



Studio di Geologia
Tecnica ed ambientale

Via Luigi Galvani n.19
63822 Porto S. Giorgio FM
Tel Fax 0734 679003
Tel 347 8679039
E-mail grazianociferri@alice.it
grazianociferri@epap.sicurezzapost.de.it

COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO
VARIANTE AL PIANO REGOLATORE
GENERALE PER CAMBIO DI
DESTINAZIONE D'USO DI EDIFICIO
"TIMONE 5"

via XX Settembre

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Committente:
TIMONE SRL
63822 Porto San Giorgio (FM)

Tecnico incaricato:
Dr Geol Graziano Ciferri
Codice Fiscale: CFR GZN 63P01 G920H
Partita IVA: 01372470441



Novembre 2021



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMBIENTALE.....	4
2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	4
3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	5
4. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE.....	6
4.1 Permeabilità.....	6
5. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE.....	7
6. PERICOLOSITA' GEOLOGICA.....	8
7. SISMICITA' DELL'AREA.....	8
7.1 Analisi sismica del sito.....	8
7.2 Categoria di sottosuolo.....	10
7.3 Condizioni topografiche.....	10
7.4 pericolosità sismica locale.....	11
7.5 Liquefazione.....	11
8. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA.....	12
9. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	13
9.1 Analisi Idraulica – bibliografica - storica.....	14
9.2 Analisi geomorfologica geologica e idrogeologica.....	15
9.2.1 Geomorfologia.....	15
9.2.1 Geologia.....	16
9.2.2 Idrogeologia.....	17
9.2.3 Idrologia.....	17
9.3 valutazione della compatibilità idraulica.....	18
10. CONCLUSIONI.....	18

1. PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrati i risultati dell'indagine geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica, e della verifica della compatibilità idraulica delle trasformazioni territoriali dell'area ubicata nel comune di Porto San Giorgio in via XX Settembre. Nell'area di proprietà della "Timone srl" è presente un edificio in corso di costruzione, censito al Catasto nel foglio di mappa n.11 particella n.1465, per tale edificio si richiede, in variante al Piano Regolatore Generale, il cambio di destinazione d'uso da turistico ricettivo a residenziale.

(cfr.: *Corografia*, scala 1:10.000)

L'indagine è stata eseguita in conformità con la vigente normativa tecnica per le edificazioni in zone sismiche:

- L. n.64 del 2/2/1974 "Legge Sismica Nazionale";
- L. R. n.33 del 3 Novembre 1984 "Legge Sismica Regionale";
- D.M. Marzo 1988 "Norme per lo studio delle terre e delle rocce";
- Circolare Regionale Marche n.12-14-15-17 del 28 agosto 1990;
- D.P.G.R. n. 23 del 14/9/1989 "Regolamento edilizio tipo";
- L.R. n.26 del 8 Giugno 1987 "Piano Paesistico Ambientale Regionale e relative norme tecniche di attuazione e circolari esplicative";
- L.R. n. 34 del 5 Ago.sto 1992 "Norme in materia di urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio";
- Delibera n.75 del 11 Dicembre 2001 "Piano Territoriale di Coordinamento";
- D.G.R. n. 873 del 17/06/2003 "Piano Assetto Idrogeologico" PAI;
- D.M del 14.01.2008 - D.M del 17.01.2018 "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- L.R. 23 novembre 2011 n.22 art. 10, comma 4 e D.G.R. n.53 del 27/01/2014 "verifica della compatibilità idraulica".

Tale indagine è stata diretta ad approfondire la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, la definizione del modello geotecnico del sottosuolo e la caratterizzazione sismica locale, per consentire una corretta pianificazione in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Il rilievo ha avuto lo scopo di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo, la presenza della falda acquifera e la parametrizzazione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni.

La metodologia adottata per lo svolgimento della presente indagine è stata così articolata:

- **Ricerca bibliografica**

Dalla ricerca bibliografica sono stati acquisiti dati esistenti relativi ad indagini eseguite nell'area in oggetto; gli studi e le pubblicazioni consultate sono:

- *L'AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE -autori vari-* Edito a cura dell'Assessorato Urbanistica-Ambiente della Regione Marche; 1991
- *CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO* scala 1:10.000 del "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) L. 183/89- L. 365/00 -L.R. 13/99 redatto dalla regione Marche -Autorità di Bacino Regionale.
- *RACCOMANDAZIONI SULLA PROGRAMMAZIONE ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE*, A.G.I. 1977.

- **Rilievo di superficie**

Al fine della caratterizzazione e modellazione geologica del sito è stato eseguito un rilievo geologico. L'analisi geologica e geomorfologica di dettaglio, eseguita attraverso il rilievo delle forme e dei depositi ad esse connessi, ha permesso la ricostruzione del modello geologico e morfogenetico in cui ricade l'area in esame e formulare le tendenze evolutive future in relazione sia alle caratteristiche lito-stratigrafiche e sia alla dinamica geomorfologica.

- **Ricostruzione litostratigrafica e caratterizzazione fisico-meccanica del terreni**

La ricostruzione litostratigrafica e la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni è avvenuta per mezzo dell'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche, di cui la prova n.2 è stata interrotta a 3,0 m di profondità a seguito della presenza di materiale di riporto, inoltre sono stati acquisiti dati stratigrafici relativi ad uno scavo ed una prova penetrometrica eseguiti in prossimità dell'area. Tali dati hanno consentito la ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo con la caratterizzazione sedimentologica e stratigrafica dei terreni (natura, colore, qualità, ecc.) e la valutazione dello spessore e la geometria dei litotipi.

- **Indagine geofisica**

L'indagine geofisica è stata eseguita al fine della caratterizzazione sismica del sottosuolo per valutare la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come richiesto dalle N.T.C. Del 17/01/2018. La metodologia adottata si basa sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V ed eseguita per mezzo di tromografo digitale GeoBox 3CH 24 bit – SS45. Inoltre è stata acquisita una prova di tipo indiretto-attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) eseguita in prossimità dell'area in oggetto.

- **Valutazione delle caratteristiche idrogeologiche**

Le caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche dell'area hanno consentito la caratterizzazione idrogeologica del sito in oggetto.

- **Stesura della presente relazione esplicativa e relative carte tematiche.**

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMBIENTALE

L'area oggetto di studio ricade geograficamente nei seguenti fogli cartografici:

- foglio n. 315 sezione 315020 della Carta Tematica della Regione Marche, scala 1:10.000;
- foglio n. 125 quadrante I della C. T. R. scala 1:25.000.

L'area è ubicata nel centro abitato del comune di Porto San Giorgio, l'ambiente è di pianura costiera, ed è completamente urbanizzato.

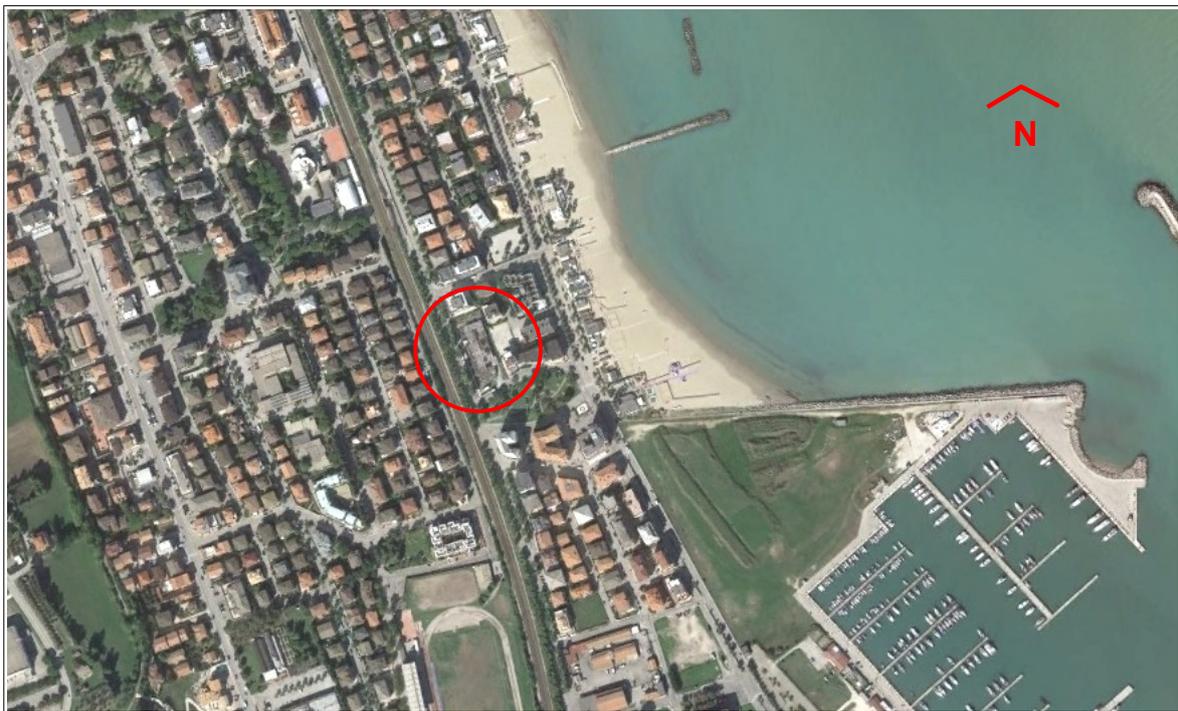


Fig. 1: Ubicazione edificio su foto aerea

2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Nella regione marchigiana è presente una successione sedimentaria pressoché continua dal Trias superiore al Neogene, che poggia su un basamento cristallino ercinico in evoluzione continua fino al Pleistocene. Tale successione presenta variazioni di spessori e di facies che riflettono quelle spazio-temporali degli ambienti di sedimentazione (Centamore e Micarelli, 1991). Nell'area oggetto di studio, ubicata nell'estremo settore sud-orientale del Bacino Marchigiano Esterno, affiorano la successione di sedimenti terrigeni del ciclo plio-pleistocenico.

Il susseguirsi nel corso del tempo di molteplici ambienti di sedimentazione, di concerto con l'evoluzione tettonica quaternaria e le azioni marine trasgressive e regressive combinate alle variazioni climatiche, portarono all'instaurarsi di processi erosivi lineari alternati a fasi di sedimentazione e/o a prevalente erosione laterale.

La disposizione strutturale dei litotipi si inserisce dunque nell'ampia "Monoclinale" regionale nel dominio del Bacino Marchigiano Esterno, la quale consiste in una successione di strati debolmente inclinati (11°) ed immergenti E/N-E.

Il sottosuolo dell'area in oggetto è costituito da una coltre di copertura di natura prevalentemente incoerente sovrastante i depositi di margine e di riempimento di paleocanali sottomarini che a loro volta mascherano i depositi da neritici ad epibatiali di rilevante potenza. Le unità litostratigrafiche riconosciute e presenti nell'area sono pertanto riferibili a *Depositi di spiaggia antica* (MUS_{g2b}) cronologicamente riconducibili all'Olocene, sovrastanti la *Formazione delle Argille azzurre, litofacies peliti laminate (FAAf)* di epoca Plio-Pleistocenica.

Depositi di spiaggia antica (MUS_{g2b})

I depositi sono compresi tra la spiaggia attuale ad Est e il substrato pleistocenico ad Ovest, presentano variazioni granulometriche latero-verticali originatesi in risposta alla complessa dinamica sedimentaria fluviale e costiera.

Sono costituiti prevalentemente da alternanze di depositi *sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi* in strati spessi e molto spessi a geometria lenticolare. Si osservano inoltre intercalazioni di lenti *limose* di spessore ed estensioni variabili. Olocene

Formazione delle Argille azzurre, Membro di Offida (FAAf)

E' costituita da *argille* siltose bluastre e grigio-azzurre generalmente ben stratificate, a volte esse presentano intercalazioni millimetriche di *sabbie* fini grigiastre anche in forma lenticolare. Tali sedimenti sono riconducibili alle facies G, di Mutti & Ricci Lucchi (1972) e rappresentano tipici fanghi emipelagici. Tale litofacies è riferibile al Pliocene inferiore p.p.

(cfr.: *Carta geologica*, scala 1:10.000)

3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area in esame è ubicata lungo la pianura costiera, ad una quota altimetrica di circa 2,7 m sul livello medio del mare. L'edificio ha una distanza dalla linea di battigia di circa 200 m, la quale risulta protetta dall'erosione dalle scogliere frangiflutti ubicate alla distanza di circa 100 m dalla linea di costa.

(cfr.: *Planimetria ubicazione edificio*, scala 1:2.000)

L'assetto morfostrutturale della pianura costiera, deriva dall'azione combinata della tettonica trasversale avvenuta a partire dal Pliocene e dall'erosione lineare esercitata dalle acque correnti superficiali. L'andamento topografico è pianeggiante con debole pendenza verso Est, gli elementi geomorfologici sono di genesi legati ai processi di modellazione costiera ed antropica.

Il sito non rientra in area soggetta a pericolosità ed a rischio idrogeologico per fenomeni di esondazione, aree individuate negli strumenti urbanistici comunali e in altri studi specifici di settore (C.A.R.G., S.C.A.I., R.I.M., studi GNDCI) ed acquisite nel Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI), approvato con D.C.R. n.116 del 21.01.2004, aggiornato 2016. (cfr.: *Carta del rischio idrogeologico, scala 1:10.000*).

4. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'evoluzione del sistema idrografico superficiale risulta fortemente condizionato dai fenomeni neotettonici avvenuti a partire dal Pliocene inferiore-medio che hanno favorito il rapido approfondimento dell'intero reticolo idrografico.

Il sito in oggetto non è attraversato da vie preferenziali di scorrimento delle acque superficiali.

Il reticolo idrografico dell'area è caratterizzato da:

- reticolo principale è rappresentato dal fiume Ete Vivo, ubicato ad una distanza di 670 m dall'alveo;
- reticolo secondario ed antropico è costituito da canali di scolo intubati per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche in eccesso provenienti dall'area urbanizzata.

Lo schema idrogeologico dell'area in oggetto, in stretta dipendenza tra assetto litostrutturale e circolazione idrica, è caratterizzato da un complesso di depositi di origine costiero. Tale complesso è formato essenzialmente da corpi *sabbiosi – ghiaiosi* con intercalate lenti, di varia estensione e spessore, di *limi sabbiosi*.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, viste le caratteristiche litologiche e tessiturali dei terreni e la sovrapposizione stratigrafica di litotipi permeabili (*sabbie e ghiaie*) su litotipi impermeabili e/o scarsamente permeabili (*argille*), esistono condizioni favorevoli per la formazione di una falda acquifera freatica. Il livello piezometrico rilevato è ubicato alla profondità di 2,3 m dal piano campagna.

4.1 Permeabilità

Le caratteristiche idrogeologiche dei terreni superficiali, costituiti da *depositi di spiaggia antica, sabbie ghiaiose e sabbie*, presentano una **permeabilità elevata** pari a $K = 10^{-5} - 10^{-2}$ m/sec, classificati come terreni permeabili.

5. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

La classificazione litotecnica è stata effettuata seguendo lo schema indicato dalla Circolare n. 14 del 28 Agosto 1990 e riportato sul Bollettino Ufficiale della Regione Marche, anno XXI n. 120, del 24 Settembre 1990.

Sulla base del rilievo e delle indagini effettuate, che hanno permesso di risalire alle caratteristiche granulometriche del litotipo presente in superficie ed alle proprietà tecniche dell'unità stratigrafica, è stata elaborata la carta litotecnica allegata. In tale carta si evince che nell'area in oggetto è presente l'unità di "copertura", composta da:

"sedimenti a grana medio fine"

E_{2c} unità composta da *limi sabbiosi – sabbie limose e sabbie ghiaiose*, terreni sciolti prevalentemente incoerente, non addensati.

"sedimenti a grana grossa"

D₂ unità composta da *ghiaia* di origine calcarea arrotondata immersa in una abbondante matrice *sabbiosa*, talora predominante. Contatto intergranulare piuttosto continuo. Medio-alta la densità relativa del materiale caratterizzato da qualità geotecniche buone, talora ottime.

Sabbie limose e limi sabbiosi

Il litotipo, di colore avana, è costituito da sedimenti a granulometria fine con tessitura eterogenea. Sono terreni prevalentemente incoerenti a luoghi debolmente coesivi, poco consistenti e poco addensati (A.G.I. 1977).

<i>Parametri geotecnici</i>		<i>U.M.</i>
Peso dell'unità di volume	$\gamma = 1,8 \div 1,85$	g/cmc
Angolo di attrito drenato	$\varphi' = 21^\circ \div 24^\circ$	Gradi
Modulo elastico	$E_s = 68 \div 94$	Kg/cmq
Numero di colpi Standard Penetration Test	$N_{spt} = 4 \div 9$	

sabbie ghiaiose

Il litotipo è costituito prevalentemente da sedimenti a granulometria medio grossolana con clasti di natura prevalentemente calcarea e con spigoli arrotondati. Terreni incoerenti moderatamente addensati (A.G.I. 1977).

<i>Parametri geotecnici</i>		<i>U.M.</i>
Peso dell'unità di volume	$\gamma = 1,8 \div 1,85$	g/cmc
Angolo di attrito drenato	$\varphi' = 24^\circ \div 26^\circ$	Gradi
Modulo elastico	$E_s = 130 \div 140$	Kg/cmq
Numero di colpi Standard Penetration Test	$N_{spt} = 18 \div 19$	

6. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Sulla base delle indagini svolte in relazione alle condizioni topografiche, geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche è stata redatta la carta della pericolosità geologica, l'area è classificabile con un grado di pericolosità basso.

Grado di pericolosità basso: area di fondo valle e/o litoranei caratterizzate da depositi alluvionali-costieri, interessate da falda freatica superficiale, geomorfologicamente stabili. In tale area non si rilevano problematiche che possono pregiudicare gli interventi di urbanizzazione e di edificazione.

7. SISMICITA' DELL'AREA

In relazione alla normativa sismica O.P.C.M. 3274 del 20.03.03 all. 1 "criteri per l'individuazione delle zone sismiche, individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone", l'area in esame, comune di Fermo, ricade in zona sismica 2, con valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a:

zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ag/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

7.1 Analisi sismica del sito

L'analisi sismica del sito ha il fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo e, in particolare, individuare le discontinuità sismiche nonché ricostruire la profondità del locale sub-strato geologico (o meglio bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di

propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle “*Nuove norme tecniche per le costruzioni*” del D.M. del 17 Gennaio 2018. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V. La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) permette di ottenere i seguenti risultati:

- la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale, in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare manufatti aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosa per la stabilità degli stessi in caso di sisma;
- la **velocità media delle onde di taglio V_s e V_{s30}** calcolata con un apposito codice di calcolo, tramite la curva H/V;
- la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 m. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

La velocità equivalente delle onde di taglio è stata calcolata, su uno spessore di 30 m di profondità, in quanto il substrato sismico (> 800 m/s) è ubicato ad una profondità maggiore di 32 m, ed è stata determinata tramite la formula seguente.

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} = 237,74 \text{ m/sec}$$

Nella valutazione della categoria di suolo e nell'approccio alla progettazione strutturale del manufatto in questione, non vanno comunque trascurate le informazioni acquisite con l'indagine sismica circa la frequenza di risonanza del sito.

Nella relazione in allegato si osserva nel grafico n.2, escludendo le frequenze > 10 -12 Hz e < 1 Hz non significative dal punto di vista strutturale, una **frequenza caratteristica di risonanza del terreno a basso contrasto d'impedenza prossima a 5,0 Hz**, a cui corrisponde un picco H/V pari a 1,2, a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie rispetto all'input su bedrock di riferimento.

Sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma, progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (per un fattore di moltiplicazione di almeno 1,4) da quelle tipiche del terreno nel sito di edificazione.

7.2 Categoria di sottosuolo

La categoria del sottosuolo, in base al valore V_{s30} della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità, rientra nella categoria C, *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti* con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

7.3 Condizioni topografiche

In relazione agli effetti di amplificazione locale legati alla morfologia del suolo, la categoria relativa alla superficie topografica dell'area in esame rientra nella categoria T1, *superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* .

Per rischio sismico si intende una misura del danno che può essere prodotto da un terremoto preso come riferimento. A determinare il *rischio sismico* concorrono, in misura diversa, alcuni fattori:

- *Pericolosità sismica*, caratteristiche del terremoto atteso nella località e la sua probabilità di ricorrenza.
- *Risposta sismica locale*, diversificazione del terremoto atteso in relazione a condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali, valutabili a scala di dettaglio.
- *Vulnerabilità*, predisposizione dei manufatti esistenti e di progetto a subire danni in caso di terremoto.
- *Esposizione al terremoto*, distribuzione delle attività nel territorio urbanizzato e infrastrutturato, nonché il carico urbanistico inteso negli aspetti demografici e occupazionali, nelle specifiche articolazioni delle destinazioni d'uso, delle densità edilizie, della dotazione impiantistica e delle loro interconnessioni.

7.4 pericolosità sismica locale

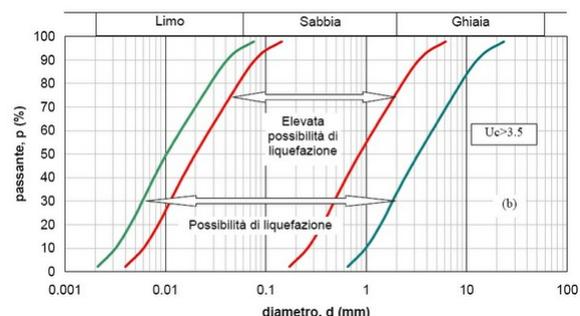
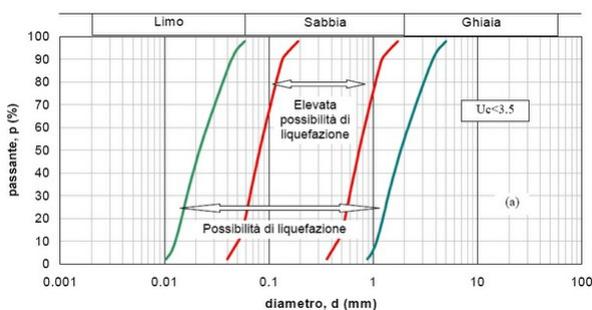
Nell'area in oggetto, è stato attribuito un grado di pericolosità sismica locale medio-basso, in quanto ci troviamo in area di fondo valle e/o litoranea con presenza, negli strati superficiali, dei depositi di *limi sabbiosi – sabbie limose e sabbie ghiaiose*, con probabili effetti in caso di terremoto di amplificazione diffusa del moto del suolo dovuta alla differenza di risposta sismica tra substrato e copertura e cedimenti collegati a particolari caratteristiche geotecniche dei terreni. (cfr.: *Carta della pericolosità sismica locale, scala 1:1000*)

7.5 Liquefazione

Lo scuotimento sismico genera nei terreni saturi incoerenti, prevalentemente sabbiosi, una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza, causata dall'aumento di pressione interstiziale, generando deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione può essere omessa (secondo quanto espresso nel par. 7.11.3.4.2 delle NTC2018) quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nel grafico (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nel grafico (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Il sito in oggetto, ricade in zona suscettibile di instabilità per liquefazione, dallo studio di Microzonazione sismica di I livello del comune di Porto San Giorgio, con presenza di sedimenti prevalentemente sabbiosi, e con la presenza di una falda acquifera con livello piezometrico a 2,3 m dal piano di calpestio, pertanto è stata eseguita la verifica al rischio di liquefazione, secondo il metodo di *Iwasaki et Ali (1978) modificato (1984)*, utilizzando i dati dalla prova pentrometrica, adottando il valore di N_{spt} medio rilevato.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE (da prove dinamiche SPT)				
Metodo semplificato				
Metodo di Iwasaki et al. (1978) modificato (1984)				
PARAMETRI:				
γ	=	1,85	g/cm ³	
σ_{vo}	=	1,11	kg/cm ²	
$\sigma_{vo'}$	=	0,79	kg/cm ²	
profondità della prova	=	8,6	cm	
profondità falda	=	230	cm	
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³	
Pressione neutra	=	0	kg/cm ²	
z	=	0,086	m	
N_{spt}	=	10		
d_{50}	=	0,1		
M	=	6,5		
MSF	=	1,60	se $M \leq 7,5$	
	=	1,44	se $M > 7,5$	
DEFINIZIONI:				
R=	Resistenza al taglio mobilitata			
T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma			
d_{50} =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%			
Vs=	Velocità dell'onda di taglio S			
FORMULE:				
R	=	$0,0882 \cdot E16 \cdot \text{RADQ}(E9+0,7) + 0,225 \log(0,35/E17)$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	= 0,7683623316344
R	=	$0,0882 \cdot E16 \cdot \text{RADQ}(E9+0,7) - 0,05$	se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	= 0,595970923184628
T	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma_{vo'})) \cdot r_d \cdot 1/MSF$	se $M \leq 7,5$	= 0,099341822774815
			se $M > 7,5$	= 0,110478662961015
a_{max}/g	=	0,257		
r_d	=	0,93		
$F_s = R/T > 1$	se $M \leq 7,5$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	= 7,73477083166868	Verificato F_s
		se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	= 5,99919456416211	Verificato F_s
	se $M > 7,5$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	= 6,9550645578919	Verificato F_s
		se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	= 5,39444366189451	Verificato F_s

Dalla verifica si evince che il sito in oggetto non è soggetto a liquefazione in caso di sisma.

8. FATTIBILITA' GEOLOGICA DELL'AREA

La carta della fattibilità geologica dell'area in oggetto è il documento di sintesi dello studio eseguito, in quanto vengono riportate le informazioni sulle caratteristiche litologiche, geotecniche, geomorfologiche, idrogeologiche e relative alla risposta sismica locale.

Quindi la zonazione effettuata per l'area in oggetto può essere così riassunta:

GRADO ALTO: Contraddistingue l'intera area di sedime dell'edificio la quale, è contrassegnata da un basso grado di pericolosità sismica locale rispetto al livello-base, da un basso grado di pericolosità geologiche, presenta una morfologia sub-pianeggiante e risulta caratterizzata da un deposito costiero e/o di ambiente di transizione di discreto spessore dalle buone qualità geomeccaniche, inoltre non è soggetto a particolari problematiche sismiche, nel caso vengano progettati edifici con frequenze fondamentali di risonanza differenti da quelle del terreno, terreno per il quale si escludono, inoltre, rischi di liquefazione.

9. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La verifica di compatibilità idraulica delle trasformazioni territoriali è stata eseguita secondo quanto stabilito dall' art. 10, comma 4 dalla L.R. n.22 del 23 novembre 2011 *"norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi Regionali 5 agosto 1992, n.34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto di territorio" e 8 ottobre 2009, n.22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile"* e dalle linee guida della D.G.R. n.53 del 27/01/2014.

Nello specifico lo studio è stato redatto secondo quanto riportato dai *"Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali"* (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), facendo, inoltre riferimento, alle *linee guida* redatte dall'Autorità di Bacino della Regione Marche, nel Marzo 2014, recanti indicazioni e suggerimenti per la corretta stesura della V.C.I..

Lo scopo della suddetta legge è di assicurare un'adeguata tutela del territorio regionale, nonché di dettare norme per la riqualificazione urbana sostenibile e per l'assetto idrologico. In particolare l'Art.10 comma 1 della suddetta legge prevede che tutti gli strumenti urbanistici in cui sono previste delle trasformazioni territoriali devono prevedere una verifica di compatibilità idraulica volta a riscontrare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione, anche futura, di tale livello.

Per la ricostruzione del quadro litostratigrafico dell'area si è fatto riferimento ai dati emersi dall'esecuzione di numerosi studi effettuati nell'area dallo scrivente e da indagini a grande (Studio di microzonazione sismica di I e II livello, ecc.) e piccola scala che hanno interessato il territorio comunale di Porto San Giorgio.

Per la ricostruzione del quadro idrogeologico dell'area si è fatto riferimento sempre alle informazioni raccolte nel corso di studi pregressi effettuati nell'area.

Infine per la verifica della compatibilità idraulica dell'intervento, ovvero per la valutazione della pericolosità idraulica del sito, si è proceduto ad una ricerca di dati bibliografici e storici riguardanti gli eventi alluvionali che hanno interessato nel corso del tempo il territorio comunale di Porto San Giorgio e gli studi di carattere idraulico ed idrogeologico che hanno interessato il Fiume Ete Vivo, che si sono succeduti nel corso degli anni sulla base dei quali sono stati realizzati degli interventi idraulici di messa in sicurezza e delle opere di mitigazione allo scopo di rimuovere delle "criticità" esistenti e quindi diminuire il rischio idraulico indotto dalle stesse.

Lo studio è proseguito con l'analisi della cartografia storica dell'I.G.M, e delle foto aeree storiche attualmente disponibili. Unitamente a ciò si è fatto riferimento alle informazioni della carta del rischio idrogeologico contenuta nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto idrogeologico (PAI) in cui vengono individuate le aree a rischio esondazione e le carte tematiche del Piano regolatore Generale del comune di Porto San Giorgio. Unitamente a ciò, particolarmente significative ed importanti ai fini dello studio sono risultate le informazioni orali raccolte dagli abitanti ivi residenti raccolte nel corso dei sopralluoghi che hanno permesso di risalire cronologicamente alle criticità idrauliche negli ultimi 50-60 anni .

Metodologia di analisi

La metodologia adottata può essere così schematizzata:

- ***analisi idrografica, bibliografica e storica, studio dei dati esistenti;***
- ***analisi geologica, geomorfologica ed idrogeologica, rilevamento geologico-geomorfologico di campagna;***
- ***valutazione della Compatibilità Idraulica.***

La base cartografica utilizzata per le indagini e la stesura degli elaborati sono le tavole 1:25.000 dell'IGM, 1:10.000 CTR della Regione Marche, nonché le tavole 1:2.000 del comune di Porto San Giorgio.

9.1 Analisi Idraulica – bibliografica - storica

L'analisi idrografica, bibliografica e storica ha lo scopo di individuare il reticolo idrografico attuale e quello storico recente, le aree mappate come inondabili negli strumenti di Pianificazione di Settore redatti dalle Autorità di Bacino, le aree inondabili individuate in altri strumenti di pianificazione e le aree individuabili come inondabili e/o inondate sulla base degli studi e delle informazioni storiche disponibili.

La rete idrografica attuale e storica è stata individuata attraverso la consultazione delle cartografie, secondo i criteri dettati dalla normativa regionale vigente in materia:

- carta topografica regionale IGM foglio n.125 I scala 1:25.000
- carta Tecnica Regionale – sezione n. 315020 scala 1:10.000
- carta del Rischio Idrogeologico – RI 60a del Piano Assetto Idrogeologico scala 1:10.000
- Progetto AVI (Aree Vulnerabili Italiane), Censimento delle aree italiane storicamente vulnerate da calamità naturali ed idrauliche, 2° edizione Anno 1999;
- Rilievo del Reticolo Idrografico Minore della Regione Marche (RIM);
- carta aerofotogrammetria comunale, scala 1:2.000
- ortofotocarta Regionale – anno 1988 sezione n. 315020 scala 1:10.000
- ortofotocarta Regionale – anno 2010 sezione n. 315020 scala 1:10.000
- planimetria catastale, foglio di mappa n.11

Lo studio eseguito a carattere geologico ed idraulico che ha interessato l'area, è il seguente:

- *“Manutenzione straordinaria e arginature del fiume Ete Vivo ricadente nel territorio della provincia di Fermo”* – Amministrazione Provinciale di Fermo – Assessorato Genio Civile e Protezione Civile, Novembre 2013.

Le pubblicazioni e/o studi a grande scala consultati sono:

- *L'AMBIENTE FISICO DELLE MARCHE -autori vari-* Edito a cura dell'Assessorato Urbanistica-Ambiente della regione Marche, 1991;
- *LA GEOLOGIA DELLE MARCHE -Centamore E., Deiana G.-* Studi geologici camerti; numero speciale in occasione del 73° Congresso della Società Geologica Italiana; Roma, 1986;
- *CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA* scala 1:5.000 del P.R.G. del Comune di Porto San Giorgio;
- *CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO* scala 1:10.000 del *"Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI)* L. 183/89- L. 365/00 -L.R. 13/99 redatto dalla regione Marche - Autorità di Bacino Regionale.

9.2 Analisi geomorfologica geologica e idrogeologica

9.2.1 Geomorfologia

L'area in esame è ubicata lungo la pianura costiera, ad una quota altimetrica di circa 2,7 m sul livello medio del mare. L'edificio oggetto di variante di destinazione d'uso è distante dalla linea di battigia di circa 200 m, la quale risulta protetta dall'erosione dalle scogliere frangiflutti ubicate alla distanza di circa 100 m dalla linea di costa.

L'assetto morfostrutturale della pianura costiera, deriva dall'azione combinata del mare, che ha deposto un materasso di sedimenti più o meno grossolani e dei corsi d'acqua sia primari che secondari che hanno contribuito con l'apporto di materiali più fini. Le due differenti sedimentazioni hanno agito nel tempo in modo discontinuo determinando frequenti interdigitazioni nei depositi prodotti.

In relazione a tali processi, attualmente l'area può essere considerata in sostanziale equilibrio a seguito della realizzazione negli anni '80 di un continuo sistema di barriere flangiflutti emerse a mare, che riducendo l'energia del moto ondoso, contrastano efficacemente i processi erosivi.

L'area in esame presenta una morfologia pressoché sub-pianeggiante con debole pendenza verso Est con quota altimetrica di 2,7 m sul livello medio del mare, dal punto di vista topografico, come del resto l'intera area circostante possono essere classificati secondo il D.M. 17 Gennaio 2018, come Categoria T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$).

Vista la conformazione topografica del sito, **si escludono rischi di instabilità gravitativa o morfologica per l'area in esame**, così come la stessa può essere **ritenuta esente da rischio di esondazione** da parte del sistema idrografico superficiale ed in particolare, nel caso specifico, dell'elemento idrografico più prossimo all'area in esame rappresentato il fiume Ete Vivo, visti gli interventi idraulici volti a rimuovere le "criticità" esistenti che sono stati realizzati nel corso del tempo. L'area in esame, nel *Piano per l'assetto idrogeologico* (PAI), non risulta tra le aree a rischio di esondazione.

(cfr.: *Carta del rischio idrogeologico*, scala 1:10.000)

9.2.1 Geologia

Le risultanze delle diverse campagne geognostiche redatte nell'area oggetto d'indagine e circostante al fabbricato in esame hanno permesso sia l'individuazione che la caratterizzazione dei litotipi presenti, oltre alla ricostruzione della loro sequenza stratigrafica locale. Da ciò è emerso la presenza di sedimenti *sabbie limose e sabbie ghiaiose* di genesi litoranea o di transizione, depositati durante le varie fasi di accrezione costiera che si sono succedute in passato. Alla base dei terreni continentali suddetti si riscontrano invece i sedimenti del substrato della *Formazione delle Argille azzurre* composti da sedimenti argillosi stratificati a rari e sottili orizzonti sabbiosi.

9.2.2 Idrogeologia

Dal rilievo dei livelli piezometrici eseguiti durante l'esecuzione delle campagne geognostiche, è emersa la presenza di una falda acquifera costiera il cui tetto è posto attualmente a circa 2.30 m dal piano campagna attuale. Trattasi in questo caso di un acquifero costiero intestato all'interno delle sedimenti *sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi* litoranei che viene delimitato inferiormente dalle *argille* plio-pleistoceniche che rappresentano il locale "acquiclude" il cui tetto è posto ad una profondità di circa 20.0 m rispetto all'attuale piano campagna.

L'altezza della falda e quindi il livello della superficie freatica è regolato dal regime pluviometrico stagionale pertanto il livello dell'acquifero dipenderà strettamente dal regime pluviometrico stagionale, e quindi risulterà di conseguenza essere massimo nel periodo compreso tra Gennaio e Marzo e minimo tra Agosto ed Ottobre.

Vulnerabilità Acquifero

Alla luce della granulometria e quindi la permeabilità dei sedimenti che compongono in maniera prevalente il locale acquifero (*limi sabbiosi, sabbie e ghiaie sabbiose*), considerando soprattutto l'elevato spessore del corpo idrico e quindi la notevole trasmissività dello stesso ($T=kh$), fanno ragionevolmente stimare come elevata/elevatissima la produttività idrica della falda idrica, così come molto elevata risulta essere la sua vulnerabilità, in condizioni naturali, vista la scarsa copertura superficiale e la presente al di sopra della stessa di materiali prevalentemente sciolti ed incoerenti.

9.2.3 Idrologia

L'evoluzione del sistema idrografico superficiale risulta fortemente condizionato dai fenomeni neotettonici avvenuti a partire dal Pliocene inferiore-medio che hanno favorito il rapido approfondimento dell'intero reticolo idrografico.

Il reticolo idrografico dell'area è caratterizzato dal reticolo principale, rappresentato dal fiume Ete Vivo, ubicato ad una distanza di 670 m dall'alveo, con regime idraulico di tipo torrentizio perenne e con portate molto variabili in relazione alla precipitazioni meteoriche stagionali, mentre il reticolo secondario ed antropico è costituito da canali di scolo intubati atti alla raccolta ed allo smaltimento delle acque meteoriche in eccesso provenienti dall'area urbanizzata.

9.3 valutazione della compatibilità idraulica

In relazione alle considerazioni espresse nei paragrafi precedenti circa il rischio di alluvionamento dell'area oggetto di studio da parte del mare e dai corsi d'acqua principali, per i quali l'area oggetto di studio non risulta sottoposta attualmente a vincoli PAI di nessun genere, è stata espletata una verifica di compatibilità idraulica ai sensi della legge regionale n.22/2011 condotta nel rispetto di quanto dettato dai "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali" (BUR Marche n.19 del 17/02/2014) e relative *Linee Guida* redatte dall'Autorità di Bacino Regione Marche in data Marzo 2014, *allegato A*.

Lo scopo fondamentale della *verifica di compatibilità idraulica* è di fare in modo che le scelte pianificatorie, fin dalla fase della loro ideazione, valutino la pericolosità idraulica presente e potenziale delle aree e le possibili alterazioni del regime idraulico indotte da tali scelte.

Nello specifico, lo studio è stato condotto adottando un **livello di verifica di tipo semplificato (Il livello)**, ossia basato su considerazioni di tipo idrografico-bibliografico e storico implementata da valutazioni ed analisi geomorfologiche e topografiche, alle quali sono state associate considerazioni e analisi geomorfologiche e topografiche, che tengono conto, nel contempo, degli studi idrologici, idrogeologici e relative verifiche idrauliche eseguite nell'area per gli elementi idrografici presenti.

10. CONCLUSIONI

Le osservazioni e le considerazioni fino a qui esposte, in relazione alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e in relazione alla caratterizzazione sismica locale, portano ad evincere le seguenti conclusioni.

L'area in oggetto è contrassegnata da un medio - basso grado di pericolosità sismica locale rispetto al livello-base, da un basso grado di pericolosità geologiche, presenta una morfologia sub-pianeggiante e risulta caratterizzata da un deposito costiero di discreto spessore, dalle buone qualità geomeccaniche, non soggetto a particolari problematiche sismiche, nel caso vengano progettati edifici con frequenze fondamentali di risonanza diverse da quelle del terreno.

Si ritiene di definire la fattibilità geologica per l'intervento di cambio di destinazione d'uso da turistico ricettivo a residenziale del fabbricato "Timone 5" oggetto d'indagine, gli studi e le indagini svolte hanno permesso di verificare la **compatibilità dell'intervento edificatorio in relazione agli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici della zona indagata**.

Per quanto concerne la verifica di compatibilità idraulica dell'area oggetto di intervento, è stata effettuata una verifica di tipo semplificato (II livello) che prevede un'analisi idrografica-bibliografica-storica e dell'analisi geomorfologica, i cui risultati riportati nel capitolo di riferimento hanno testato che:

- l'area non rientra in area soggetta a pericolosità ed a rischio idrogeologico per fenomeni di esondazione, aree individuate negli strumenti urbanistici comunali e in altri studi specifici di settore (C.A.R.G., S.C.A.I., R.I.M., studi GNDCI) ed acquisite nel Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI), approvato con D.C.R. n.116 del 21.01.2004, aggiornato 2016;
- la realizzazione di un continuo sistema di barriere frangiflutti a mare che riducendo l'energia del moto ondoso lungo la linea di costa, assicura protezione in occasione di eventi meteorici particolarmente avversi;
- da informazioni raccolte, il fabbricato in esame non è mai stato interessato da eventi di esondazione del fiume *Ete Vivo*.

Pertanto, alla luce di tali considerazioni, si **esprime parere favorevole circa la compatibilità idraulica per la richiesta di variante al piano regolatore generale per cambio di destinazione d'uso dell'edificio "Timone 5"**, in quanto la *verifica di tipo semplificato (Analisi Geomorfologica e Analisi Idrografica-Bibliografica-Storica)* eseguita può essere considerata verificata, visto che l'area in esame non risulta interessabile sia da fenomeni di inondazione/allagamento del reticolo idrografico, sia dalle dinamiche fluviali. Si esclude inoltre, per effetto dell'intervento, qualsiasi tipo di alterazione del regime idraulico sulle aree confinanti, indotta dalle scelte urbanistiche e nello specifico dalle modifiche del piano attuale di campagna, che nel caso specifico non comporteranno variazioni significative delle linee di deflusso delle acque dilavanti.

Alla presente relazione si allega la dichiarazione "*asseverazione sulla compatibilità idraulica delle trasformazioni territoriali*", nel rispetto della L. R. 22 del 23/11/2011, art. 10 e dei contenuti delle linee guida "*criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali*" D.G.R. n. 53 del 27/01/2014.

Porto San Giorgio, 3 Novembre 2021

Dr. Geol. Graziano Ciferri



ALLEGATI nel testo:

- CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE I.G.M. scala 1:25.000
- COROGRAFIA scala 1:10.000
- CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO scala 1:10.000
- CARTA GEOLOGICA scala 1:10.000
- PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI scala 1:1.000
- ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE
- CARTA LITOLOGICO-TECNICA scala 1:1.000
- CARTA IDROGEOLOGICA scala 1:1000
- CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE scala 1:1.000
- CARTA DELLE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE scala 1:1.000
- CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA scala 1:1.000
- SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA scala 1:200
- AREE INONDABILI E AREE DI PERTINENZA FLUVIALE scala 1:5.000
- INDAGINE SISMICA
- ASSEVERAZIONE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI

CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE I.G.M.

scala 1:25.000

LEGENDA:

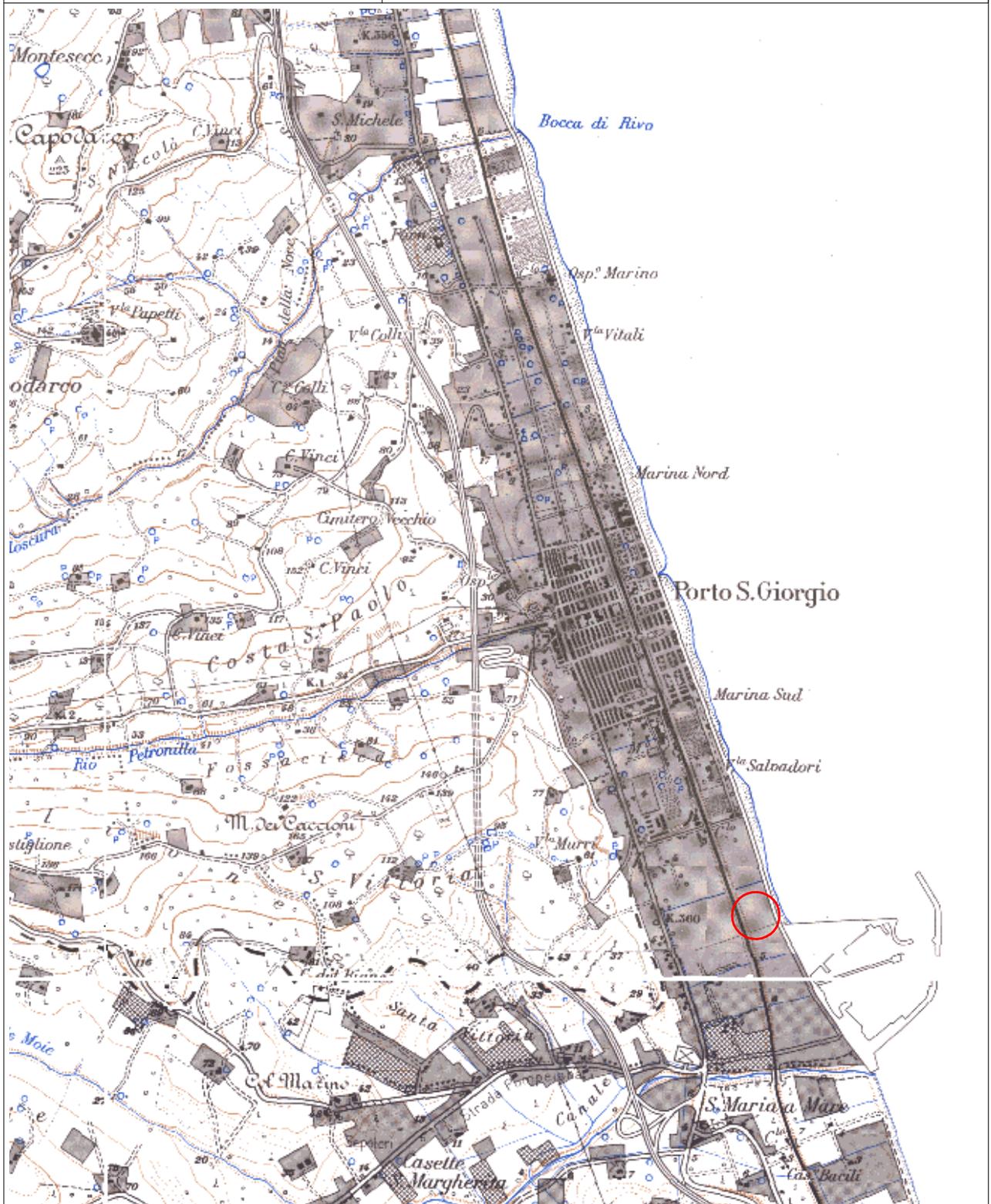


Area in oggetto



Base cartografica: I.G.M. scala 1:25.000
(agg. 1984 CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE)
Foglio n. 125 I

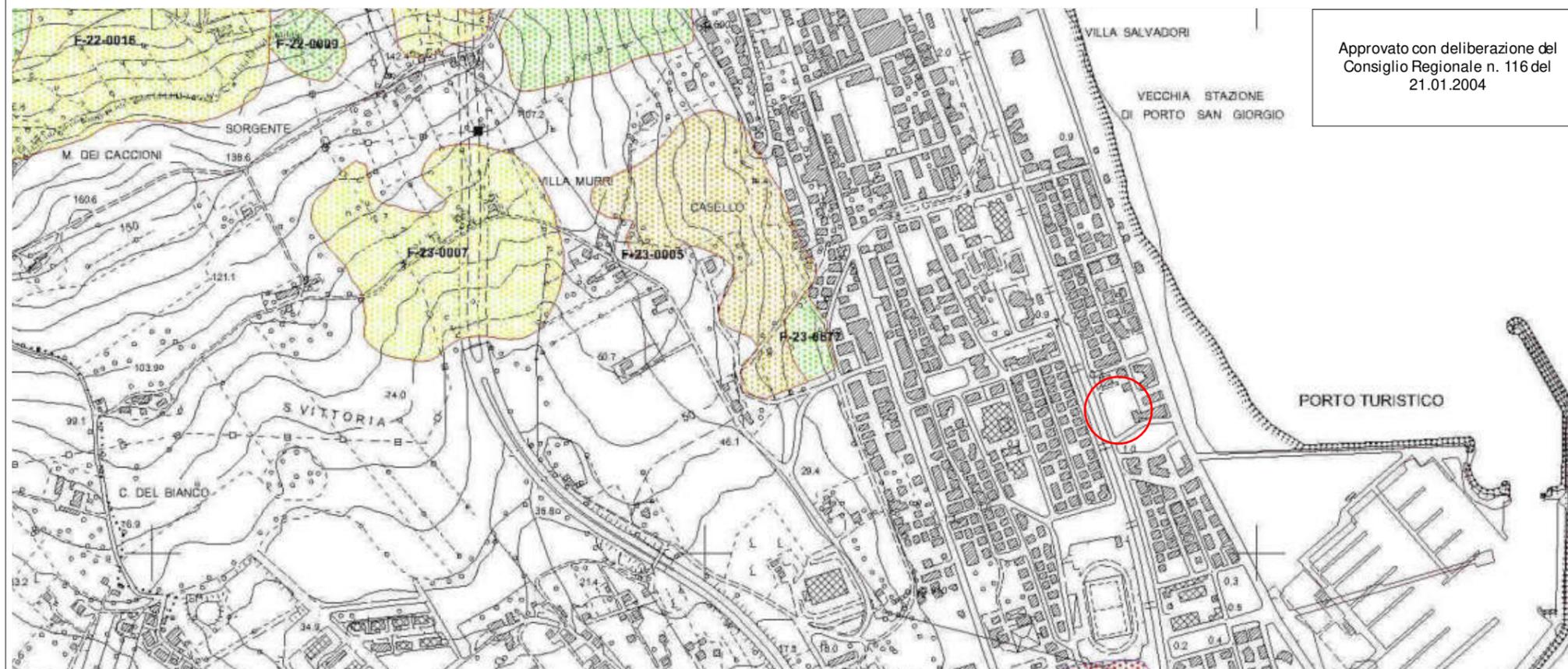
L'equidistanza fra le curve di livello è di 25,0 m,
l'altimetria espressa in metri è riferita al livello medio del mare.





CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

scala 1:10.000



Approvato con deliberazione del
Consiglio Regionale n. 116 del
21.01.2004



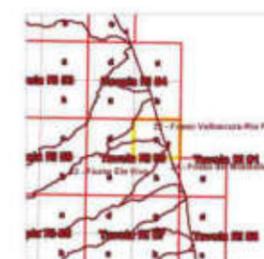
Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

AGGIORNAMENTO 2016
ALLEGATO SARFV2016/16 AL DECRETO DEL SEGRETARIO
GENERALE DELL'AUTORITA' DI BACINO REGIONALE

CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Tavola RI 60 a

 Area in oggetto

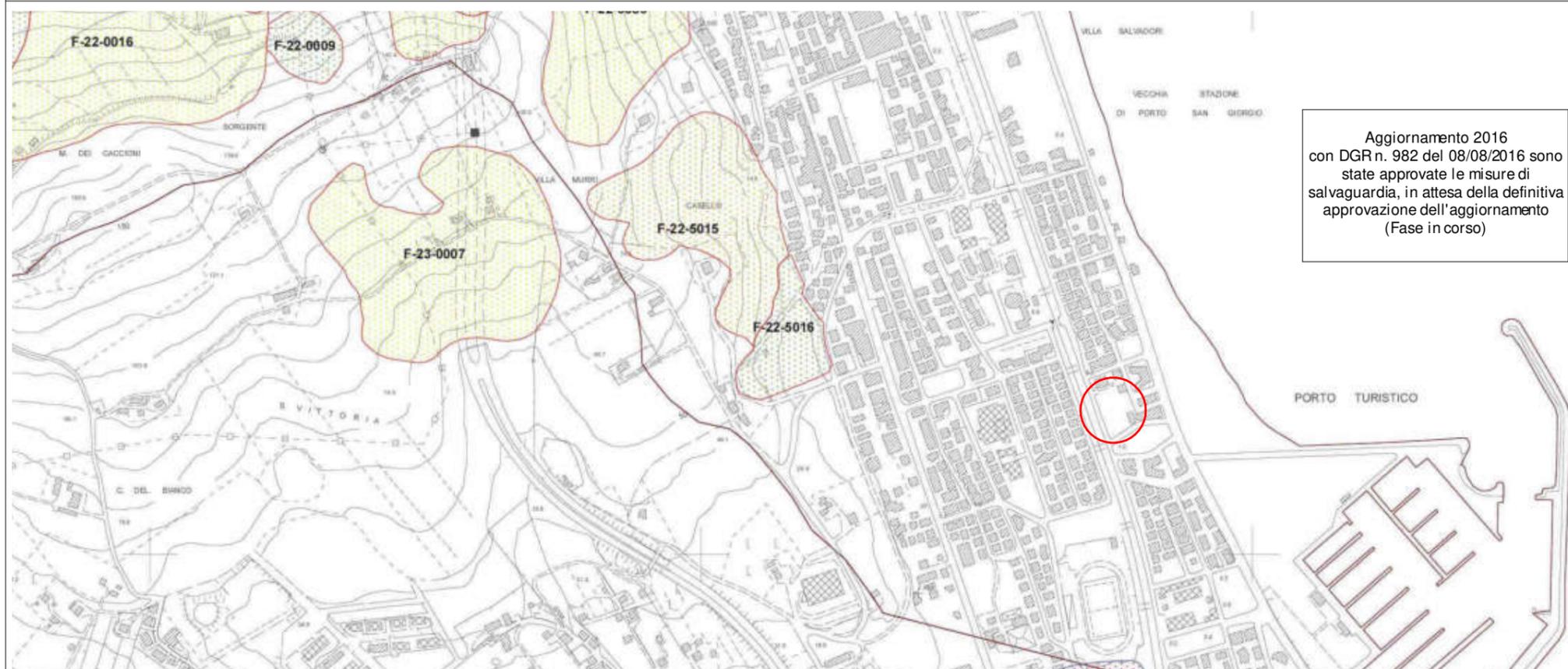


INQUADRAMENTO Tavola RI
INQUADRAMENTO BACINI IDROGRAFICI



CONFINI AMMINISTRATIVI - INQUADRAMENTO CTR 1:10.000

Aggiornamento 2016
con DGR n. 982 del 08/08/2016 sono
state approvate le misure di
salvaguardia, in attesa della definitiva
approvazione dell'aggiornamento
(Fase in corso)



LEGENDA

- Are a rischio frana**
(Codice F-xx-yyyy)
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)
- Are a rischio esondazione**
(Codice E-xx-yyyy)
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)
- Are a rischio valanga**
(Codice V-xx-yyyy)
- Rischio molto elevato (R4)

Linea di Bacino Idrografico
DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI VEENAMEN
Z-XX-YYYY
Z: codice dell'unità di bacino
XX: numero sequenziale
YYYY: anno di approvazione



CARTA GEOLOGICA
Sezione 315020 - Porto San Giorgio
scala 1:10.000



LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE (CLOCONE)

- MUSa1 Frane in evoluzione
- MUSa1q Frane senza indizi di evoluzione
- MUSa2 Depositi alluvionali
- MUSb Depositi alluvionali attuali ghiaie, sabbie
- MUSbn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie sabbiose, sabbie limose
- MUSg2a Depositi di spiagge attuali sabbie prevalenti
- MUSg2b Depositi di spiagge antiche ghiaie e sabbie in proporzioni variabili

SISTEMA DI MATELICA (PLIOSTOCENE SUPERIORE)

- MTIbn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie fini e argille

SUPER SISTEMA COLLE ULLIO COLONIA MONTANI (PLIOSTOCENE MEDIO-SOMMATALE)

- ACbn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie

SISTEMA DI UMBRIGLIA (PLIOSTOCENE MEDIO-VELOCENTRIFERO)

- UR5bn Depositi alluvionali terrazzati ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie e limi

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

- FEMc FORMAZIONE DI FERMO (Stazioni arenacee Siciliane)

SUCCESSIONE PLOCENICIA

- FAA FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (Piacente inferiore - Piacente inferiore)
- FAAg FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (livello calcareo concogliante Piacente inferiore p.p.)
- FAAt FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (Stazioni gessi-arenacee Piacente inferiore - Piacente inferiore)
- FAAe FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (Stazioni gessi-arenacee Piacente inferiore - Piacente inferiore)
- FAAse FORMAZIONE DELLE ARGILLE AZZURRE (Stazioni di CRPa Stazioni gessi-arenacee Zucchiato p.p. - Sant'Elmario)

Simboli di contatto e strutture:

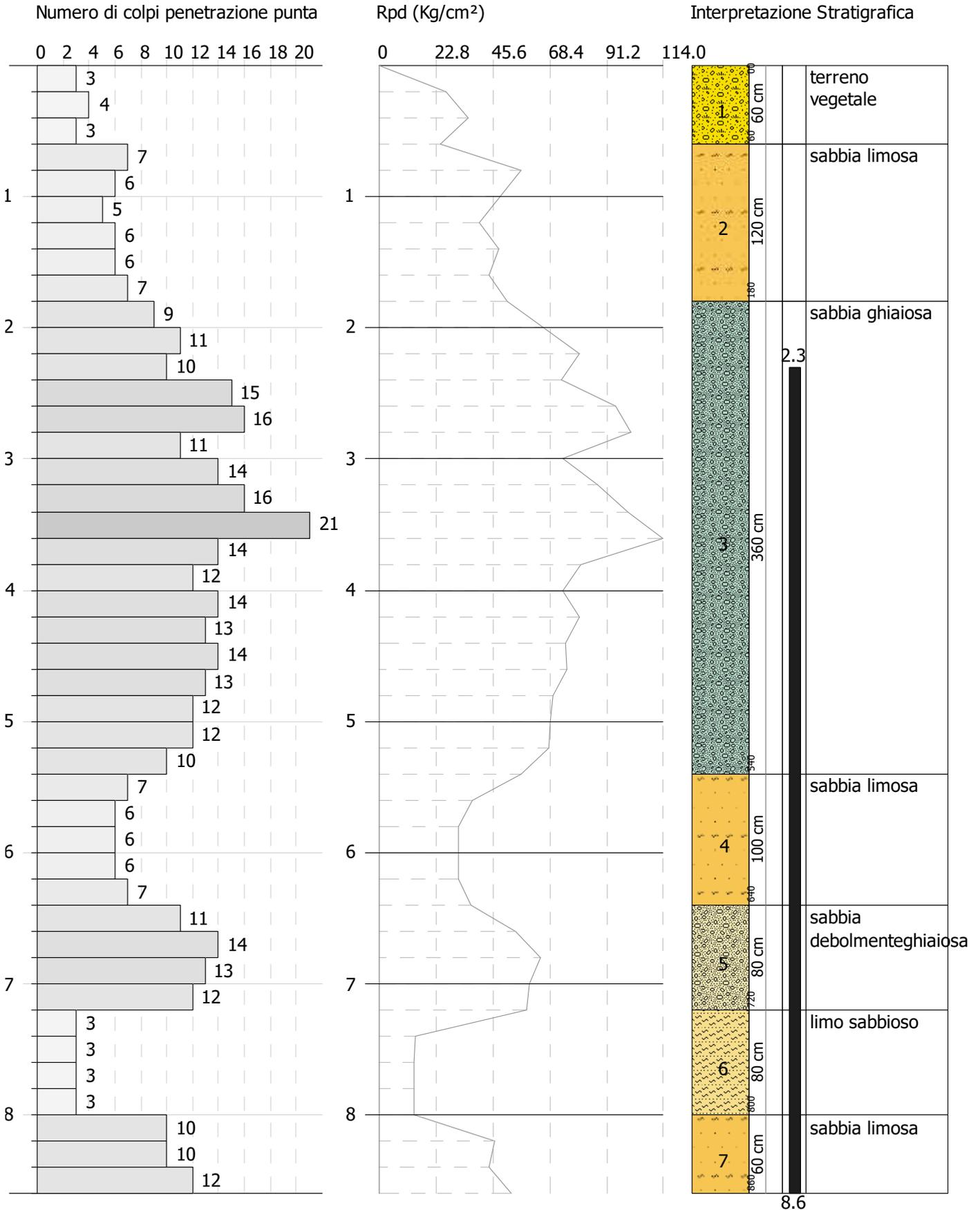
- Contatto stratigrafico o litologico
- Contatto stratigrafico incerto
- .-.-.- Contatto stratigrafico o litologico incerto
- Contatto stratigrafico incerto
- ==== Faglia diretta
- Faglia inversa o seppia
- ==== Faglia inversa
- Faglia diretta inversa o seppia
- Tracce di superficie assiali di anticlini
- Tracce di superficie assiali di anticlini, incerta o seppia
- ==== Oro di scarpata di frana

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

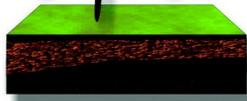
Committente: Il Timone
Descrizione: via XX Settembre
Localita': Porto San Giorgio

22-10-2021

Scala 1:43



STRATI
Indagini Geognostiche



www.provepenetrometriche.it

STRATI Indagini Geognostiche s.a.s.

CIVITANOVA MARCHE - MACERATA

TEL. 389 57 18 641

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Il Timone
Descrizione: via XX Settembre
Localita': Porto San Giorgio

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 22-10-2021
 Profondita' prova 8.60 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	7	0.843	56.93	67.50	2.85	3.38
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	5	0.836	40.32	48.22	2.02	2.41
1.40	6	0.833	48.19	57.86	2.41	2.89
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	7	0.826	51.54	62.38	2.58	3.12
2.00	9	0.823	66.02	80.20	3.30	4.01
2.20	11	0.820	80.39	98.02	4.02	4.90
2.40	10	0.817	72.81	89.11	3.64	4.46
2.60	15	0.764	94.94	124.23	4.75	6.21
2.80	16	0.761	100.89	132.51	5.04	6.63
3.00	11	0.809	73.67	91.10	3.68	4.55
3.20	14	0.756	87.65	115.94	4.38	5.80
3.40	16	0.753	99.83	132.51	4.99	6.63
3.60	21	0.701	113.85	162.45	5.69	8.12
3.80	14	0.748	81.05	108.30	4.05	5.41
4.00	12	0.796	73.89	92.83	3.69	4.64
4.20	14	0.744	80.54	108.30	4.03	5.41
4.40	13	0.741	74.56	100.56	3.73	5.03
4.60	14	0.739	75.10	101.60	3.76	5.08
4.80	13	0.737	69.54	94.34	3.48	4.72
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	12	0.783	68.19	87.08	3.41	4.35
5.40	10	0.781	56.68	72.57	2.83	3.63
5.60	7	0.779	37.27	47.84	1.86	2.39
5.80	6	0.777	31.87	41.00	1.59	2.05
6.00	6	0.775	31.80	41.00	1.59	2.05
6.20	6	0.774	31.73	41.00	1.59	2.05
6.40	7	0.772	36.93	47.84	1.85	2.39
6.60	11	0.770	54.72	71.04	2.74	3.55
6.80	14	0.719	64.98	90.41	3.25	4.52
7.00	13	0.717	60.21	83.95	3.01	4.20
7.20	12	0.766	59.33	77.49	2.97	3.87
7.40	3	0.764	14.80	19.37	0.74	0.97
7.60	3	0.763	14.01	18.36	0.70	0.92
7.80	3	0.761	13.98	18.36	0.70	0.92
8.00	3	0.760	13.95	18.36	0.70	0.92
8.20	10	0.759	46.43	61.21	2.32	3.06
8.40	10	0.757	46.35	61.21	2.32	3.06
8.60	12	0.756	52.77	69.81	2.64	3.49

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Peso unita' di volume (t/m ³)	Peso unita' di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.6	3.33	34.16	Incoerente	1.53	1.89	0.05	1.47	4.9	terreno vegetale
1.8	6.17	57.88	Incoerente	1.7	1.91	0.19	1.47	9.07	sabbia limosa
5.4	13.17	104.37	Incoerente	1.98	1.98	0.52	1.47	19.36	sabbia ghiaiosa
6.4	6.4	43.74	Incoerente	1.8	1.93	0.75	1.47	9.41	sabbia limosa
7.2	12.5	80.72	Incoerente	1.92	1.96	0.83	1.47	18.38	sabbia debolmenteghiosa
8	3	18.62	Incoerente	1.51	1.88	0.9	1.47	4.41	limo sabbioso
8.6	10.67	64.08	Incoerente	1.9	1.95	1.57	1.47	15.68	sabbia limosa

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densita' relativa (%)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Meyerhof 1957	53.82
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Meyerhof 1957	66.9
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Meyerhof 1957	83.58
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Meyerhof 1957	53.59
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Meyerhof 1957	69.36
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Meyerhof 1957	34.82
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Meyerhof 1957	55.23

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Meyerhof (1956)	21.4
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Meyerhof (1956)	22.59
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Meyerhof (1956)	25.53
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Meyerhof (1956)	22.69
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Meyerhof (1956)	24.77
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Meyerhof (1956)	21.26
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Meyerhof (1956)	24.48

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	71.07
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	93.17
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	147.71
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	94.97
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	133.56
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	68.47
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	128.20

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Menzenbach e Malcev	89.25
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Menzenbach e Malcev	132.87
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Menzenbach e Malcev	240.51
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Menzenbach e Malcev	136.43

Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Menzenbach e Malcev	212.58
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Menzenbach e Malcev	84.13
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Menzenbach e Malcev	202.01

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unita' di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Terzaghi-Peck 1948	1.41
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Terzaghi-Peck 1948	1.47
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Terzaghi-Peck 1948	1.59
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Terzaghi-Peck 1948	1.47
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Terzaghi-Peck 1948	1.56
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Terzaghi-Peck 1948	1.40
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Terzaghi-Peck 1948	1.55

Peso unita' di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Terzaghi-Peck 1948	1.88
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Terzaghi-Peck 1948	1.91
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Terzaghi-Peck 1948	1.99
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Terzaghi-Peck 1948	1.92
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Terzaghi-Peck 1948	1.97
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Terzaghi-Peck 1948	1.96

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	(A.G.I.)	0.34

Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	(A.G.I.)	0.34
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	(A.G.I.)	0.32
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	(A.G.I.)	0.34
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	(A.G.I.)	0.32
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	(A.G.I.)	0.34
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	(A.G.I.)	0.32

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) terreno vegetale	4.90	0.00-0.60	4.90	Ohsaki (Sabbie pulite)	289.53
Strato (2) sabbia limosa	9.07	0.60-1.80	9.07	Ohsaki (Sabbie pulite)	516.49
Strato (3) sabbia ghiaiosa	19.36	1.80-5.40	19.36	Ohsaki (Sabbie pulite)	1053.43
Strato (4) sabbia limosa	9.41	5.40-6.40	9.41	Ohsaki (Sabbie pulite)	534.67
Strato (5) sabbia debolmenteghiosa	18.38	6.40-7.20	16.69	Ohsaki (Sabbie pulite)	916.27
Strato (6) limo sabbioso	4.41	7.20-8.00	4.41	Ohsaki (Sabbie pulite)	262.23
Strato (7) sabbia limosa	15.68	8.00-8.60	15.68	Ohsaki (Sabbie pulite)	864.05

SCAVO N. 1



Dr. Graziano Ciferri
 - **Geologo** -
 Via Luigi Galvani n. 19
 63017 Porto S. Giorgio AP
 Tel. 0734 / 679003

Localita': Porto San Giorgio (AP)
 Cantiere: Lungomare Gramsci Sud
 Committente:
 Data: 20 Novembre 2003
 Quota p.c.: 2.3 m s.l.m.
 Metodo di perforazione: escavazione
 Diametro di perforazione: - m
 Scala della stratigrafia 1:50

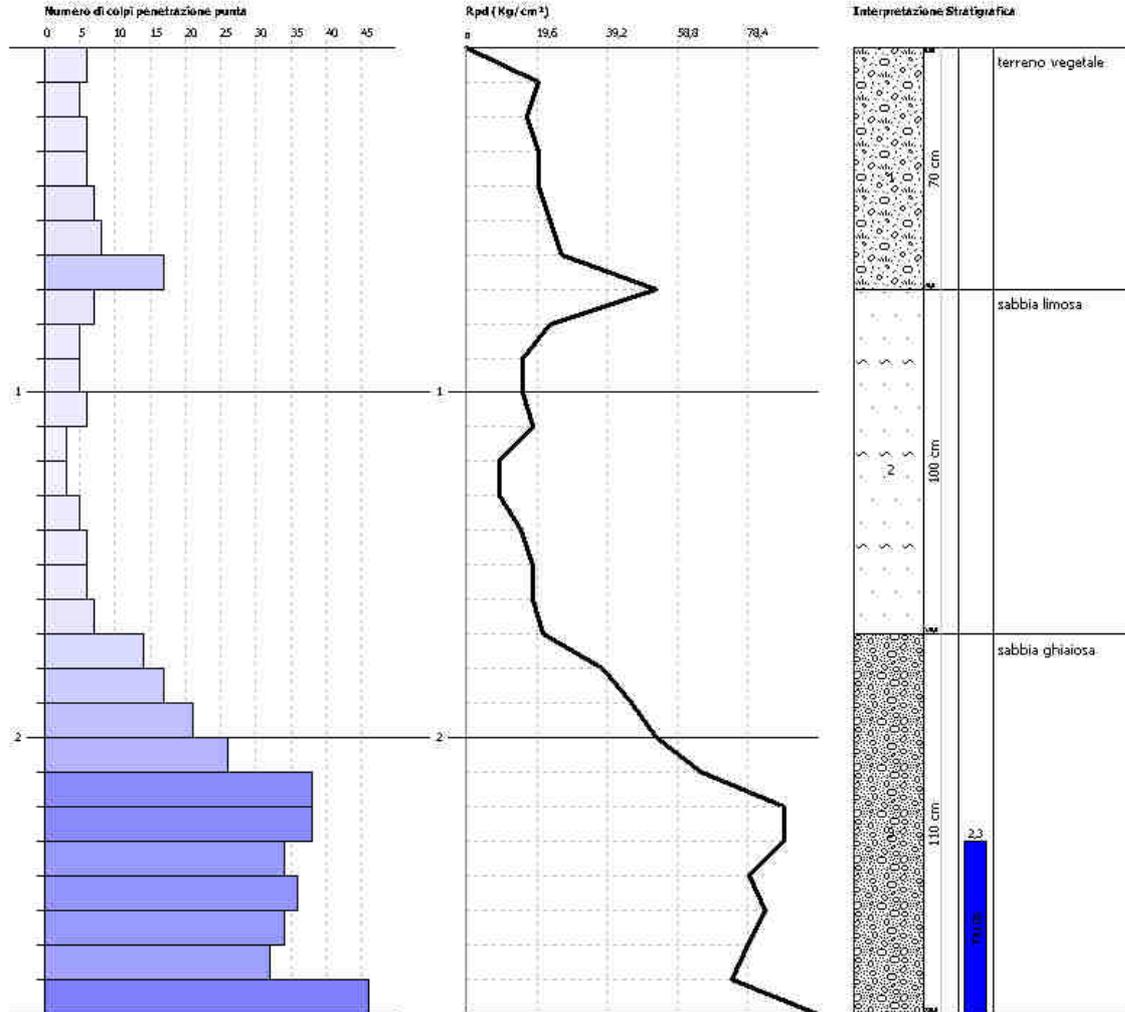
Scala grafica	Spessore		Note	Simbologia	Descrizione della natura litologica	Penetrometro tascabile					
	p.c. (m)	parz. (m)				Rp= Kg/cm ²					
						1	2	3	4	5	6
1		2.25			Sabbie sciolte a granulometria fine di colore avana.						
2		2.25 2.40	▼		Sabbie e ghiaie sature.						
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°1
 STRUMENTO UTILIZZATO... DM-30 (60°)

Data: 01/08/2011

Cantiera: VIA KENNEDY N.81
 Località: PORTO SAN GIORGIO

Scala 1:20



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Cantiere: VIA KENNEDY N.81
Località: PORTO SAN GIORGIO

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DM-30 (60°)

Rif. Norme	DIN 4094		
Peso Massa battente	30	Kg	
Altezza di caduta libera	0,20	m	
Peso sistema di battuta	13	Kg	
Diametro punta conica	35,68	mm	
Area di base punta	10	cm ²	
Lunghezza delle aste	1	m	
Peso aste a metro	2,93	Kg/m	
Profondità giunzione prima asta	0,80	m	m
Avanzamento punta	0,10	m	
Numero colpi per punta	N(10)		
Coeff. Correlazione	0,783		
Rivestimento/fanghi	No		
Angolo di apertura punta	60	°	

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DM-30 (60°)
 Prova eseguita in data 01/08/2011
 Profondità prova 4,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	6	0,857	20,14	23,51	1,01	1,18
0,20	5	0,855	16,75	19,60	0,84	0,98
0,30	6	0,853	20,05	23,51	1,00	1,18
0,40	6	0,851	20,01	23,51	1,00	1,18
0,50	7	0,849	23,29	27,43	1,16	1,37
0,60	8	0,847	26,56	31,35	1,33	1,57
0,70	17	0,795	52,98	66,62	2,65	3,33
0,80	7	0,843	23,14	27,43	1,16	1,37
0,90	5	0,842	15,50	18,42	0,78	0,92
1,00	5	0,840	15,47	18,42	0,77	0,92
1,10	6	0,838	18,52	22,10	0,93	1,11
1,20	3	0,836	9,24	11,05	0,46	0,55
1,30	3	0,835	9,22	11,05	0,46	0,55
1,40	5	0,833	15,34	18,42	0,77	0,92
1,50	6	0,831	18,37	22,10	0,92	1,11
1,60	6	0,830	18,34	22,10	0,92	1,11
1,70	7	0,828	21,35	25,79	1,07	1,29
1,80	14	0,776	40,04	51,58	2,00	2,58
1,90	17	0,775	45,78	59,08	2,29	2,95
2,00	21	0,723	52,78	72,99	2,64	3,65
2,10	26	0,722	65,21	90,36	3,26	4,52
2,20	38	0,670	88,50	132,07	4,43	6,60
2,30	38	0,669	88,31	132,07	4,42	6,60
2,40	34	0,667	78,84	118,17	3,94	5,91
2,50	36	0,666	83,29	125,12	4,16	6,26
2,60	34	0,664	78,49	118,17	3,92	5,91
2,70	32	0,663	73,72	111,22	3,69	5,56
2,80	46	0,611	97,75	159,88	4,89	7,99

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Gibbs & Holtz 1957	59,91
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Gibbs & Holtz 1957	45,44
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Gibbs & Holtz 1957	99,08

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Meyerhof (1965)	26,98
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Sowers (1961)	29,16
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Sowers (1961)	34,7

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Schmertmann (1978) Limi	36,91
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Schmertmann (1978) Sabbie	49,80
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Schmertmann (1978) Sabbie	478,40

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Meyerhof ed altri	1,59
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Meyerhof ed altri	1,50
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Meyerhof ed altri	2,06

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,89
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Terzaghi-Peck 1948- 1967	1,88
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Terzaghi-Peck 1948- 1967	2,47

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	(A.G.I.)	0,34
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	(A.G.I.)	0,35
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	(A.G.I.)	0,31

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - terreno vegetale	6,15	0,70	6,15	Robertson 1983	12,30
[2] - sabbia limosa	4,15	1,70	4,15	Robertson 1983	8,30
[3] - sabbia ghiaiosa	23,92	2,80	23,92	Robertson 1983	47,84



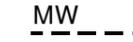
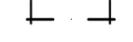
CARTA LITOLOGICO - TECNICA

scala 1:1.000

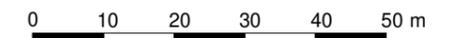
Base cartografica:
Aerofotogrammetria comunale, Comune di Porto San Giorgio
L'altimetria espressa in metri è riferita al livello medio del mare.



LEGENDA

-  Edificio in corso di costruzione
-  Area oggetto di variante
-  P1 Prove penetrometriche dinamiche DPM - DPSH
-  Sr 1 Scavo geognostico reperito
-  Tr1 Stazione indagine sismica HVSR
-  MW Stazione indagine sismica MASW
-  Traccia sezione litostratigrafica

unità litotecnica	caratteristiche granulometriche e proprietà tecniche	caratteristiche generiche Unità lito-stratigrafiche
 E _{2c}	Limi sabbiosi - sabbie limose e sabbie ghiaiose	Depositi di spiaggia antica

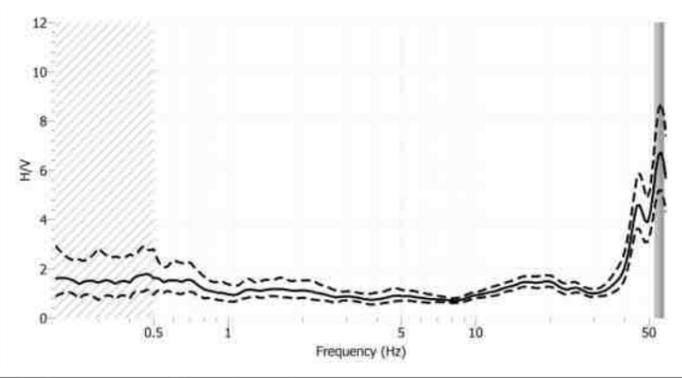
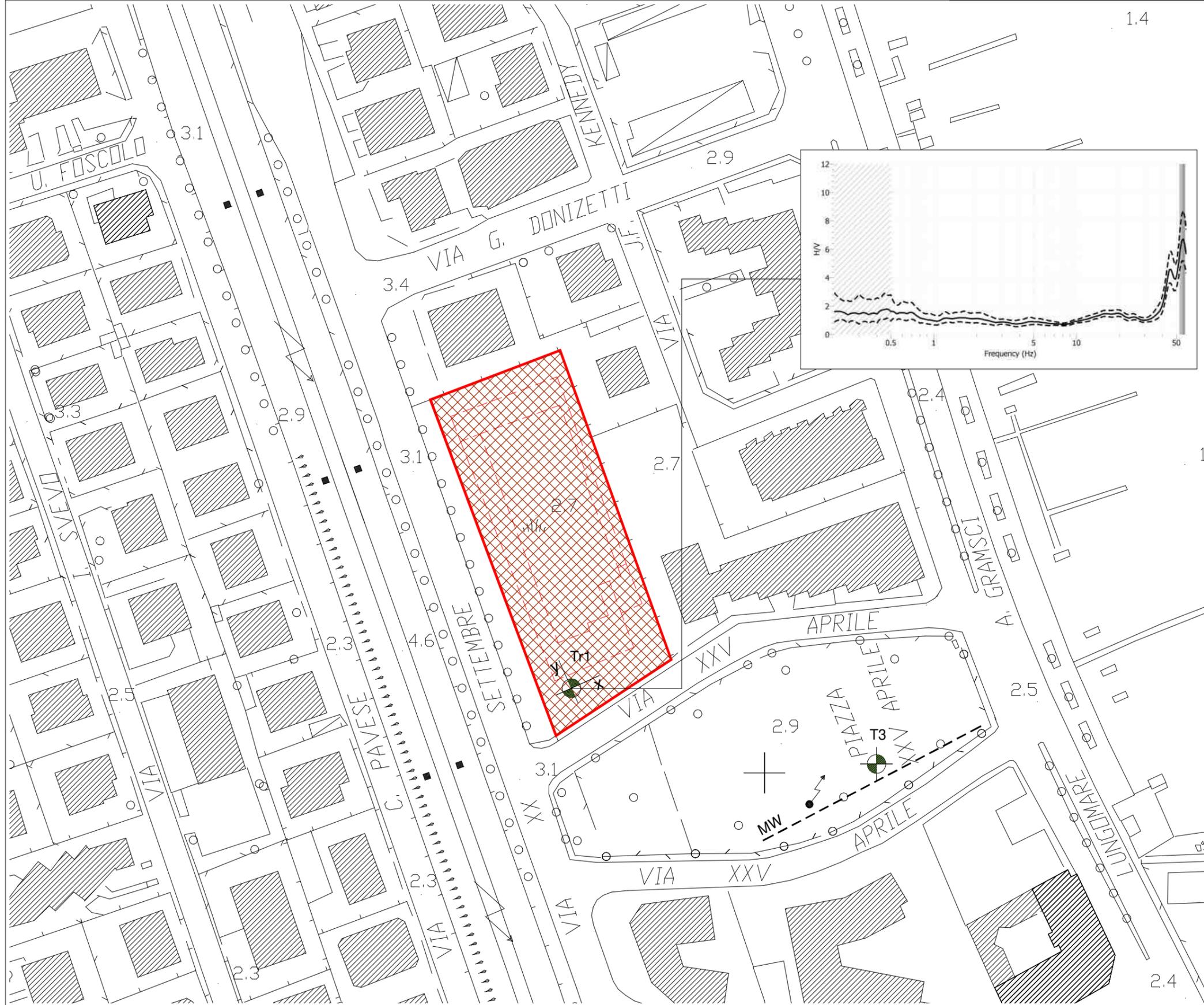




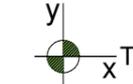
CARTA DELLE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

scala 1:1.000

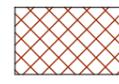
Base cartografica:
Aerofotogrammetria comunale, Comune di Porto San Giorgio
L'altimetria espressa in metri è riferita al livello medio del mare.



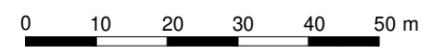
LEGENDA

-  Edificio in corso di costruzione
-  Area oggetto di variante
-  Stazione indagine sismica HVSR
-  Stazione indagine sismica MASW

GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA

 **MEDIO BASSO**
 Tipologie delle situazioni
 Aree di fondovalle e/o litoranee,
 terreni medio-grossolani in presenza di falda.

Possibili effetti in caso di terremoto
 possibili amplificazioni sismiche con rischi di doppia
 risonanza terreno-struttura, nel caso di edifici
 progettati con frequenze di oscillazione prossime a
 quelle registrate sul terreno.

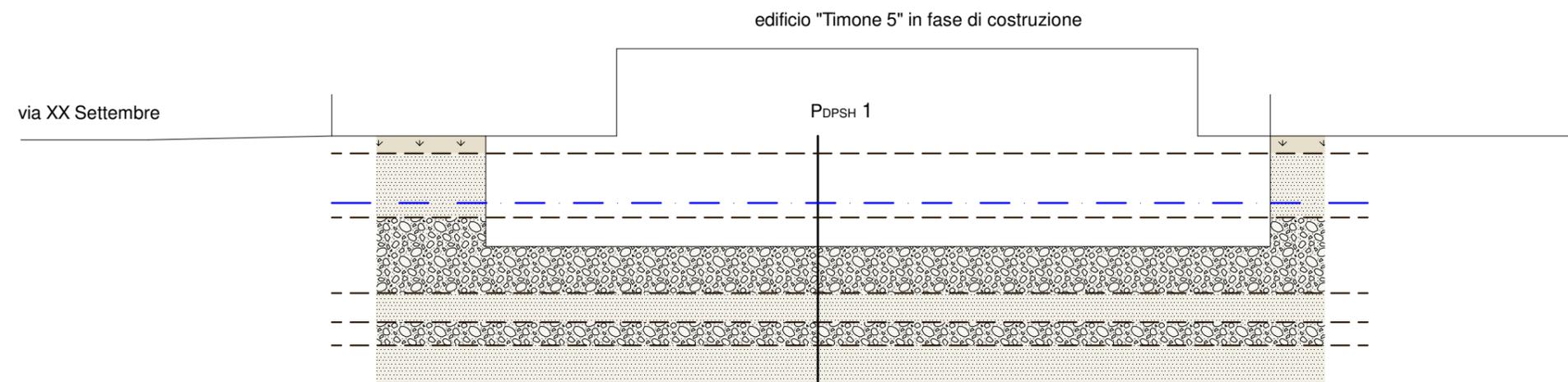


SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

scala 1:200

LEGENDA

- a  Terreno di vegetale
- b  E₂
Sabbie limose e limi sabbiosi
- c  D₂
Sabbie ghiaiose
-  Limite litologico
-  Livello piezometrico



0 2 4 6 8 10 m



Studio di Geologia
Tecnica ed ambientale

Via Luigi Galvani n.19
63822 Porto S. Giorgio FM
Tel Fax 0734 679003
Tel 347 8679039
E-mail grazianociferri@alice.it
grazianociferri@epap.sicurezza postale.it

COMUNE DI PORTO SAN GIORGIO

VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE PER CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO "TIMONE 5"

Via XX Settembre

INDAGINE SISMICA

HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Dr. Geol. Graziano Ciferri

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE

geologo specialista

numero 356 albo sezione A (1993)



Porto San Giorgio, 28 Ottobre 2021

PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrati i risultati dell'indagine sismica passiva a stazione singola, eseguita nell'area ubicata nel comune di Porto San Giorgio, in via XX Settembre.

Tale indagine è stata eseguita al fine di caratterizzare sismicamente il sottosuolo, in particolare, individuare le discontinuità sismiche e ricostruire la profondità del locale sub-strato geologico (o meglio bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17 Gennaio 2018. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V. La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- **frequenza caratteristica di risonanza del sito**, rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale, in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare manufatti aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosa per la stabilità degli stessi in caso di sisma;
- **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, quando la misura viene effettuata all'interno dello stesso. Tale misura risulterà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- **velocità media delle onde di taglio V_s e V_{s30}** , calcolata tramite un apposito codice di calcolo. E' necessario in questo caso, per l'affidabilità del risultato conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio geognostico ecc..) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la V_s e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dal DM 17/01/18;
- **stratigrafia del sottosuolo**, con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 mt. di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 mt. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Le misure di microtremore ambientale sono state eseguite per mezzo di un tromografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento (GeoBox 3CH 24 bit – SS45, Sara *electronic instruments s.r.l.*) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alle frequenze di campionamento di 300 Hz, per un tempo di 20 minuti.

Sui terreni di sedime è stata condotta, in data 28 Ottobre 2021, un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n.1 registrazione a stazione singola, denominata **Tr1**.



Foto n.1: Ubicazione prova sismica

Procedura di analisi dati per stazioni singole H/V

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), secondo i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi di 20 s;
- lisciamento secondo Konno & Ohmachi pari a 40,00;
- rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (*che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato*), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità nota, tramite prove dirette (scavi in situ), di un riflettore sismico il cui marker sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio (V_s) del primo strato nota da altre indagini. Nel caso specifico si sono ottenuti i seguenti risultati:

Stazione Tr1

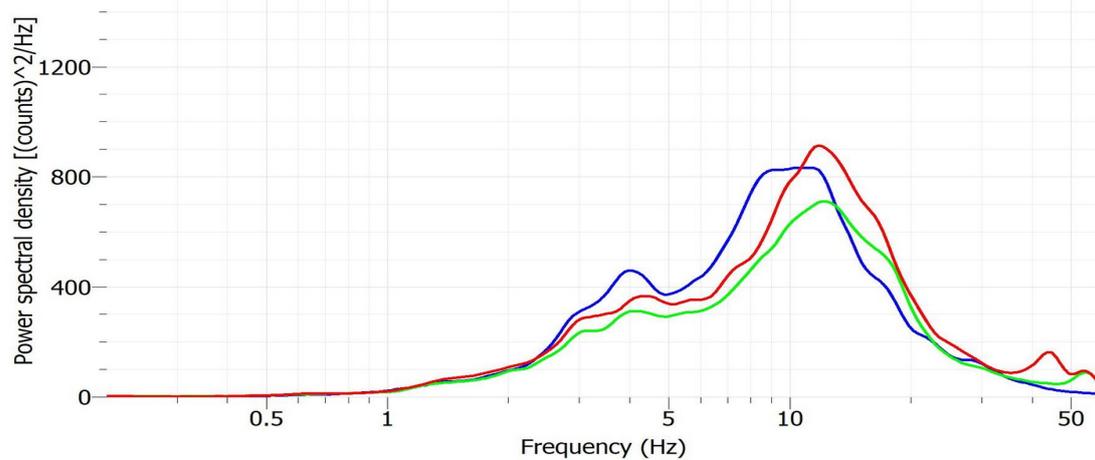


Grafico n.1-tr1: spettri di frequenza dei singoli canali,
 valori medi della componente verticale (traccia blu),
 valori medi della componente N-S (traccia verde),
 valori medi della componente E-W (traccia rossa).

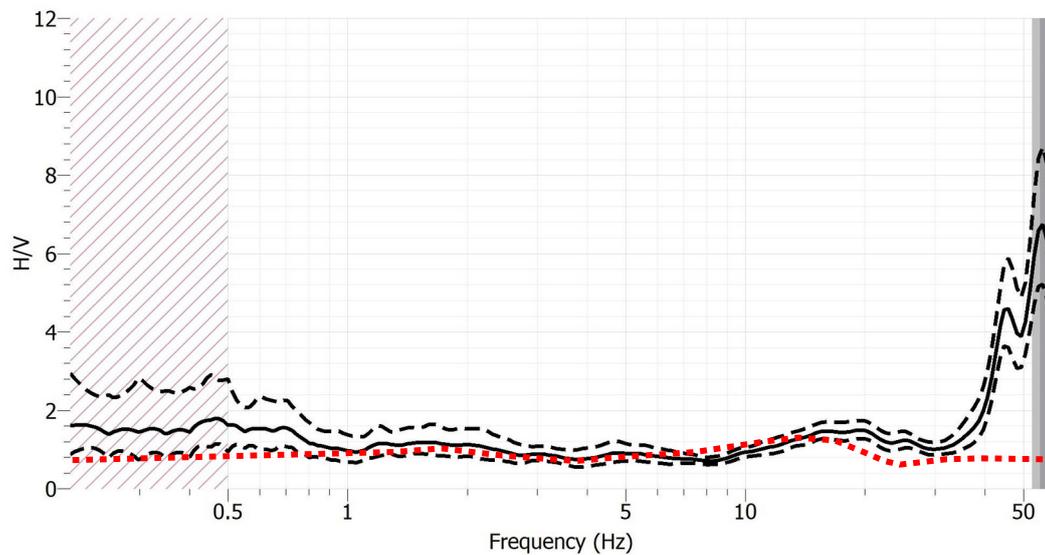


Grafico n.2-tr1: curva H/V sperimentale registrata nel sito in oggetto (traccia nera continua),
 deviazione standard delle ampiezze dei valori spettrali (traccia nera tratteggiata),
 curva H/V teorica derivante dal modello di sottosuolo del grafico n.4 (traccia rossa)

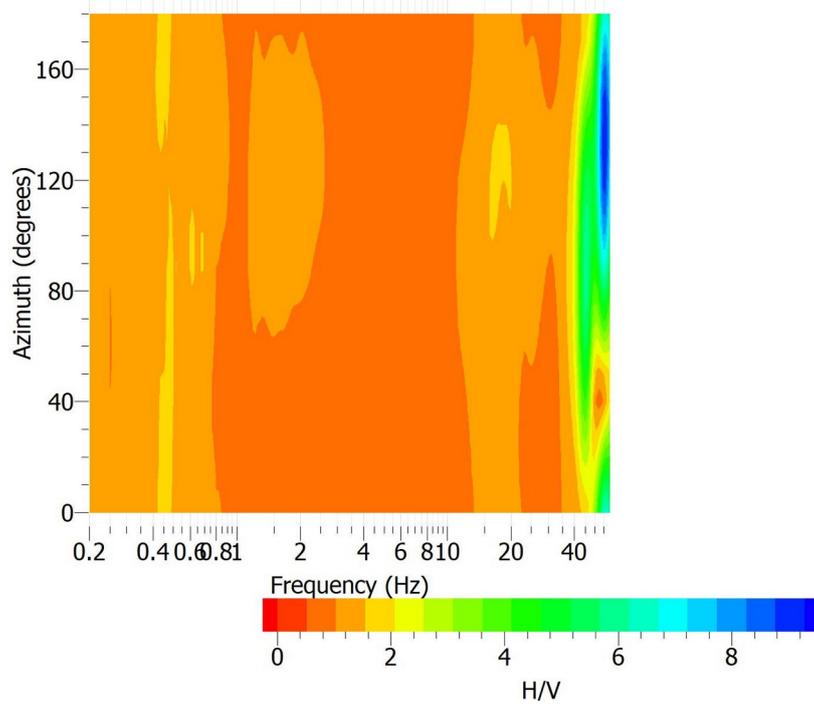


Grafico n.3-tr1: Direzionalità del rapporto H/V, valutato nel punto di misura Tr1
 grafico ottenuto dalla produzione di un rapporto H/V per ogni 10° di rotazione
 (in ascisse la frequenza, le ordinate la direzione di provenienza del segnale,
 il colore rappresenta l'ampiezza del rapporto)

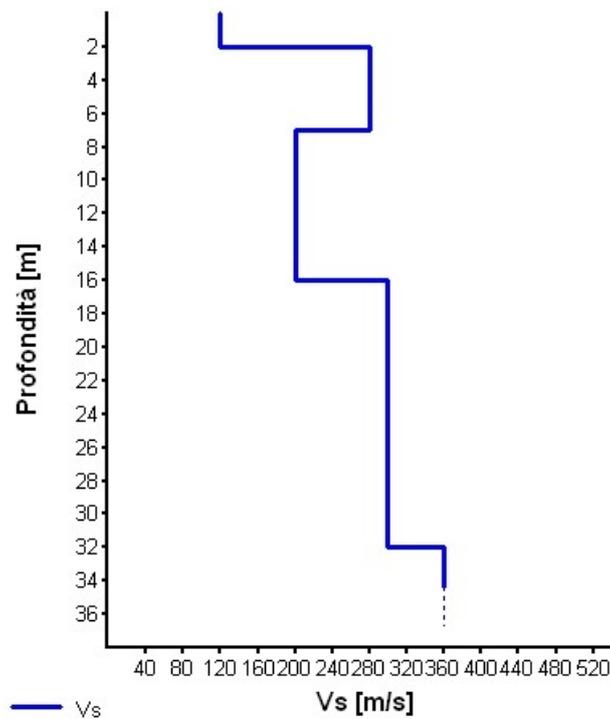


Grafico n.4-tr1: modello di velocità delle onde di taglio per il sito in oggetto.

Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	Peso per unità di
--------------	----------------	----------	-------------------

			volume (Kg/mc)
2,00	2,00	120	1850
5,00	7,00	280	1850
9,00	16,00	200	2000
16,00	32,00	300	1850
Inf.	> 32,00	360	2100

Tabella 1-tr1 : Modello di sottosuolo per il sito in oggetto.

E' stato quindi possibile stimare la Vs equivalente, tramite la formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove

$V_{s,1}$ = valore di velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato(m/s)

N = numero strati

H = profondità del substrato(m) alla quale si desidera stimare V_s (30 metri in caso di V_{s30})

h_i = spessore dello strato i – esimo (m)

La velocità equivalente delle onde di taglio è stata calcolata su uno spessore di 30 m di profondità, in relazione al piano di posa della fondazione, in quanto il substrato sismico (> 800 m/s) è ubicato ad una profondità di 28 m dal piano campagna, ed è pari a:

Piano di posa (m)	Vs (m/sec)	Categoria sottosuolo
0,00	237,74	C
1,00	247,54	C
2,00	258,20	C
3,00	259,97	C

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto Sesame (linee guida 2005).

I criteri Sesame permettono di valutare:

- affidabilità della curva HV (criteri da 1 a 3)
- chiarezza del o dei picchi della curva HV (criteri da 4 a 9)

Criterio 1 – Lunghezza finestre (T_{10})

Criterio 2 – Numero di cicli

Criterio 3 – Stabilità della curva

Criterio 4 – Picco ben distinto rispetto alle frequenze più basse

Criterio 5 – Picco ben distinto rispetto alle frequenze più alte

Criterio 6 – Ampiezza del picco

Criterio 7 – Affidabilità del picco

Criterio 8 – Stabilità del picco in frequenza

Criterio 9 – Stabilità del picco in ampiezza

<p>Windows count: 38 f0: 44.10069</p> <p>Criterion 1 f0 > 10 / lw lw = window length 38 valid windows out of 38 Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 2 nc(f0) > 200 nc = number of f0 significant cycles 33516.52 > 200 Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 3 sigmaA(f) < 2 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 > 0.5 Hz OR sigmaA(f) < 3 for 0.5f0 < f < 2f0 if f0 < 0.5 Hz sigmaA = standard deviation of AHV AHV = H/V curve amplitude Exceeded 0 times in 14 Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 4 Exists f- in [f0/4, f0] AHV(f-) < A0/2 AHV = H/V curve amplitude A0 = AHV at f0 38.89741 Hz Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 5 Exists f+ in [f0, 4f0] AHV(f+) < A0/2 AHV = H/V curve amplitude A0 = AHV at f0 0 Hz Fulfillment: Fail</p>	<p>Criterion 6 A0 > 2 A0 = AHV at f0 4.58 > 2 Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 7 fpeak[AHV(f) +/- sigmaA(f)] = f0 +/- 5% AHV = H/V curve amplitude sigmaA = standard deviation of AHV fpeak = peak frequency 6.48% > 5% Fulfillment: Fail</p> <p>Criterion 8 sigmaf < epsilon(f0) sigmaf = standard deviation of H/V peak frequency epsilon(f0) = 0.25f0 Hz if f0 < 0.2 Hz epsilon(f0) = 0.20f0 Hz if 0.2 Hz < f0 < 0.5 Hz epsilon(f0) = 0.15f0 Hz if 0.5 Hz < f0 < 1.0 Hz epsilon(f0) = 0.10f0 Hz if 1.0 Hz < f0 < 2.0 Hz epsilon(f0) = 0.05f0 Hz if f0 > 2.0 Hz 2.05177 < 2.20503 Fulfillment: OK</p> <p>Criterion 9 sigmaA(f0) < theta(f0) sigmaA(f0) = standard deviation of AHV at f0 AHV = H/V curve amplitude theta(f0) = 3.0 if f0 < 0.2 Hz theta(f0) = 2.5 if 0.2 Hz < f0 < 0.5 Hz theta(f0) = 2.0 if 0.5 Hz < f0 < 1.0 Hz theta(f0) = 1.78 if 1.0 Hz < f0 < 2.0 Hz theta(f0) = 1.58 Hz if f0 > 2.0 Hz 1.28424 < 1.58 Fulfillment: OK</p>
--	---

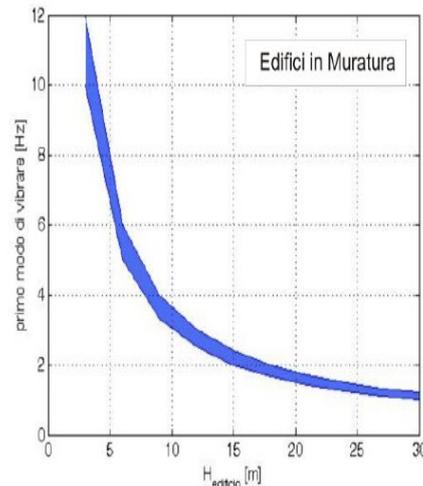
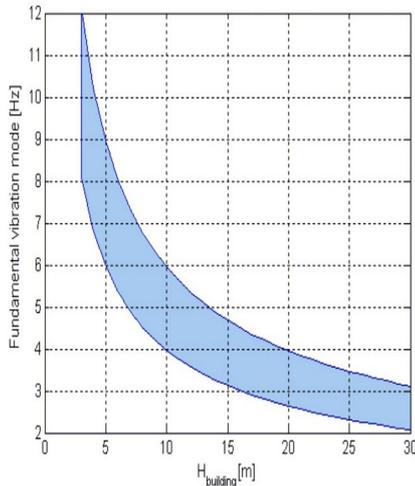
La categoria del sottosuolo, in base al valore V_{S30} della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità, rientra nella categoria **C**, *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Nel grafico n.2 si osserva, escludendo le frequenze > 10 - 12 Hz e < 1 Hz non significative dal punto di vista strutturale, una **frequenza caratteristica di risonanza** del terreno a basso contrasto d'impedenza prossima a **5,0 Hz**, a cui corrisponde un picco H/V pari a **1.2** a significare che il terreno in questione amplifica le onde di superficie rispetto all'imput su bedrock di riferimento.

Sarà cura del progettista, al fine di evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma,

progettare una struttura con frequenze fondamentali di oscillazione lontane (per un fattore di almeno 1.4) da quelle tipiche del terreno nel sito specifico di edificazione.

E' da tenere presente che le frequenze dei modi di vibrare delle strutture dipendono principalmente dalla loro altezza. Per edifici standard in c.a. e muratura le relazioni tipiche sono riportate nei grafici n.5 relativamente al primo modo di vibrare.



Grafici n.5: Relazione tipica tra la frequenza di primo modo flessionale di vibrare ed altezza di una struttura in c.a e muratura (da S. Castellaro 2008)

Nei grafici precedenti si osservano che le frequenze superiori ai 10-12 Hz non interagiscono con i fabbricati civili e, pertanto, possono essere considerate dal punto di vista ingegneristico non significative, mentre, frequenze fondamentali di risonanza del terreno inferiori a 10-12 Hz, interagiscono con quelle dei fabbricati in modo inversamente proporzionale all'altezza, negli edifici multi-piano le frequenze fondamentali risultano progressivamente più basse.

Porto San Giorgio, 28 Ottobre 2021

Dr. Geol. Graziano Ciferri
 ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
 geologo specialista
 numero 356 albo sezione A (1993)
 Geologo Specialista
 N. 356
 ALBO SEZIONE A

APPENDICE

TECNICHE DI INVERSIONE PER MISURE A STAZIONE SINGOLA

Oggetto della misura: il microtremore sismico ambientale

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato, oltre che dall'attività dinamica terrestre, dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo in un terreno roccioso e pianeggiante presenta l'andamento illustrato in Figura 27. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

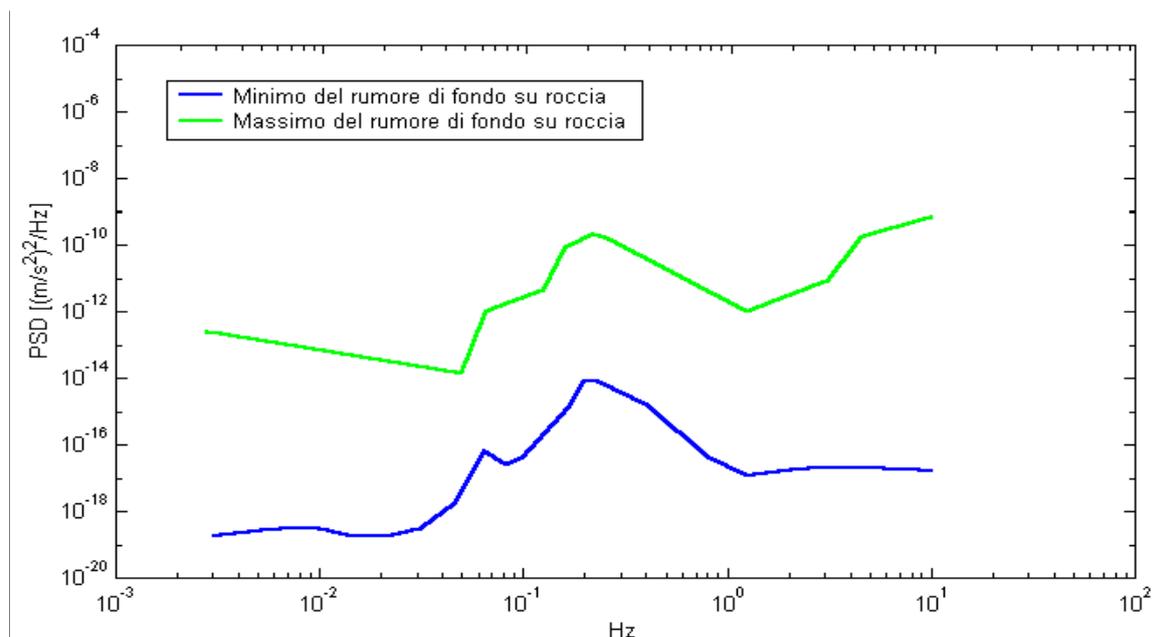


Figura 27. Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra secondo il servizio geologico statunitense (USGS). Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

La tecnica impiegata. Cenni storici.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece ampiamente riconosciuto che la curva H/V è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli e, tramite opportuna inversione, delle profondità dei substrati rocciosi sotto le coperture sedimentarie.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo H/V può essere usato come strumento stratigrafico.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un sistema bistrato del tipo sedimenti + bedrock in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). In questi casi la profondità h della discontinuità sismica viene ricavata tramite la formula semplice della risonanza $h = V / (4 f_r)$ o, al più, tramite la formula [1] in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, x un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e f_r la frequenza fondamentale di risonanza (cf. ad esempio Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

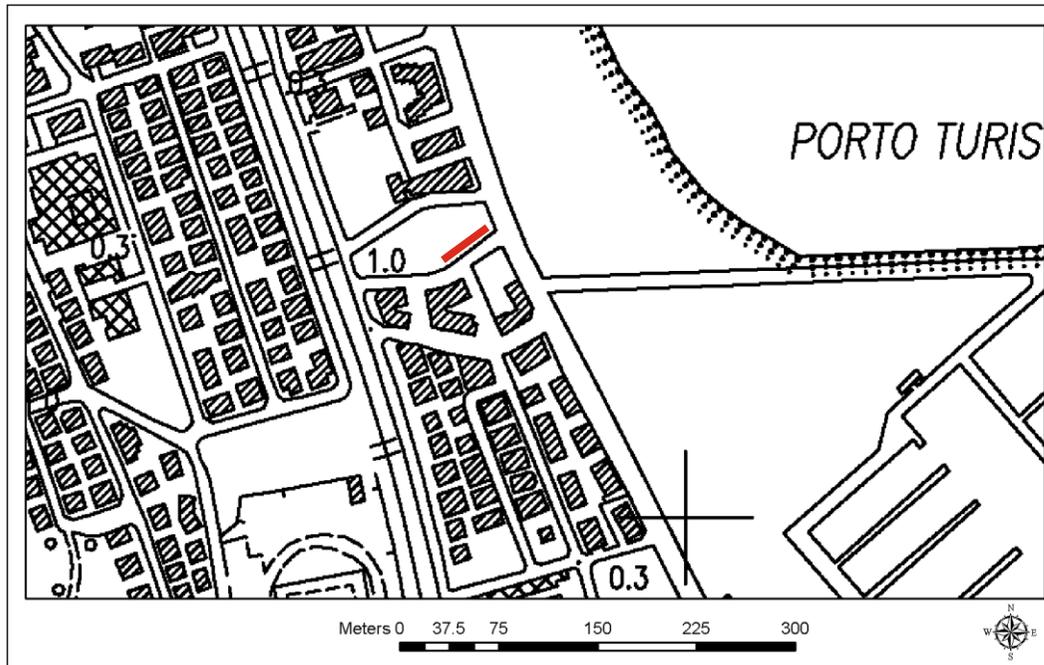
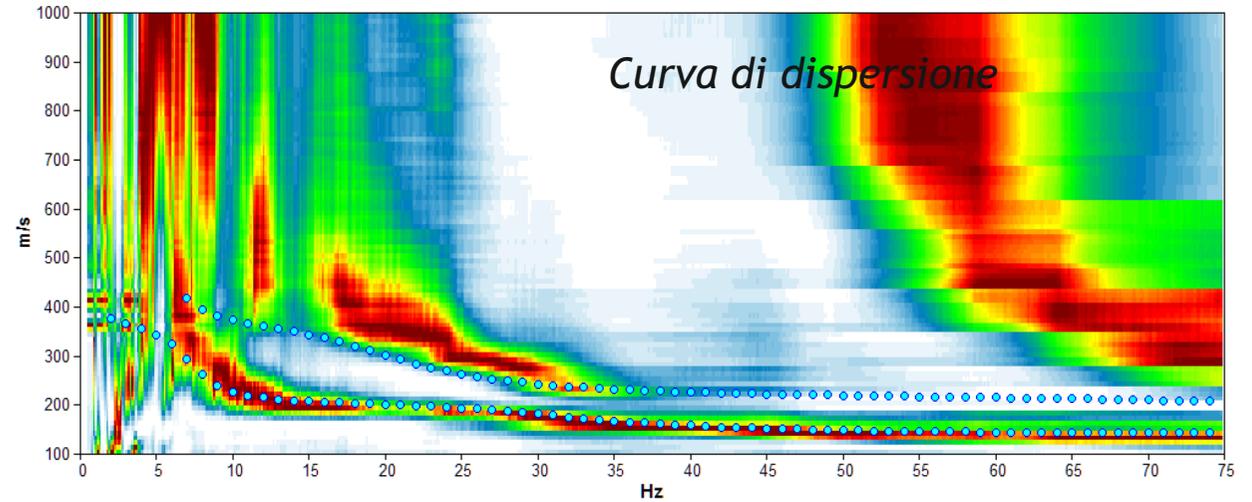
$$h = \left[\frac{V_0(1-x)}{4f_r} + 1 \right]^{\frac{1}{x-1}} - 1 \quad [1]$$

Nei sistemi multistrato, teoricamente l'effetto di risonanza è sommabile, ma non in modo lineare e senza una corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1]. L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

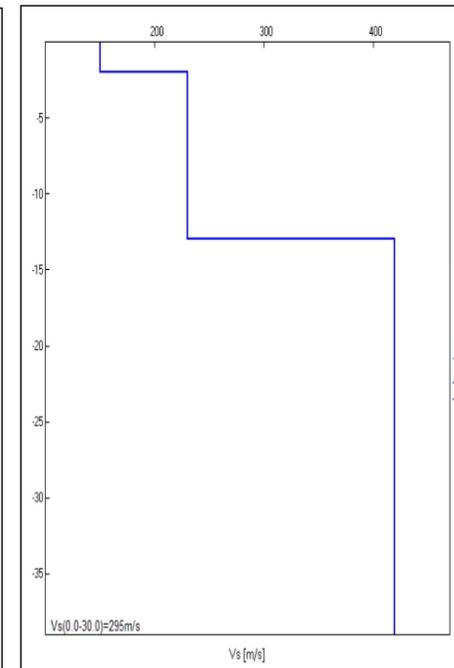
L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente ad un modello. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. I modelli sintetici di inversione impiegati in questo lavoro partono dalla modellizzazione del campo d'onde superficiali (onde di Rayleigh e Love) in sistemi multistrato (Aki, 1964; Ben-Menahem e Singh, 1981). L'inversione delle curve H/V per ottenere un profilo di Vs è possibile a patto di disporre di un punto di taratura (es. penetrometria o sondaggio) che fornisca la profondità di un riflettore - anche molto superficiale - riconoscibile nella curva H/V oppure a patto di conoscere la Vs del primo strato a partire da tecniche indipendenti (Castellaro e Mulargia, 2008).

Misura in array di tipo Re.Mi.

Progressivo	A3
Lat. WGS84-33N - Inizio stesa	N 4780304
Lon. WGS84-33N - Inizio stesa	E 402932
Lat. WGS84-33N - Fine stesa	N 4780342
Lon. WGS84-33N - Fine stesa	E 402908
Quota p.c. s.l.m.	2,0 m
Anno di misura	2013



Estratto da C.T.R.



Profilo V_s

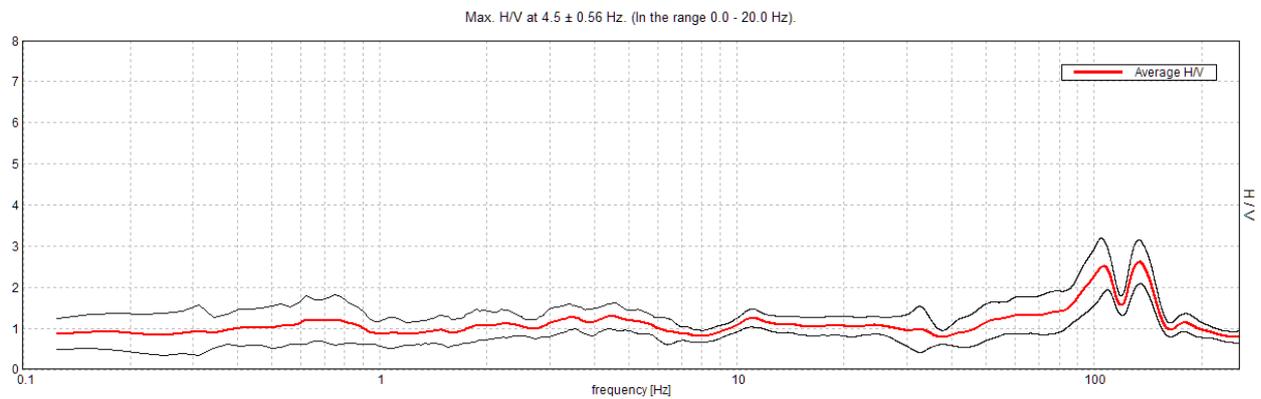


Foto di cantiere

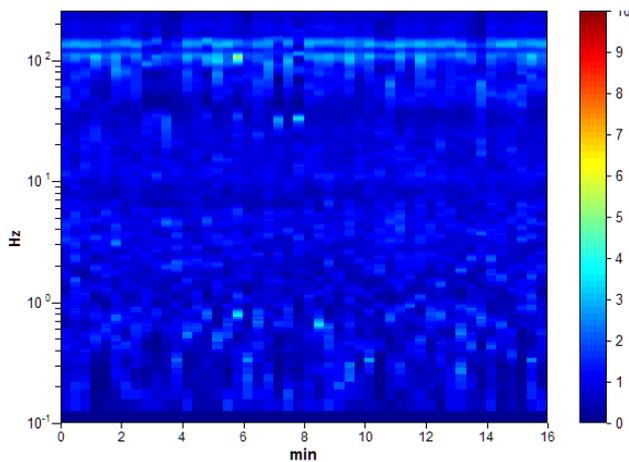
MS_PSG, PSG T3

Strumento: TEP-0124/01-10
Inizio registrazione: 11/04/13 14:33:08 Fine registrazione: 11/04/13 14:49:08
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Posizione GPS: 013°48.2760 E, 43°10.0975 N (12.9 m)
(tempo UTC sincronizzato al primo campione di registrazione): non disponibile in questo modo di acquisizione + 0 + 0 campioni
Num. satelliti: 06
Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 512 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

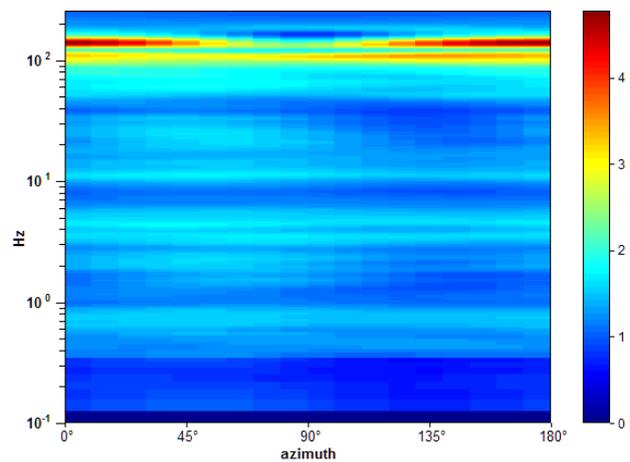
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



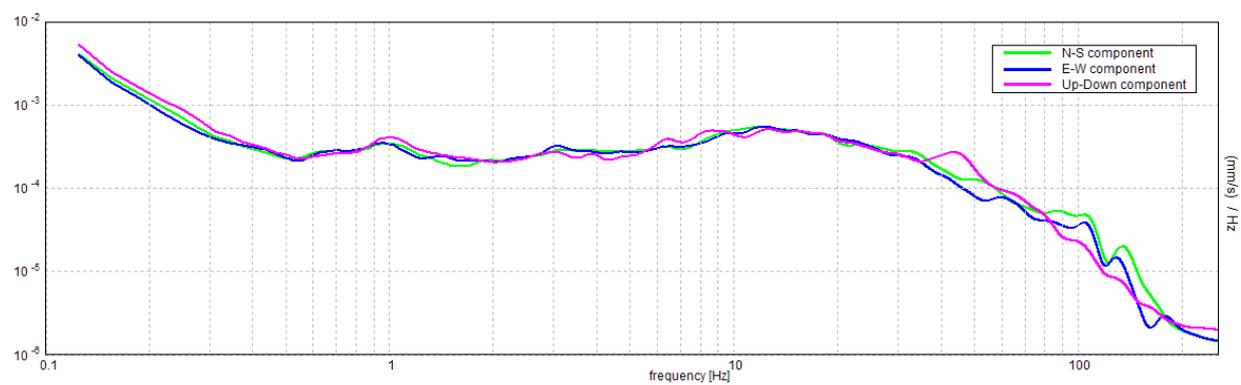
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 4.5 ± 0.56 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.50 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4320.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 217	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.29 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.12351 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.55579 < 0.225$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.316 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



REGIONE MARCHE – L.R. 22 DEL 23/11/2011, ART. 10
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI

DGR N. 53 DEL 27/01/2014

**ASSEVERAZIONE SULLA
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI**
(Verifica di Compatibilità Idraulica e/o Invarianza Idraulica)

Il sottoscritto Geol. Graziano Ciferri nato a Porto San Giorgio il 1 Settembre 1963, residente a Porto san Giorgio in via Luigi Galvani n 19, in qualità di: Libero professionista in possesso di laurea in Scienze Geologiche ed iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Marche, Sez. A n. 356, incaricato, nel rispetto delle vigenti disposizioni che disciplinano l'esercizio di attività professionale, dalla ditta TIMONE SRL, con sede nel comune di Porto San Giorgio.

(selezionare le voci secondo i casi trattati: sola verifica di compatibilità idraulica, sola invarianza idraulica, entrambe)

di redigere la Verifica di Compatibilità Idraulica del seguente strumento di pianificazione del territorio, in grado di modificare il regime idraulico:
VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE PER CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO DI EDIFICIO "TIMONE 5", sito in via XX Settembre nel comune di Porto San Giorgio.

.....
.....
.....

di definire le misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica, per la seguente trasformazione/intervento che può provocare una variazione di permeabilità superficiale:

.....
.....
.....



DICHIARA / DICHIARANO

- di aver redatto la Verifica di Compatibilità Idraulica prevista dalla L.R. n. 22/2011 conformemente ai criteri e alle indicazioni tecniche stabilite dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.
- che la Verifica di Compatibilità Idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.
- di aver ricercato, raccolto e consultato le mappe catastali, le segnalazioni/informazioni relativi a eventi di esondazione/allagamento avvenuti in passato e dati su criticità legate a fenomeni di esondazione/allagamento in strumenti di programmazione o in altri studi conosciuti e disponibili.
- che l'area interessata dallo strumento di pianificazione
- non ricade / ricade parzialmente / ricade integralmente, nelle aree mappate nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI - ovvero da analoghi strumenti di pianificazione di settore redatti dalle Autorità di Bacino/Autorità di distretto).
- di aver sviluppato i seguenti livelli/fasi della Verifica di Compatibilità Idraulica:
- Preliminare;
 - Semplificata;
 - Completa.
- di avere adeguatamente motivato, a seguito della Verifica Preliminare, l'esclusione dai successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica.
- di avere adeguatamente motivato l'utilizzo della sola Verifica Semplificata, senza necessità della Verifica Completa.
- in caso di sviluppo delle analisi con la Verifica Completa, di aver individuato la pericolosità idraulica che contraddistingue l'area interessata dallo strumento di pianificazione secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale.
- che lo strumento di pianificazione/trasformazione/intervento ricade nella seguente classe (rif. Tab. 1, Titolo III, dei criteri stabiliti dalla Giunta Regionale) – barrare quella maggiore:
- trascurabile impermeabilizzazione potenziale;
 - modesta impermeabilizzazione potenziale;
 - significativa impermeabilizzazione potenziale;
 - marcata impermeabilizzazione potenziale.
- di aver definito le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica, conformemente ai criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.
- che la valutazione delle misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.
- che le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica sono quelle migliori conseguibili in funzione delle condizioni esistenti, ma inferiori a quelli previsti per la classe di appartenenza (rif. Tab. 1, Titolo III), ricorrendo le condizioni di cui al Titolo IV, Paragrafo 4.1.



ASSEVERA / ASSEVERANO

- la compatibilità tra lo strumento di pianificazione e le pericolosità idrauliche presenti, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.
- che per ottenere tale compatibilità sono previsti interventi per la mitigazione della pericolosità e del rischio, dei quali è stata valutata e indicata l'efficacia.
- la compatibilità tra la trasformazione/intervento previsto e il perseguimento dell'invarianza idraulica, attraverso l'individuazione di adeguate misure compensative, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.

Porto San Giorgio, 3 Novembre 2021

