito P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.00	0.099
						SLV	949	0.211	1.193	1.00	0.252
						SLC	1950	0.278	1.129	1.00	0.314
	KP 3 – KP 4.85	Sito P3	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.084	1.200	1.00	0.101
						SLV	949	0.227	1.183	1.00	0.268
						SLC	1950	0.302	1.112	1.00	0.336
	KP 4.85 – KP 8	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.00	0.135
						SLV	949	0.227	1.402	1.00	0.318
						SLC	1950	0.302	1.207	1.00	0.365

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO				Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
				Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012		
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5				Page 39 of 60	

Tabella 6-15 – Summary of Seismic Parameters for each Facilities – $S_T = 1.2$

STRUTTURA	SITO IN Figure A-1	V_N	C_U	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	STATO LIMITE	TR (anni)	a_g roccia (g)	S_S	S_T	a_g amplificata (g)	
Centro Oli	Sito P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.20	0.117	
					SLV	949	0.198	1.200	1.20	0.285	
					SLC	1950	0.258	1.143	1.20	0.354	
Centro Oli – TCF-MO	Sito P1	10	II	SOIL B	SLD	35	0.052	1.200	1.20	0.074	
					SLV	332	0.132	1.200	1.20	0.190	
Centro GPL	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162	
					SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382	
					SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437	
Centro di connessione di Corleto	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162	
					SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382	
					SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437	
Pozzi	Sito P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.20	0.119	
					SLV	949	0.211	1.193	1.20	0.302	
					SLC	1950	0.278	1.129	1.20	0.377	
Strada di accesso (parte Nord)	Sito P2	50	III	SOIL B	SLD	75	0.073	1.200	1.20	0.105	
					SLV	712	0.187	1.200	1.20	0.269	
Strada di accesso (parte Sud)	Sito P4	50	III	SOIL B	SLD	75	0.074	1.200	1.20	0.107	
					SLV	712	0.194	1.200	1.20	0.279	
Strada circolare di servizio	Sito P1	50	III	SOIL B	SLD	75	0.072	1.200	1.20	0.104	
					SLV	712	0.177	1.200	1.20	0.255	
Aree di scarico e stoccaggio	Sito P1	50	II	SOIL B	SLD	50	0.061	1.200	1.20	0.087	
					SLV	475	0.152	1.200	1.20	0.219	
Oleodotti ausiliari	Sito P1	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.081	1.200	1.20	0.117	
					SLV	949	0.198	1.200	1.20	0.285	
					SLC	1950	0.258	1.143	1.20	0.354	
Oleodotto principale	KP 0 – KP 3	Sito P2	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.083	1.200	1.20	0.119
						SLV	949	0.211	1.193	1.20	0.302
						SLC	1950	0.278	1.129	1.20	0.377
	KP 3 – KP 4.85	Sito P3	50	IV	SOIL B	SLD	101	0.084	1.200	1.20	0.121
						SLV	949	0.227	1.183	1.20	0.322
						SLC	1950	0.302	1.112	1.20	0.403
	KP 4.85 – KP 8	Sito P3	50	IV	SOIL E	SLD	101	0.084	1.600	1.20	0.162
						SLV	949	0.227	1.402	1.20	0.382
						SLC	1950	0.302	1.207	1.20	0.437

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 40 of 60	

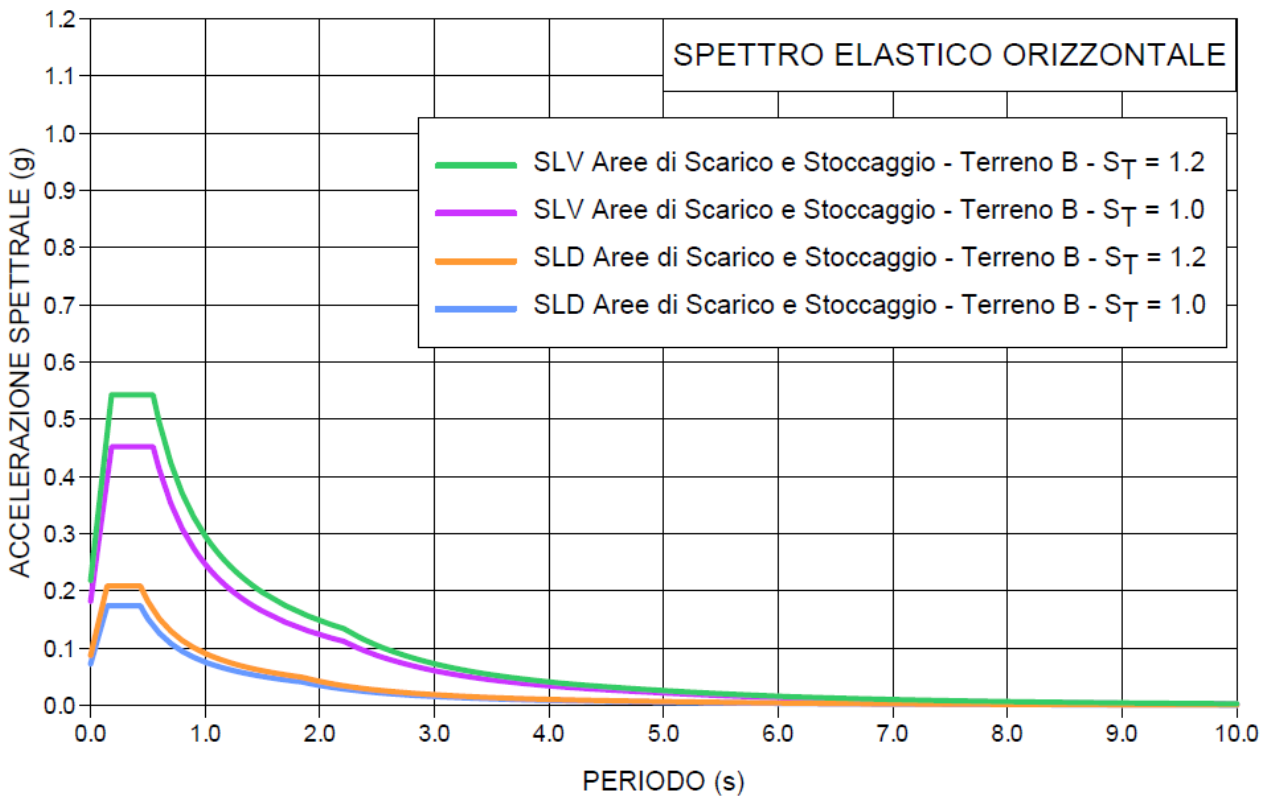


Figura 6-1 - Spettri Elastici Orizzontali – Esempio di Classe II

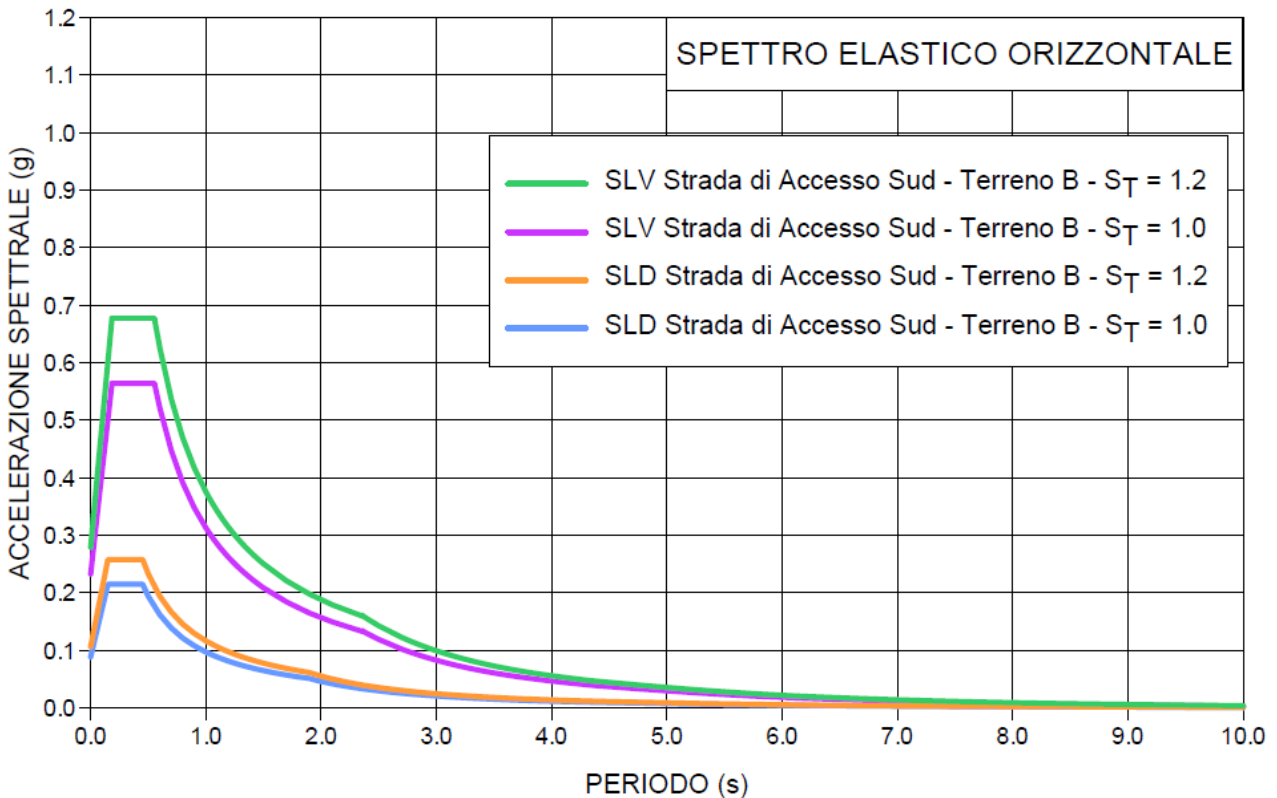


Figura 6-2 - Spettri Elastici Orizzontali – Esempio di Classe III

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 41 of 60	

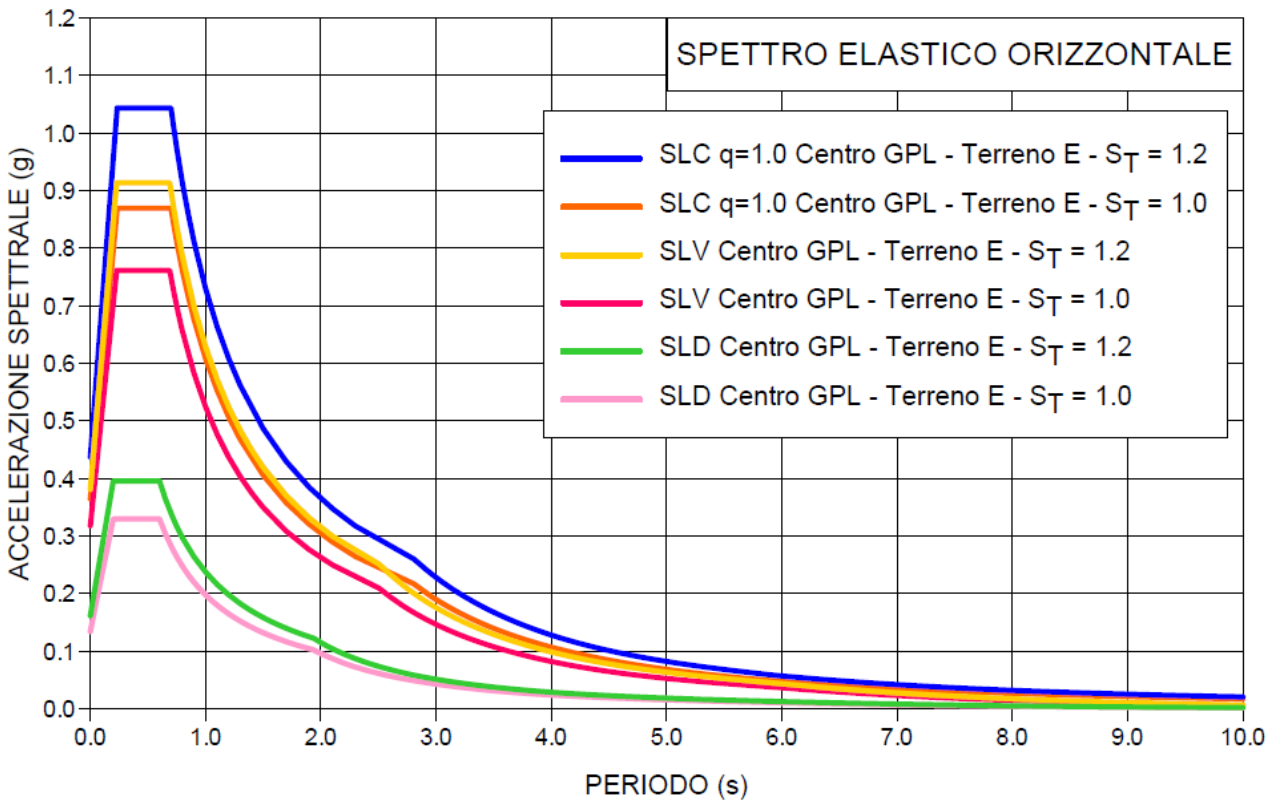


Figura 6-3 - Spettri Elastici Orizzontali – Esempio di Classe IV

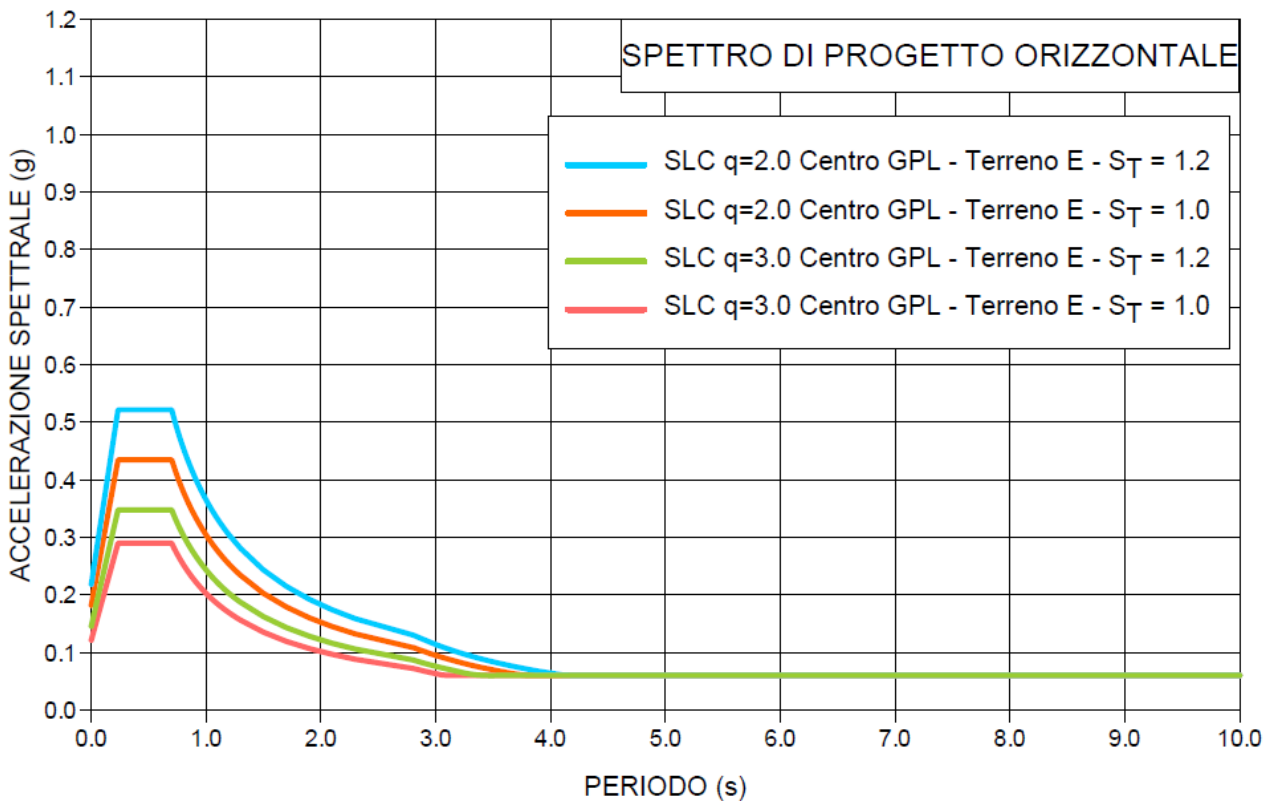


Figura 6-4 - Spettri Orizzontali di Progetto per lo Stato Limite SLC – Esempio di Classe IV

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 42 of 60	

6.5. SPETTRI VERTICALI

Gli spettri elastici per la componente verticale sono definiti dalle seguenti equazioni:

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \left(\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right) \quad \text{per } 0 \leq T < T_B \quad (9)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot F_V \quad \text{per } T_B \leq T < T_C \quad (10)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad \text{per } T_C \leq T < T_D \quad (11)$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S_S \cdot S_T \cdot \eta \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T \geq T_D \quad (12)$$

dove F_V è definito come:

$$F_V = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (13)$$

I parametri a_g e F_V sono funzione del periodo di ritorno. Questi dati sono riportati nella Tabella 6-5 per le diverse strutture e stati limite. Gli altri parametri per gli spettri verticali sono costanti e non variano con il periodo di ritorno o il tipo di terreno. I valori sono riassunti nella Tabella 6-16. Si noti che la norma NTC08 definisce gli spettri verticali per periodi fino a un massimo di 4 s. Per periodi più lunghi gli spettri verticali sono stati definiti in base all'Equazione (12). Le Figure da 6-5 a 6-7 riportano gli spettri elastici verticali per classi di strutture II, III e IV a titolo di esempio.

Gli spettri verticali di progetto, che tengono in considerazione la duttilità strutturale, sono stati calcolati per le strutture di classe IV allo stato limite SLC. In base alla norma NTC08, gli spettri verticali vengono definiti utilizzando un fattore q pari a 1.5, indipendentemente dalle caratteristiche delle strutture. Eventuali altre scelte per il fattore q dovranno essere giustificate dal progettista. La Figura 6-8 pone a confronto lo spettro verticale di progetto SLC con lo spettro elastico ($q=1.0$) per il Centro GPL come esempio.

Tabella 6-16 - Parametri per gli Spettri Verticali

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	S_s	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A, B, C, D, E	1.0	0.05	0.15	1.0

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 43 of 60	

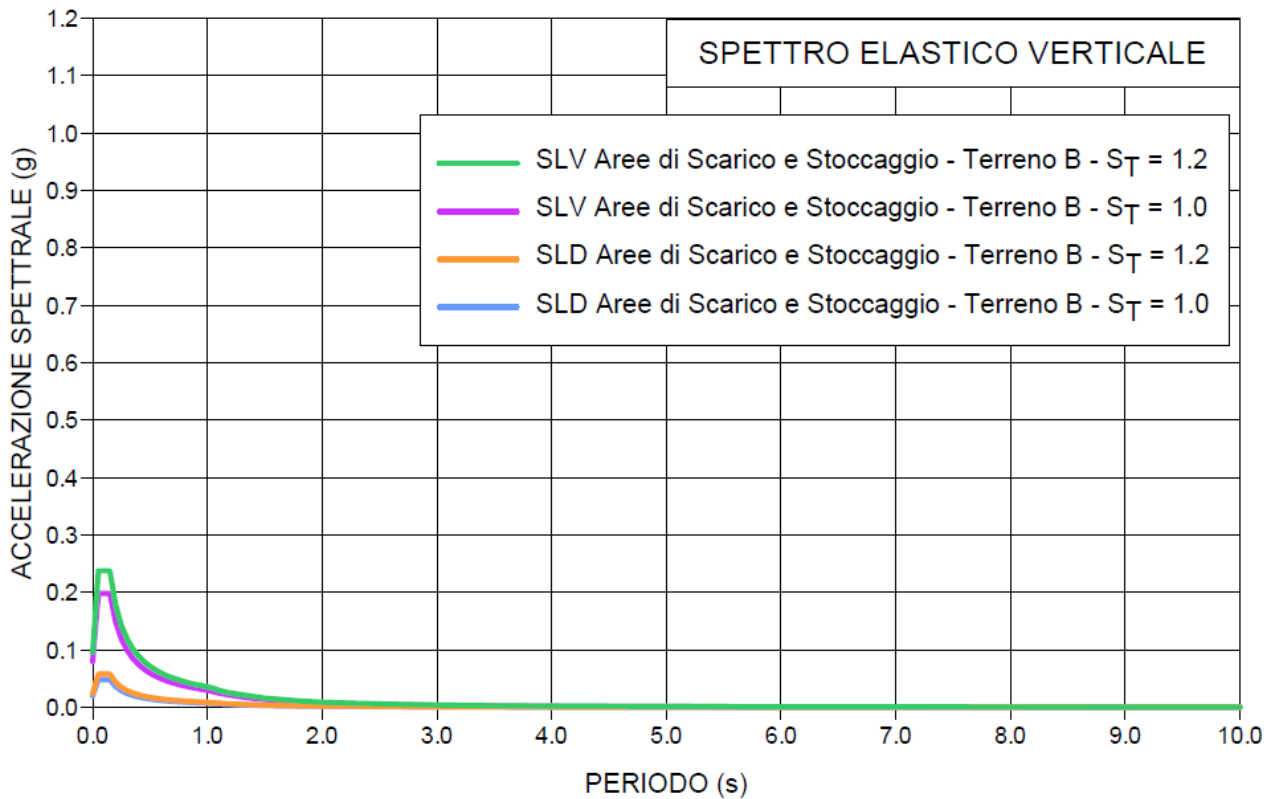


Figura 6-5 - Spettri Elastici Verticali – Esempio di Classe II

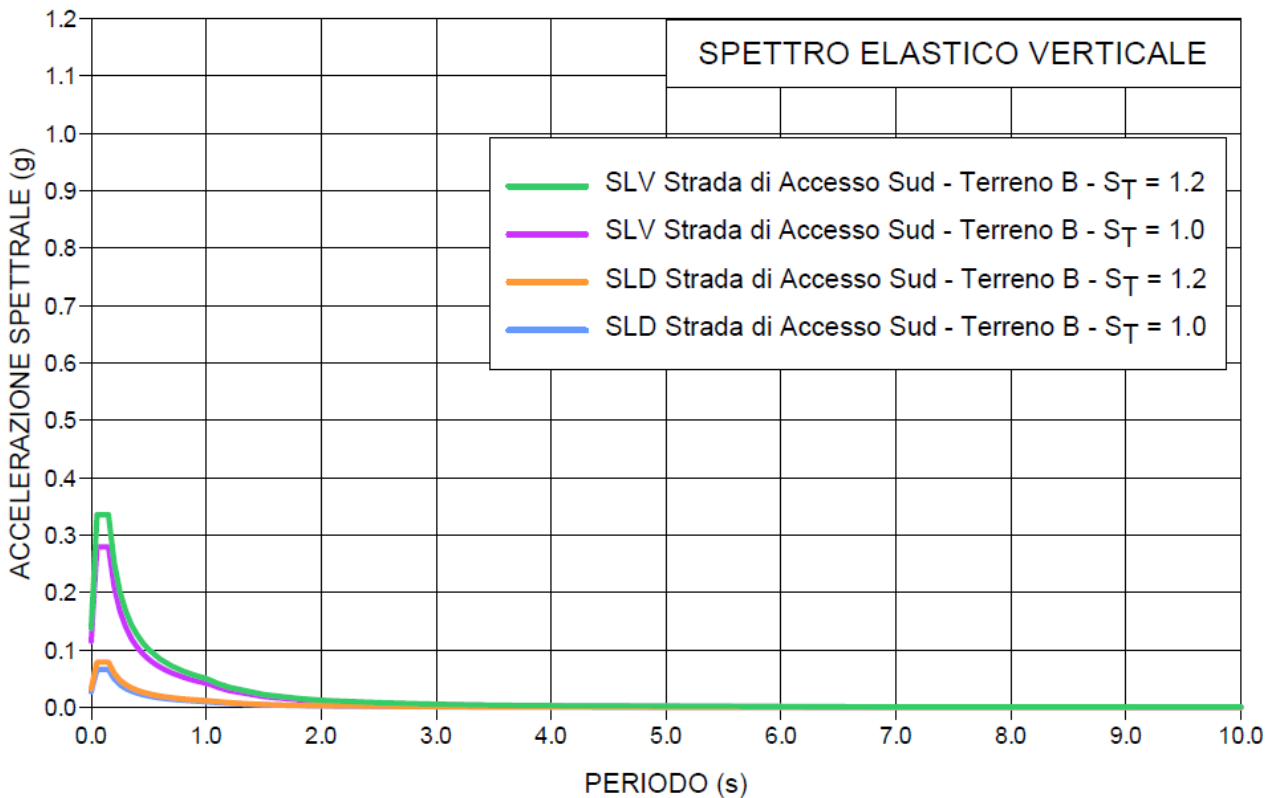


Figura 6-6 - Spettri Elastici Verticali – Esempio di Classe III

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 44 of 60	

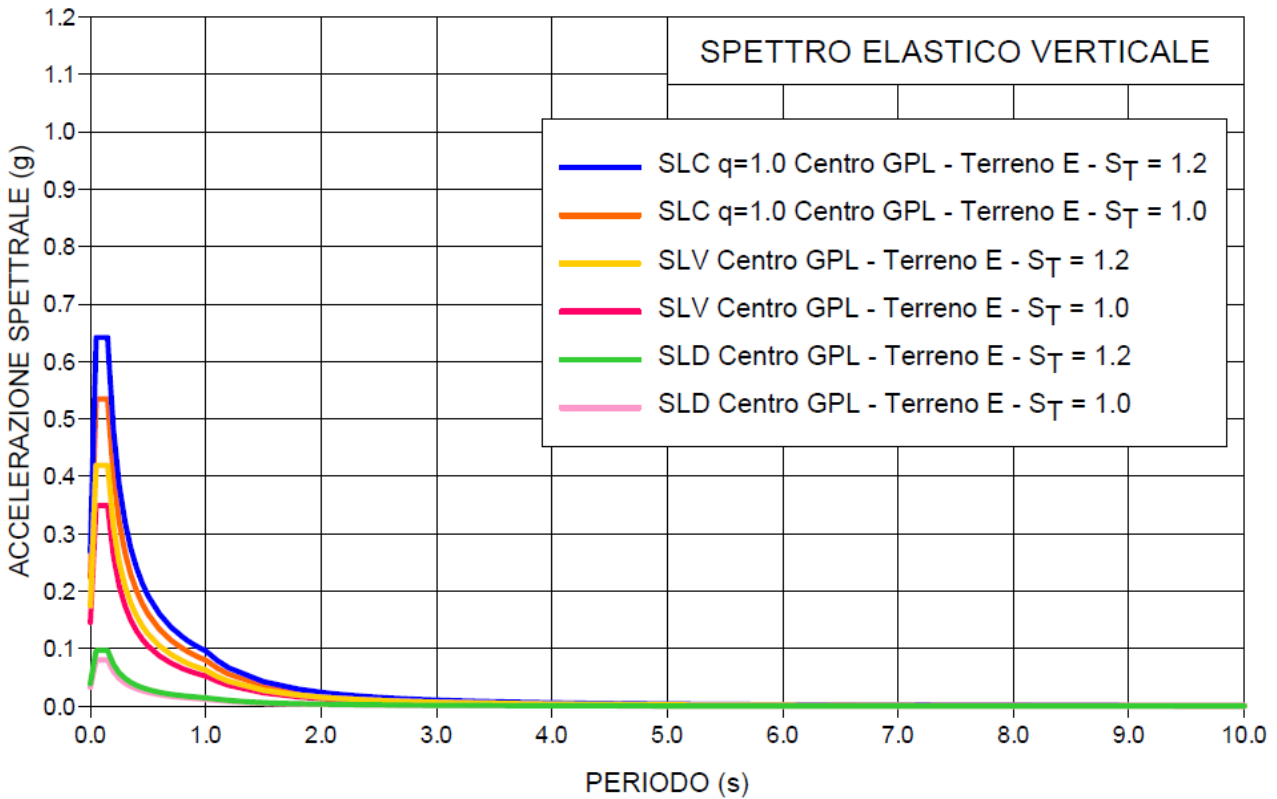


Figura 6-7 - Spettri Elastici Verticali – Esempio di Classe IV

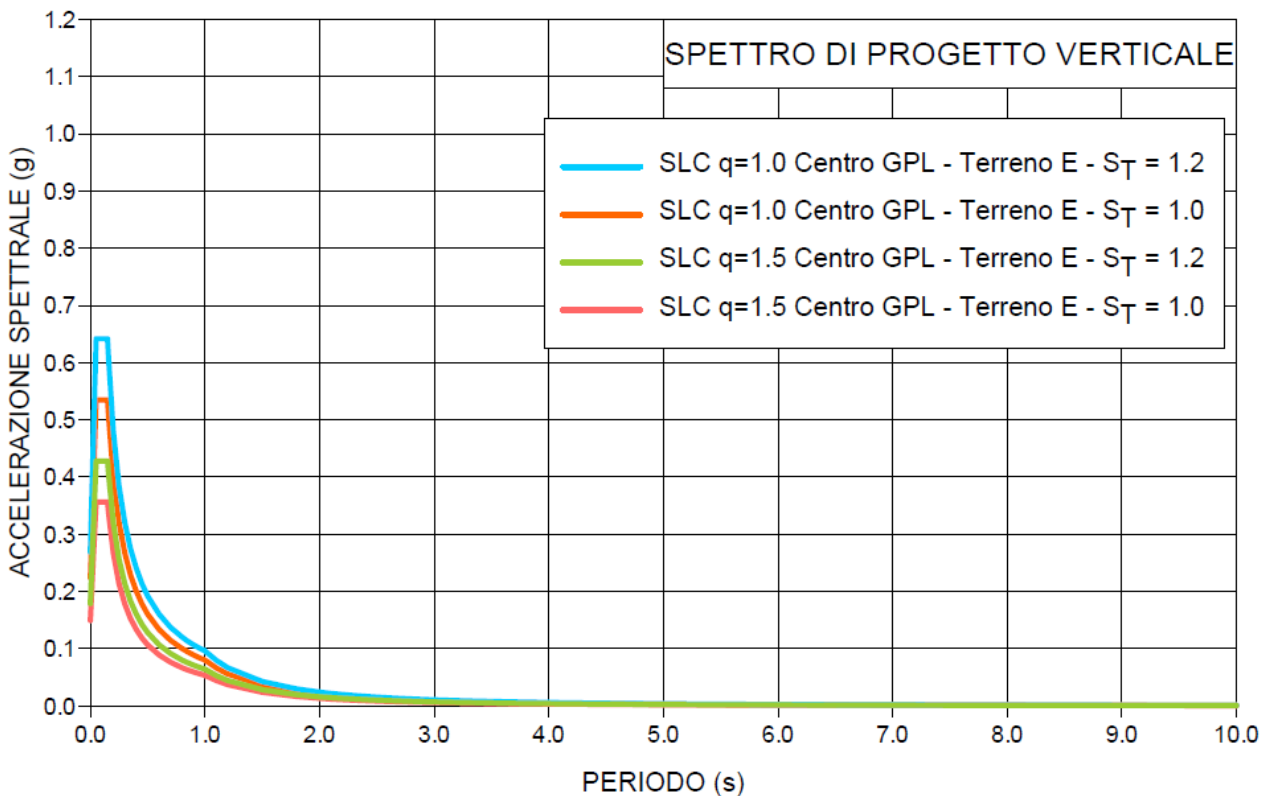


Figura 6-8 - Spettri Verticali di Progetto per lo Stato Limite SLC – Esempio di Classe IV

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 45 of 60	

7. DATI SPECIFICI PER IL PROGETTO SISMICO DEGLI OLEODOTTI

7.1. NORME, LINEE GUIDA E STATI LIMITE

Le strutture civili e i movimenti terra necessari per gli oleodotti dovranno essere progettati in conformità alla norma NTC08 prevedendo la Classe IV. Il progetto strutturale dell'oleodotto dovrà essere realizzato in base agli stati limite SLD e SLV definiti dalla norma NTC08 utilizzando i parametri sismici della Classe IV. Se necessario, si potrà fare riferimento anche alle norme internazionali appropriate e alle linee guida PRCI per il progetto sismico e la valutazione delle condotte per gas naturale e idrocarburi liquidi ("Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines", PRCI, 2004).

7.2. PARAMETRI SISMICI

L'accelerazione massima del suolo (PGA) e la velocità massima del suolo (PGV) dipendono dalla categoria del terreno secondo la norma NTC08 in corrispondenza del singolo sito. I valori di PGA e PGV per le verifiche allo stato limite sono riportati nella Tabella 7-1 e nella Tabella 7-2 per coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$ e $S_T = 1.2$ rispettivamente.

Tabella 7-1 - PGA e PGV per lo Stato Limite Ultimo degli Oleodotti – $S_T = 1.0$

STRUTTURA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	PGA (g)	PGV (m/s)
Oleodotto principale (KP 0 – KP 3)	A	0.211	0.144
	B	0.252	0.223
	C	0.293	0.277
	D	0.343	0.443
	E	0.302	0.331
Oleodotto principale (KP 3 – KP 8)	A	0.227	0.152
	B	0.268	0.234
	C	0.312	0.290
	D	0.359	0.460
	E	0.318	0.344

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 46 of 60	

Tabella 7-2 - PGA e PGV per lo Stato Limite Ultimo degli Oleodotti – $S_T = 1.2$

STRUTTURA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	PGA (g)	PGV (m/s)
Oleodotto principale (KP 0 – KP 3)	A	0.253	0.173
	B	0.302	0.268
	C	0.352	0.332
	D	0.411	0.532
	E	0.363	0.397
Oleodotto principale (KP 3 – KP 8)	A	0.272	0.182
	B	0.322	0.281
	C	0.374	0.348
	D	0.431	0.552
	E	0.382	0.413

La velocità di propagazione apparente del moto sismico può essere adottata pari a 2 km/s (PRCI, 2004).

7.3. ATTRAVERSAMENTO DELLA FAGLIA

Gli oleodotti che collegano il Centro Oli alla zona di stoccaggio del GPL dovranno attraversare la faglia Scorciabuoi. I dati relativi all'attraversamento della faglia sono i seguenti:

- Ubicazione: al km 2.27 del percorso dell'oleodotto;
- Direzione del moto: Normale;
- Angolo di attraversamento: 70°;
- Lunghezza stimata della faglia: 20 km;
- Spostamento massimo: media 0.96 m, deviazione standard 0.41 m.

La bibliografia geologica non è unanime nel valutare l'attività di questa faglia. Almeno un ricercatore (Salviulo et al., 2005) ha classificato la faglia come attiva.

A meno che non vengano effettuate indagini specifiche in sito, atte a dimostrare che la faglia non rappresenta un fattore di rischio, l'attraversamento della faglia da parte dell'oleodotto dovrà essere progettato in base ai parametri di cui sopra.

8. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

È stata effettuata anche una valutazione specifica del potenziale di liquefazione per il progetto (D'Appolonia, 2010). I risultati delle analisi indicano che non si prevede liquefazione per i siti di Tempa Rossa. In particolare, in base agli studi geologici, i siti caratterizzati dalla presenza di Flysch di Gorgoglione, quali il Centro Oli e le aree adiacenti, sono da considerarsi generalmente sicuri nei confronti della liquefazione. Le analisi specifiche per le zone più critiche, corrispondenti ai siti GPL e del Centro di Connessione di Corleto, indicano che, date le particolari caratteristiche dei siti, i terreni non sono potenzialmente suscettibili di liquefazione.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 47 of 60	

9. RIFERIMENTI

D'Appolonia, 2010, Rapporto, "Review of Geotechnical Design Input for Seismic Analyses", Document No. IT-TPR-GE-DAP-000003, D'Appolonia Doc. No. 09-616-H3-Rev.1, Febbraio.

European Committee for Standardization (CEN), 2004, "Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings", Dicembre.

Ministero delle Infrastrutture e Ministero dell'Interno, 2008, Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14.01.08, pubblicato nella G. U. N. 29 del 04/02/2008.

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, 2009, Circolare Ministeriale 02.02.09 N. 617, Istruzioni per l'Applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008, pubblicato nella G. U. N. 47 del 26/02/2009.

Pipeline Research Council International (PRCI), 2004, Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines, Catalogo No. L51927.

Salviulo, L., S. Piscitelli, A. Loperte e R. Caputo, 2005, "Late Quaternary activity of the Scorcibuoi Fault, Southern Italy", Rendiconti della Società Geologica Italiana, Vol. 1, Nuova Serie, pp. 152-153.

PPA/CMT/EP/RC:tds

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 48 of 60	

APPENDIX A
NATIONAL SEISMIC HAZARD MAPPING OF TEMPA ROSSA AREA
MAPPA NAZIONALE DEL RISCHIO SISMICO PER LA ZONA DI TEMPA ROSSA

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO

Document number
IT-TPR-GE-DAP-000001

Revision 04 | Status AFD

Document Type : SPE | System / Subsystem : | Discipline : GEO

Rev Date : 24-08-2012

Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5

Page 49 of 60

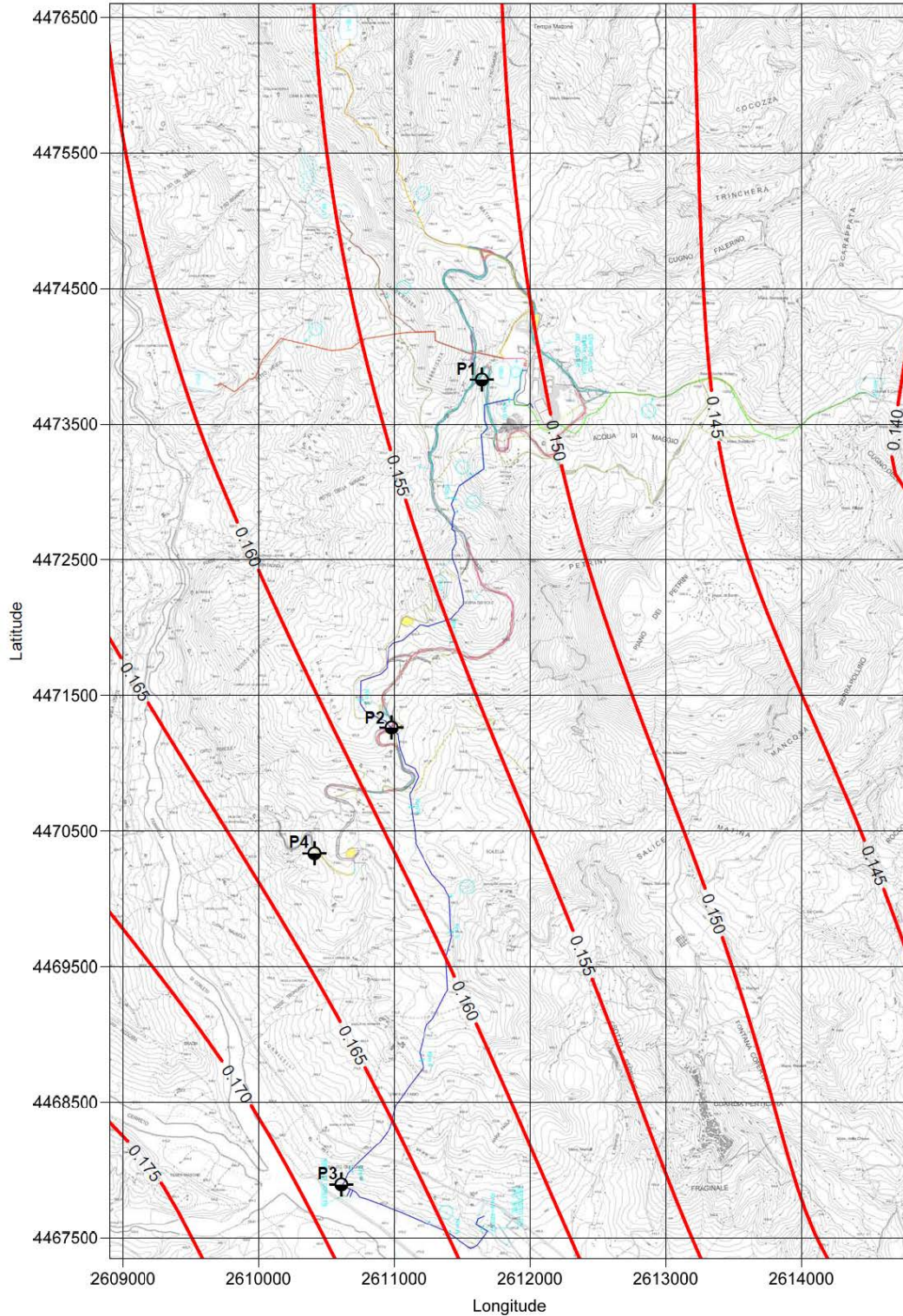


Figure A-1 - Variability of a_g – 475 years (NTC 08)
Figura A-1 – Variabilità di a_g – 475 anni (NTC 08)

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO

Document number
IT-TPR-GE-DAP-000001

Revision 04 | Status AFD

Document Type : SPE | System / Subsystem : | Discipline : GEO

Rev Date : 24-08-2012

Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5

Page 50 of 60

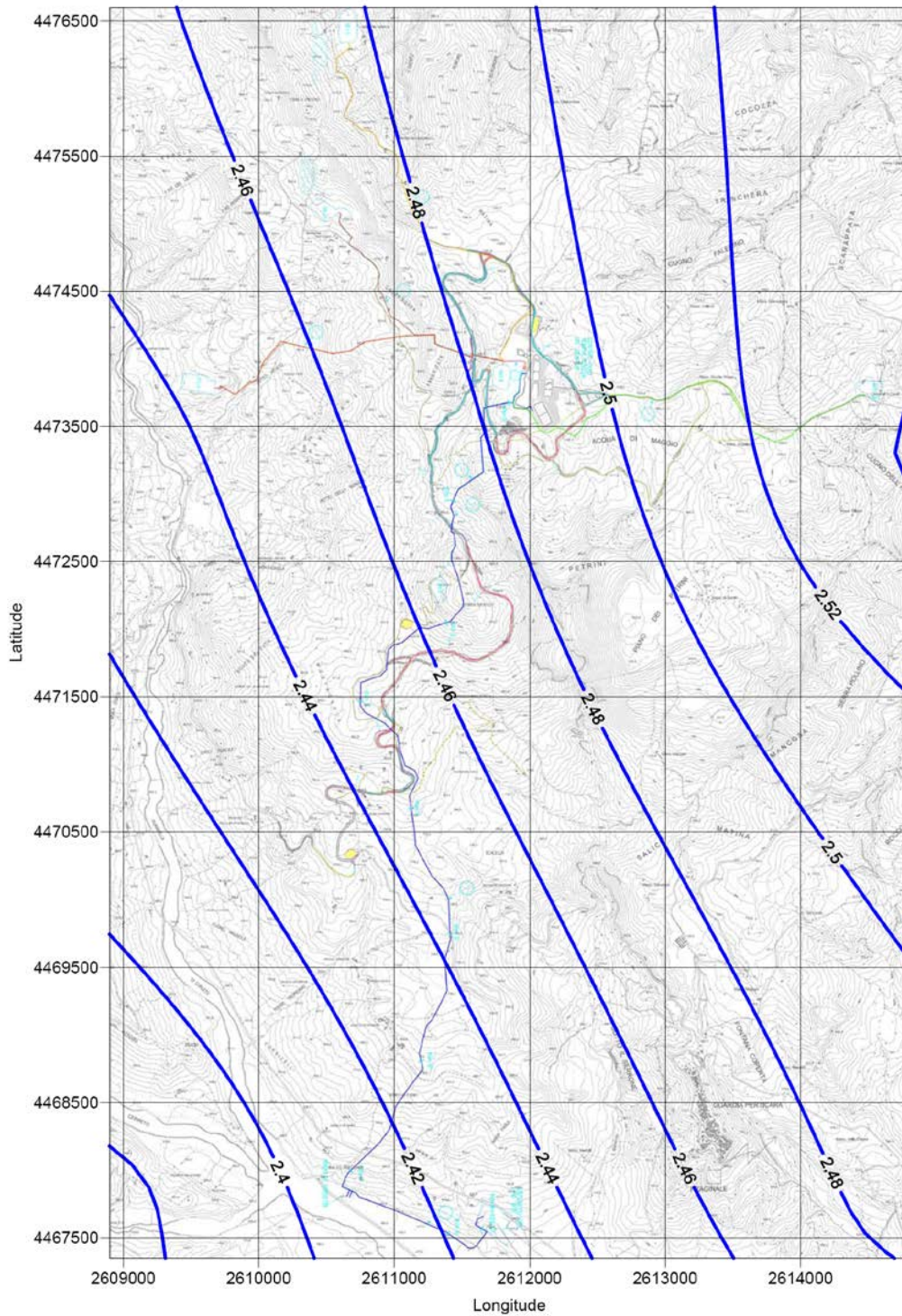


Figure A-2 - Variability of F_0 – 475 years (NTC 08)
Figura A-2 – Variabilità di F_0 – 475 anni (NTC 08)

**SEISMIC DESIGN BASIS
DATI SISMICI DI PROGETTO**

Document number
IT-TPR-GE-DAP-000001

Revision 04 | Status AFD

Document Type : SPE | System / Subsystem : | Discipline : GEO | Rev Date : 24-08-2012

Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5 | Page 51 of 60

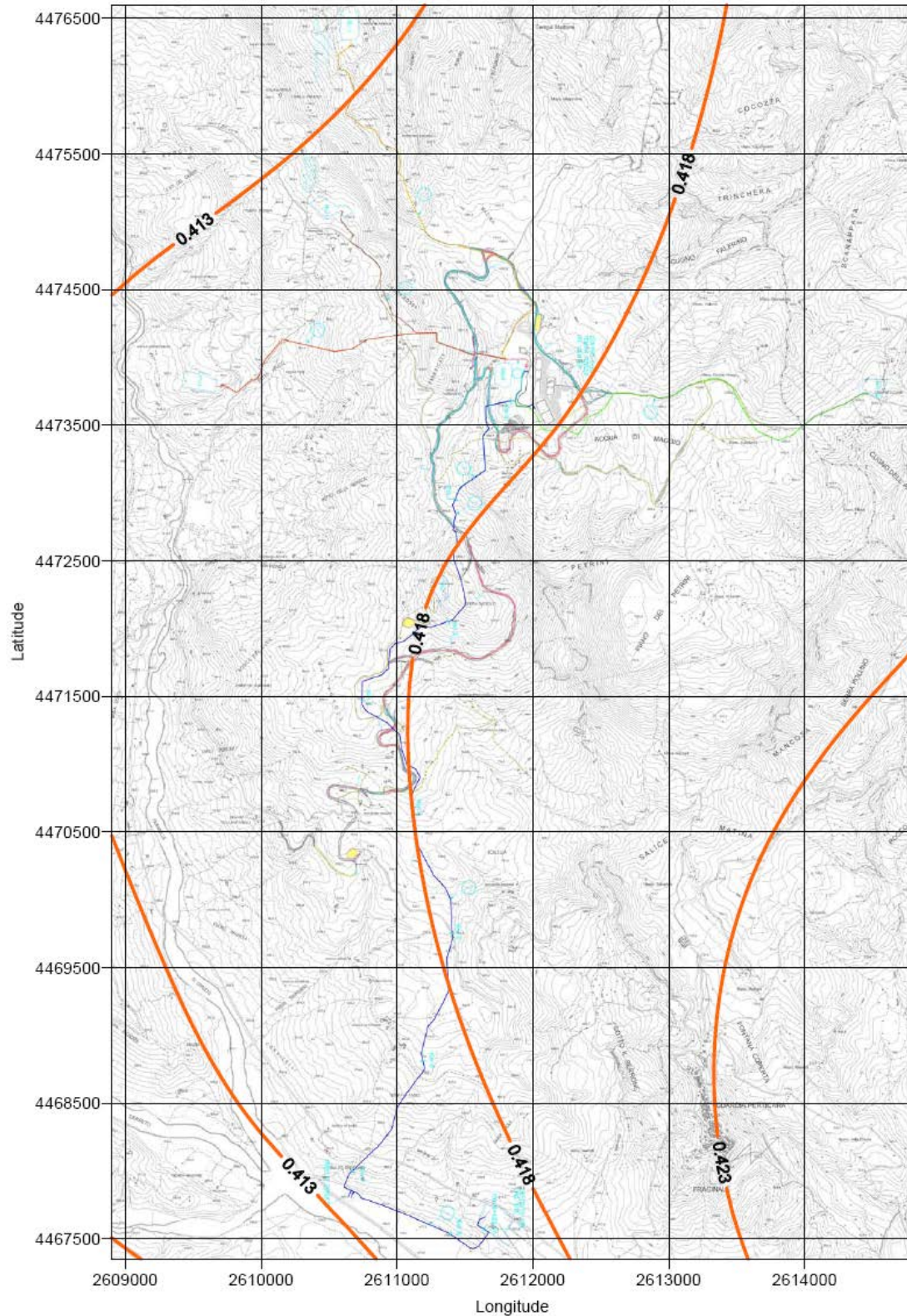


Figure A-3 - Variability of T_c – 475 years (NTC 08)
Figura A-3 – Variabilità di T_c – 475 anni (NTC 08)

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 52 of 60	

APPENDIX B
EXAMPLE OF SEISMIC SPECTRUM
ESEMPIO DI SPETTRO SISMICO

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 53 of 60	

This Appendix presents an example of evaluation of seismic input for design of a main structure in the Oil Center in ultimate limit state (SLV). Note that spectrum refers to 5% damping ($\eta=1$).

Table B-1 - Seismic Parameters

DATA	REFERENCE
Location	Oil Center -
Nominal design life V_N	50 years Table 3-1
Limit State	SLV -
Class of use	IV Table 3-1
Soil Class	B Table 6-3
Topographic Amplification	$S_T = 1.0$ Section 6.3
Main Seismic Parameters	$a_g = 0.198 \text{ g};$ $F_0 = 2.503$ $T_C^* = 0.440 \text{ s}$ $T_d = 2.391 \text{ s}$ Table 6-5
Seismic Parameters function of Soil	$T_B = 0.190 \text{ s}$ $T_C = 0.570 \text{ s}$ $T_E = 5.000 \text{ s}$ $T_F = 10.000 \text{ s}$ $S_s = 1.20$ $C_c = 1.296$ Table 6-6

Equations for horizontal spectrum (see Section 6.4):

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{T}{0.190} + \frac{1}{1 \cdot 2.503} \cdot \left(1 - \frac{T}{0.190} \right) \right) \quad \text{for } 0 \leq T < T_B \quad (\text{B.1})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \quad \text{for } T_B \leq T < T_C \quad (\text{B.2})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{0.570}{T} \right) \quad \text{for } T_C \leq T < T_D \quad (\text{B.3})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \quad \text{for } T_D \leq T \leq T_E \quad (\text{B.4})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \cdot \left[2.503 \cdot 1.0 + (1 - 2.503 \cdot 1.0) \cdot \left(\frac{T - 5.00}{10.0 - 5.00} \right) \right] \quad \text{for } T_E < T \leq T_F \quad (\text{B.5})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \quad \text{for } T > T_F \quad (\text{B.6})$$

Results obtained for a set of periods ranging from 0 to 10.0 seconds are shown below and plotted in Figure B-1.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 54 of 60	

**Table B-2 - Elastic Horizontal Spectra for 5% Damped Horizontal Ground Motion
Main Structure in the Oil Center - SLV**

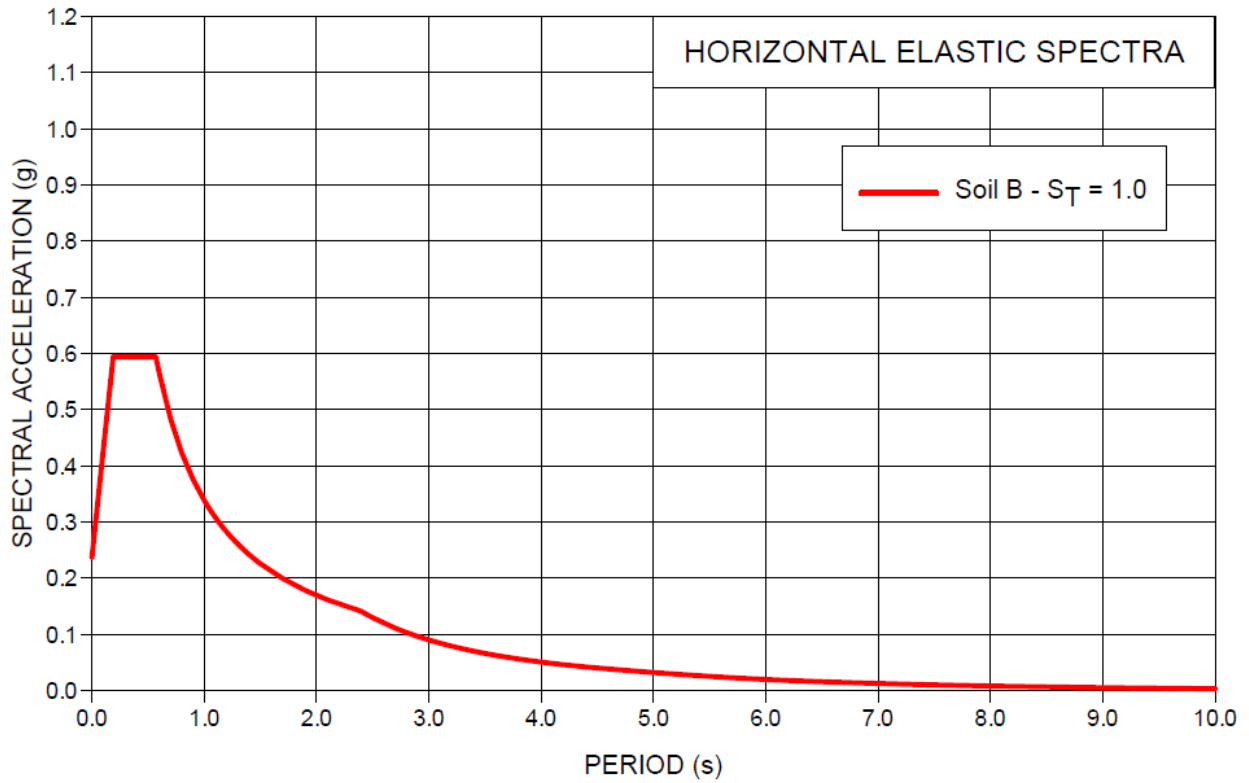
NOTES	PERIOD (s)	SPECTRAL ACCELERATION (g)
	0.0000	0.2374
	0.0400	0.3126
	0.0800	0.3877
	0.1200	0.4628
	0.1600	0.5380
T _B	0.1900	0.5944
	0.2000	0.5944
	0.3000	0.5944
	0.4000	0.5944
	0.5000	0.5944
T _C	0.5701	0.5944
	0.6000	0.5647
	0.7000	0.4840
	0.8000	0.4235
	0.9000	0.3765
	1.0000	0.3388
	1.1000	0.3080
	1.2000	0.2824
	1.3000	0.2606
	1.4000	0.2420
	1.5000	0.2259
	1.6000	0.2118
	1.7000	0.1993
	1.8000	0.1882
	1.9000	0.1783
	2.0000	0.1694
	2.1000	0.1613
	2.2000	0.1540
	2.3000	0.1473
T _D	2.3914	0.1417
	2.4000	0.1407
	2.5000	0.1296
	2.6000	0.1199
	2.7000	0.1112
	2.8000	0.1034
	2.9000	0.0963
	3.0000	0.0900
	3.1000	0.0843
	3.2000	0.0791
	3.3000	0.0744
	3.4000	0.0701
	3.5000	0.0661

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 55 of 60	

**Table B-2 - Elastic Horizontal Spectra for 5% Damped Horizontal Ground Motion
Main Structure in the Oil Center - SLV
(Continued)**

NOTES	PERIOD (s)	SPECTRAL ACCELERATION (g)
	3.6000	0.0625
	3.7000	0.0592
	3.8000	0.0561
	3.9000	0.0533
	4.0000	0.0506
	4.2000	0.0459
	4.4000	0.0419
	4.6000	0.0383
	4.8000	0.0352
T_E	5.0000	0.0324
	5.2000	0.0292
	5.4000	0.0265
	5.6000	0.0240
	5.8000	0.0218
	6.0000	0.0198
	6.2000	0.0180
	6.4000	0.0165
	6.6000	0.0150
	6.8000	0.0137
	7.0000	0.0126
	7.2000	0.0115
	7.4000	0.0105
	7.6000	0.0096
	7.8000	0.0088
	8.0000	0.0081
	8.2000	0.0074
	8.4000	0.0068
	8.6000	0.0062
	8.8000	0.0057
	9.0000	0.0052
	9.2000	0.0047
	9.4000	0.0043
	9.6000	0.0039
	9.8000	0.0036
T_F	10.0000	0.0032

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 56 of 60	



**Figure B-1 - Elastic Horizontal Spectra for 5% Damped Horizontal Ground Motion
Main Structure in the Oil Center - SLV**

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 57 of 60	

La presente Appendice riporta un esempio di valutazione dei dati sismici per la progettazione di una struttura principale nel Centro Oli allo stato limite ultimo (SLV). Si noti che lo spettro fa riferimento ad uno smorzamento del 5% ($\eta=1$).

Tabella B-3 - Parametri Sismici

DATI	RIFERIMENTO
Ubicazione	Centro Oli
Vita nominale di progetto V_N	50 anni
Stato Limite	SLV
Classe d'uso	IV
Categoria di sottosuolo	B
Amplificazione Topografica	$S_T = 1.0$
Parametri sismici principali	$a_g = 0.198 \text{ g};$ $F_0 = 2.503$ $T_C^* = 0.440 \text{ s}$ $T_d = 2.391 \text{ s}$
Parametri sismici in funzione del terreno	$T_B = 0.190 \text{ s}$ $T_C = 0.570 \text{ s}$ $T_E = 5.000 \text{ s}$ $T_F = 10.000 \text{ s}$ $S_s = 1.20$ $C_c = 1.296$

Equazioni per lo spettro orizzontale (vedi Capitolo 6.4):

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{T}{0.190} + \frac{1}{1 \cdot 2.503} \cdot \left(1 - \frac{T}{0.190} \right) \right) \quad \text{for } 0 \leq T < T_B \quad (\text{B.1})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \quad \text{for } T_B \leq T < T_C \quad (\text{B.2})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{0.570}{T} \right) \quad \text{for } T_C \leq T < T_D \quad (\text{B.3})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 2.503 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \quad \text{for } T_D \leq T \leq T_E \quad (\text{B.4})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \cdot \left[2.503 \cdot 1.0 + (1 - 2.503 \cdot 1.0) \cdot \left(\frac{T - 5.00}{10.0 - 5.00} \right) \right] \quad \text{for } T_E < T \leq T_F \quad (\text{B.5})$$

$$S_e(T) = 0.198 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot \left(\frac{0.570 \cdot 2.391}{T^2} \right) \quad \text{for } T > T_F \quad (\text{B.6})$$

I risultati ottenuti per una serie di periodi, che variano tra 0 e 10.0 secondi, sono riportati qui di seguito e visualizzati graficamente nella Figura B-1.

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 58 of 60	

**Tabella B-4 - Spettri Elastici Orizzontali per Moto del Suolo Orizzontale con Smorzamento del 5%
Struttura Principale nel Centro Oli - SLV**

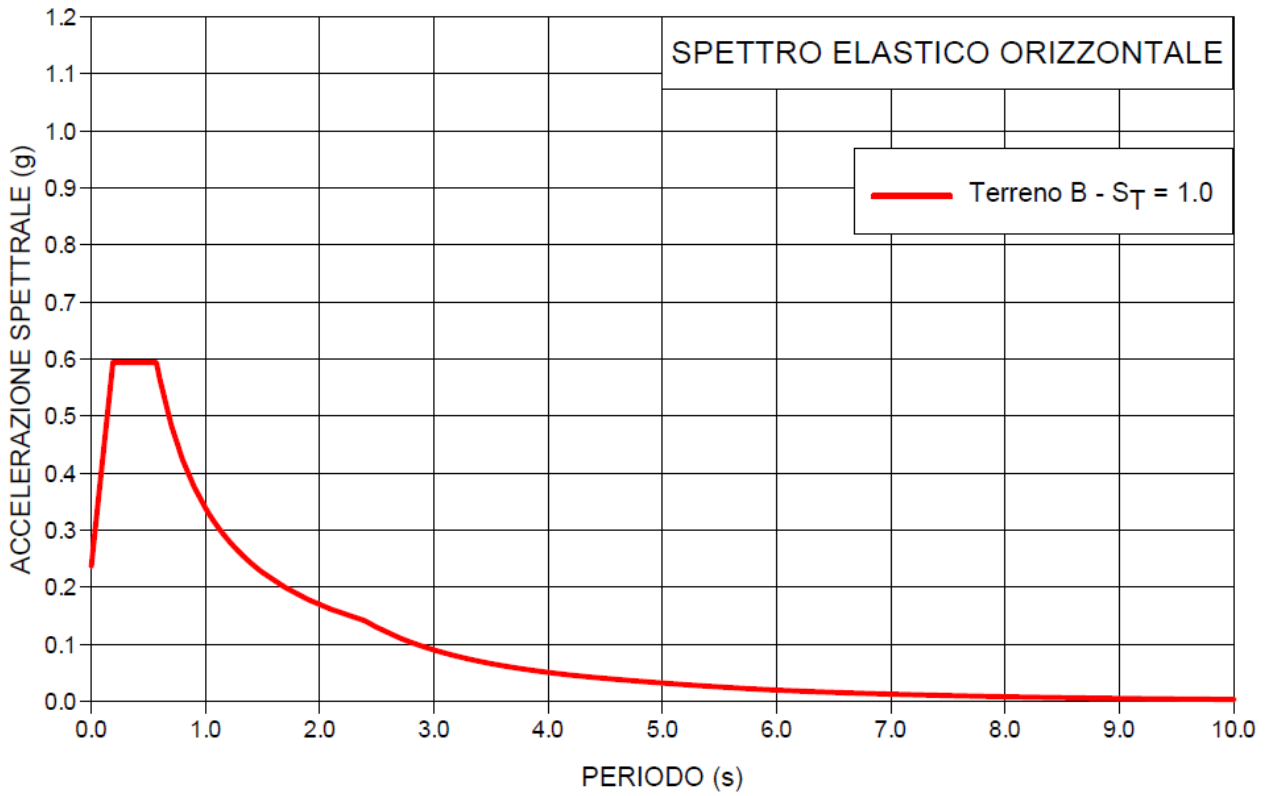
NOTE	PERIODO (s)	ACCELERAZIONE SPETTRALE (g)
	0.0000	0.2374
	0.0400	0.3126
	0.0800	0.3877
	0.1200	0.4628
	0.1600	0.5380
T_B	0.1900	0.5944
	0.2000	0.5944
	0.3000	0.5944
	0.4000	0.5944
	0.5000	0.5944
T_C	0.5701	0.5944
	0.6000	0.5647
	0.7000	0.4840
	0.8000	0.4235
	0.9000	0.3765
	1.0000	0.3388
	1.1000	0.3080
	1.2000	0.2824
	1.3000	0.2606
	1.4000	0.2420
	1.5000	0.2259
	1.6000	0.2118
	1.7000	0.1993
	1.8000	0.1882
	1.9000	0.1783
	2.0000	0.1694
	2.1000	0.1613
	2.2000	0.1540
	2.3000	0.1473
T_D	2.3914	0.1417
	2.4000	0.1407
	2.5000	0.1296
	2.6000	0.1199
	2.7000	0.1112
	2.8000	0.1034
	2.9000	0.0963
	3.0000	0.0900
	3.1000	0.0843
	3.2000	0.0791
	3.3000	0.0744
	3.4000	0.0701
	3.5000	0.0661

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
Document Type : SPE		System / Subsystem :	Discipline : GEO	Revision 04 Status AFD
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Rev Date : 24-08-2012	
			Page 59 of 60	

**Tabella B-4 - Spettri Elastici Orizzontali per Moto del Suolo Orizzontale con Smorzamento del 5%
Struttura Principale nel Centro Oli - SLV
(Continua)**

NOTE	PERIODO (s)	ACCELERAZIONE SPETTRALE (g)
	3.6000	0.0625
	3.7000	0.0592
	3.8000	0.0561
	3.9000	0.0533
	4.0000	0.0506
	4.2000	0.0459
	4.4000	0.0419
	4.6000	0.0383
	4.8000	0.0352
T _E	5.0000	0.0324
	5.2000	0.0292
	5.4000	0.0265
	5.6000	0.0240
	5.8000	0.0218
	6.0000	0.0198
	6.2000	0.0180
	6.4000	0.0165
	6.6000	0.0150
	6.8000	0.0137
	7.0000	0.0126
	7.2000	0.0115
	7.4000	0.0105
	7.6000	0.0096
	7.8000	0.0088
	8.0000	0.0081
	8.2000	0.0074
	8.4000	0.0068
	8.6000	0.0062
	8.8000	0.0057
	9.0000	0.0052
	9.2000	0.0047
	9.4000	0.0043
	9.6000	0.0039
	9.8000	0.0036
T _F	10.0000	0.0032

SEISMIC DESIGN BASIS DATI SISMICI DI PROGETTO			Document number IT-TPR-GE-DAP-000001	
			Revision 04	Status AFD
Document Type : SPE	System / Subsystem :	Discipline : GEO	Rev Date : 24-08-2012	
Contractor document number : 09-616-H1 Rev.5			Page 60 of 60	



**Figura B-2 - Spettri Elastici Orizzontali per Moto del Suolo Orizzontale con Smorzamento del 5%
Struttura Principale nel Centro Oli - SLV**