

# PIANO REGOLATORE DEL PORTO

# PRP2011



## CAPITANERIA DI PORTO DI S.BENEDETTO TR.

Il Comandante  
C.F. (C.P.) Daniele Di Guardo

## COMUNE DI S.BENEDETTO DEL TRONTO

Sindaco: Giovanni Gaspari  
  
Assessore all'Urbanistica: Paolo Canducci  
  
Assessore al Porto: Fabio Urbinati

## PARERI E NULLA OSTA

### GRUPPO DI LAVORO

(Protocollo di intesa Capitaneria-Regione-Comune 15 febbraio 2010)

#### REGIONE MARCHE

Ing. Giorgio Occhipinti - Resp. del Procedimento  
Ing. Nicoletta Santelli  
Dott. Simona Palazzetti  
Ing. Massimiliano Gabrielli  
Collab. P.I. Eugenio Giuliani

#### CITTA' DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

Ing. Germano Polidori - Dirigente del Settore  
Ing. Marco Cicchi  
P.mecc./ed. Giovanni Ciarrocchi  
Geom. Massimo Forlini  
Dott. Gianni Tiburtini  
Collab. Geom. Ersilio Filiaci

RELAZIONE GEOLOGICA

Agosto 2011

Elab. 17

Redazione:  
Dott.Geol. Stefano Taffoni

# STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

DR. STEFANO TAFFONI

**COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO**

COMMITTENTE : - AMMINISTRAZIONE COMUNALE –  
SETTORE SVILUPPO E QUALITA' DEL TERRITORIO E DELL'ECONOMIA  
LOCALE

## **PIANO REGOLATORE PORTUALE** **DEL PORTO DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO**

### **RELAZIONE GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO –** **IDROGEOLOGICO – SISMICA** **CON INDICAZIONI GEOTECNICHE**

GROTTAMMARE Agosto 2011

IL GEOLOGO

DR. STEFANO TAFFONI

## 1. PREMESSA

Il sottoscritto Dr. Geologo Stefano Taffoni è stato incaricato dalla Amministrazione Comunale di S. Benedetto del Tronto, nella persona del Dirigente del Settore Sviluppo e Qualità del Territorio e dell' Economia Locale , con determina n. 1125, reg. SETT-SVILTERR 2011/89, Classifica VI.1.1, di effettuare uno studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e con indicazioni geotecniche, dell'area compresa nel Piano Regolatore Portuale.

Lo studio è stato svolto nel modo seguente :

- 1) realizzazione di una prova penetrometrica continua pesante (DPSH) nei terreni di una spiaggia alla radice del molo nord formatasi negli ultimi anni .
- 2) realizzazione di una prova sismica HVSR nel medesimo sito
- 3) analisi dei dati stratigrafici e geognostici di alcuni sondaggi in possesso del sottoscritto
- 4) analisi dei dati stratigrafici e geognostici in possesso della Amministrazione Comunale.
- 5) analisi e correlazione con due prove penetrometriche pesanti realizzate in zone limitrofe in tempi recenti .
- 6) analisi e correlazione con due prove sismiche HVSR realizzate in zone limitrofe in tempi recenti.

Per le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area è stata effettuata una accurata ricerca bibliografica sulla evoluzione negli ultimi 100 anni dell' area portuale ed un accurato rilevamento geologico geomorfologico idrogeologico in un intorno arealmente significativo.

Si allegano alla presente le seguenti tavole :

- 1- Tav. 01 INQUADRAMENTO TERRITORIALE STORICO SCALA 1:25.000 – 1:296.000
- 2- Tav. 02 INQUADRAMENTO TERRITORIALE SCALA 1:10.000
- 3- Tav. 03 CARTA MORFOLOGICA / VARIAZIONI LINEA DI COSTA ( fuori scala )
- 4- Tav. 04 ANALISI SEDIMENTOLOGICHE ( f.s. )
- 5- Tav. 05 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI SUPERFICIALI ( f.s. )
- 6- Tav. 06 ANALISI UNITA' FISIOGRAFICA N. 26 – PORTO DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO - SCALA 1. 10.000
- 7- Tav. 07 IMMAGINE SATELLITARE GOOGLE EARTH 2007
- 8- Tav. 08 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- 9- Tav. 09 INDAGINI GEOGNOSTICHE SCALA 1: 5.000
- 10- Tav.10 CARTA GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA SCALA 1. 10.000

Si allegano i seguenti sondaggi , prove penetrometriche dinamiche continue, e prove HVSR

- 11- STRATIGRAFIE REPERITE DEI SONDAGGI GEOGNOSTICI REALIZZATI NELL'AREA PORTUALE NEGLI ULTIMI VENTI ANNI
- 12- PROVA PENETROMETRICA PESANTE DPSH ( effettuata agosto 2011)
- 13- PROVE PENETROMETRICHE PESANTI REPERITE E REALIZZATE DI RECENTE NELL'AREA PORTUALE
- 14- PROVA SISMICA HVSR – CERTIFICATI – ( effettuata agosto 2011 )
- 15- n.2 PROVE SISMICHE HVSR REPERITE E REALIZZATE DI RECENTE IN AREE LIMITROFE A QUELLA PORTUALE

Si allegano i certificati delle analisi su campione indisturbato

- 16- ANALISI SU CAMPIONE INDISTURBATO DI ARGILLA DEL SUB STRATO PRELEVATO NELL'AREA PORTUALE

## **2.UBICAZIONE**

Per la realizzazione del presente studio è stata presa in esame un'area compresa tra :

- 1) il confine tra il Comune di S. Benedetto del Tronto con Grottammare ( a nord )
- 2) la foce del torrente Albula (a sud)
- 3) la linea di costa ad est
- 4) via Colombo. ad ovest

All'interno della zona in esame è compresa tutta l'area portuale oggetto di Piano Regolatore. ( vedi planimetria allegata).

## **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE**

Il sub - strato presente al di sotto di tutta l'area in oggetto, costituito dalla Formazione Geologica delle Argille Grigie Pleistoceniche Sovraconsolidate, è caratterizzato da fitte alternanze di livelli argillosi molto compatti e sottili veli sabbiosi di spessore massimo di qualche centimetro.

Il sub strato nel suo complesso ha uno spessore di alcune migliaia di metri e si trova a profondità praticamente costante ( circa 15 metri ) sotto tutta l'area portuale.

Le argille presentano nel complesso dei parametri geotecnici da buoni ad ottimi essendo un terreno molto antico che ha subito un discreto stato di sovraconsolidazione dovuto al peso dei sedimenti sovrastanti erosi durante la fase tettonica di emersione della linea costiera. ( vedi allegato 16 - analisi su campione indisturbato di argilla del sub strato prelevato nell'area portuale )

La giacitura del sub - strato è di tipo appenninico con la stratificazione avente una lieve pendenza verso nord - est.

Le argille sono state incontrate in tutti i sondaggi realizzati nell'area portuale ad una profondità compresa tra un minimo di 15 ed un massimo di 17 metri. Esse presentano delle caratteristiche geotecniche buone fin dai primissimi metri. ( vedi allegato 16 )

La coltre di copertura è costituita da uno spessore variabile, ma comunque compreso tra quindici e diciassette metri al massimo, di materiali clastici prevalentemente sabbiosi di origine alluvionale e redistribuzione marina ( sedimento di spiaggia attuale , Olocene).

Tale materiale è stato trasportato dal reticolo fluviale principale e secondario fino al mare, dove le correnti marine lo hanno ridistribuito lungo la costa che dal fiume Tronto arriva a nord fino al Fiume Tesino.

Il materiale clastico nel tratto costiero in oggetto è prevalentemente di tipo sabbioso fine, esso si presenta monogranulare con clasti di eguali dimensioni e di natura prevalentemente calcarea.

La colorazione dei clasti è prevalentemente nocciola molto chiaro ma si rinvengono anche spessori di sabbie di colore grigio.

All'interno delle sabbie, che nell'area portuale hanno uno spessore mediamente di 15 metri, alla profondità di circa 6.0 ÷ 7.0 metri, è presente una intercalazione di circa 0.8 m di materiale argilloso organico normalconsolidato.

La giacitura della coltre di materiale alluvionale sabbioso è sub – orizzontale, per cui la stabilità di tutto l'insieme risulta buona.

Tutta l'area portuale è stata realizzata e modificata negli anni utilizzando materiale di riporto di natura varia. A seconda dei periodi in cui sono state realizzate le banchine, i piazzali , i moli e le altre strutture , il materiale utilizzato è stato delle tipologie più disparate.

Lo spessore di tali materiali è comunque compreso tra un minimo di poche decine di centimetri ad un massimo di circa 2.5 metri.

Al di sotto del materiale di riporto si rinvengono sempre le sabbie di spiaggia.

#### **4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

L' area in oggetto è situata ad una quota media di 2.0 m circa s.l.m. e comprende piazzali, banchine , strade , moli e altri manufatti artificiali.

Quasi tutta l'area , prima della realizzazione dei due bracci portuali che delimitano a nord e a sud l'area del porto di S. Benedetto del Tronto, ricadeva in ambiente marino di bassa profondità.

Dopo la realizzazione dei due bracci portuali si è verificato al loro interno un progressivo insabbiamento naturale sul quale poi è stata effettuata , nel corso del 1900, l'attuale sistemazione con la realizzazione delle banchine, della viabilità interna e dei manufatti oggi presenti.

Per una analisi temporale della evoluzione dell'area portuale dal 1900 ad oggi vedasi Tav.03.

Le zone di ormeggio delle imbarcazioni devono essere costantemente dragate per mantenere la profondità di acqua minima per permettere la navigazione. Tutta l'area interna ai due bracci è interessata da un naturale fenomeno di insabbiamento dovuto al trasporto del materiale clastico da parte delle correnti marine ( vedi Tav 03 ) .

Le caratteristiche geotecniche e meccaniche del terreno sabbioso che si è depositato nell'area portuale sono buone, anche i materiali inerti che sono stati utilizzati per il riempimento e la realizzazione delle infrastrutture risultano di buona qualità, per cui la stabilità di tutto il comparto risulta certamente ottima .

I manufatti realizzati nell'area portuale non hanno subito fenomeni di cedimento, assestamento o subsidenza.

Tutta l'area di intervento inoltre risulta ben protetta dai due bracci portuali ed anche in occasione di mareggiate violente e persistenti non esistono i rischi di erosione marina che ricorrono invece lungo tutta la spiaggia di S. Benedetto del Tronto a sud e a nord dell'area portuale.

La parte interna ai due bracci presenta un costante ed inevitabile insabbiamento a partire dalla congiungente punta del molo nord - punta del molo sud, verso l'interno dell'area portuale (vedi Tav.03).

Tale fatto è dovuto all'andamento delle correnti marine che trasportano il sedimento proveniente dal reticolo fluviale parallelamente alla linea di costa.

## **5. IDROGEOLOGIA**

La circolazione idrica superficiale non presenta alcun problema, l'acqua di precipitazione meteorica viene drenata rapidamente da un sistema di raccolta delle acque bianche ed in gran parte viene convogliata direttamente in mare dalla pendenza dei piazzali e delle strade interne al porto.

La circolazione idrica profonda è situata all'interno dei terreni porosi e permeabili di natura sabbiosa che si trovano a bassa profondità subito sotto il terreno di riporto.

Nell'area è presente una vasta ed importante falda freatica di spiaggia in stretto contatto con l'acqua del mare.

Non è mai stata analizzata l'acqua di falda che si incontra mediamente alla profondità di circa 1.5 ÷ 2.0 metri all'interno delle sabbie.

Il sottoscritto consiglia vivamente di effettuare delle analisi accurate prima di realizzare pozzi poiché è alto il rischio che l'acqua presenti una salinità molto vicina a quella marina ed in alcune zone dove in passato venivano svolte attività cantieristiche o esistevano serbatoti per lo stoccaggio di carburanti, è possibile rinvenire un discreto grado di inquinamento nell'acqua e anche nelle sabbie più superficiali.

La falda freatica di spiaggia, che si rinviene sotto tutto l'abitato di San Benedetto del Tronto a partire dalla SS.16 Adriatica andando verso la linea di costa, si è spostata progressivamente verso il mare mano a mano che veniva interrata la parte interna dell'area portuale.

Ora si rinviene acqua dolce in aree dove prima della costruzione dei bracci del porto c'era il mare.

E' buona norma non effettuare prolungati emungimenti di acqua dolce per evitare che il conseguente abbassamento della falda freatica provochi l'ingresso dell'acqua di mare.

La superficie di contatto tra l'acqua dolce della falda freatica e l'acqua salata marina presenta un equilibrio molto fragile che può essere alterato molto velocemente a seguito di prolungati emungimenti ma ristabilito molto lentamente.

## **6. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Vista la semplicità della struttura geologica dell'area portuale e vista la presenza di numerosi sondaggi realizzati in passato sia dal sottoscritto che dalla Amministrazione Comunale per la realizzazione di alcuni manufatti nell'area del porto, il sottoscritto ha ritenuto sufficienti tali dati per poter ricostruire con precisione l'andamento dei terreni nel sottosuolo dell'area che ricade nell'ambito del piano regolatore del porto.

Ad integrazione dei dati già in possesso è stata realizzata una prova penetrometrica dinamica pesante DPSH alla radice del molo nord su di una piccola spiaggia formatasi di recente per analizzare le caratteristiche geotecniche del sedimento sabbioso depositosi in circa 20 anni subito dopo l'ultimo prolungamento del molo sud.

Nella stessa area è stata realizzata una prova sismica HVSR mediante tromografo digitale per individuare la velocità delle onde sismiche di taglio Vs30 nel sedimento dei primi trenta metri come previsto dalla recente normativa ( D.M. 14-01-2008 entrato in vigore a Luglio 2009 ).

Sono state reperite altre due indagini HVSR, realizzate in zone immediatamente adiacenti a quella portuale, con le quali sono stati fatti i necessari raffronti per avere una visione più ampia ed esaustiva dell'andamento delle Vs30 nei terreni sabbiosi di spiaggia attuale nella situazione geologica e geomorfologica in oggetto.

E' stata inoltre consultata la bibliografia geologica ( Studi Camerti e Carta Geologica D'Italia Foglio 133 - 134 ) relativa al territorio comunale di S. Benedetto del Tronto.

## **7. CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE**

Sulla base delle correlazioni tra tutti i sondaggi reperiti ( vedi allegati - tav. 09 e allegato 11 ) e le prove penetrometriche (sia quella effettuata che quelle reperite – allegati 12 e 13 ) , si può ricostruire la seguente successione dei terreni :

- da 0.0 m a 2.5 m ( profondità massima ipotizzabile dal piano stradale).  
terreno di riporto recente di natura varia con spessori variabili da zona a zona.

- da 2.5 m a 15.0 ÷ 17.0 metri circa

Sabbie fini di colore giallo – grigio in scarsa matrice limosa .

Sabbie monogranulari di trasporto fluviale e ridistribuzione marina, terreno di spiaggia attuale.

Terreno ben addensato e compatto

Il sub - strato geologico delle Argille Grigie Pleistoceniche Sovraconsolidate si incontra intorno ai 15.0 m ÷ 17.0 m di profondità e prosegue per alcune migliaia di metri.

## **8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE**

Ai terreni presenti nel sottosuolo di tutta l'area portuale si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici ricavati dalle numerose prove penetrometriche dinamiche sia in foro ( SPT) che continue ( SCPT ) e dalla letteratura geotecnica:

### **TERRENO DI RIPORTO DI NATURA VARIA**

Da 0.0 a 2.5 m ( massimo spessore individuato nel sondaggio Sd 1 )

$N_{spt} = 5$

Peso di volume  $\gamma = 1.7 \text{ t/m}^3$

Peso di volume saturo  $\gamma_{sat} = 1.8 \text{ t/m}^3$

Angolo di attrito interno  $\phi = 20^\circ$

Terreno con parametri molto variabili e comunque non affidabile per la posa in opera di fondazioni.

TERRENO SABBIOSO FINE DI COLORE GIALLO TALORA GRIGIO IN SCARSA MATRICE LIMOSA , BEN ADDENSATO E COMPATTO.

TERRENO DI SPIAGGIA ATTUALE .

da 2.5 m a 15.0 m ÷ 17.0 m circa

N spt (numero di colpi piede) = 25 - 45

Peso di volume ( $\gamma$ ) = 2.0 t/mc

Peso di volume immerso ( $\gamma'$ ) = 1.0 t/mc

Peso di volume secco  $\gamma_s$  = 1.9 t/mc

Angolo di attrito interno ( $\phi$ ) = 33° (valore prudenziale)

Densità relativa = 60%

Terreno con parametri geotecnici da discreti a buoni. Terreno adatto per la posa in opera di fondazioni .

ARGILLE GRIGIE PLEISTOCENICHE SOVRACONSOLIDATE CON VELI SABBIOSI

Da 15.0 m ÷ 17.0 m in poi

Peso di volume  $\gamma = 2.0$  t/mc

Peso di volume secco  $\gamma_s = 1.72$  t/mc

Coesione  $C' = 0.18$  Kg/cmq (da prova di taglio diretto)

Coesione non drenata  $C_u = 1.84$  Kg/cmq (da prova triassiale U-U)

Angolo di attrito interno  $\phi = 24^\circ$  (da prova di taglio diretto)

Coefficiente di permeabilità  $K = 4.08 \cdot 10^{-11}$  m/s (da prova edometrica)

Modulo edometrico  $E_d = 98$  kg/cm<sup>2</sup> (da prova edometrica)

(parametri ricavati dalle analisi di laboratorio effettuate dall'Università di Chieti-Pescara su di un campione indisturbato di argilla prelevato dal sottoscritto, in un sondaggio Sd1 realizzato nell'area portuale tra lo scalo di alaggio e la Capitaneria di Porto nel 2010, alla profondità di 19.2 ÷ 19.8 m

(- vedi allegato 16 -)

## 9. NORME SISMICHE

A seguito delle disposizioni delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) approvate con D.M. 14-01-2008, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n.29 del 04-02-2008 ed entrate in vigore dal 01-07-2009, al fine di definire l'azione sismica di progetto si deve valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche, i parametri che devono essere indicati sono:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Tali parametri dipendono dalla categoria di sottosuolo, dalle condizioni topografiche e dalla classe d'uso del manufatto da realizzare.



In assenza di analisi specifiche per la definizione dell'azione sismica si può utilizzare un approccio semplificato che si basa sulla individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento dalla quale è possibile ricavare i parametri sismici necessari alla progettazione direttamente dal sito del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per individuare la categoria di sottosuolo è consigliata la misura diretta della velocità delle onde sismiche di taglio nei primi trenta metri ( vs 30 ).

A tale scopo il sottoscritto ha fatto realizzare da una ditta specializzata una indagine sismica HVSR mediante tromografo digitale ( tromino ) in grado di misurare le Vs30.

Essendo il presente studio a carattere generale si cercherà di dare una interpretazione allargata a tutta l'area portuale delle Vs 30 , consigliando di eseguire indagini specifiche per ogni manufatto che verrà realizzato in futuro.

Per avere tale visione è stata effettuata una indagine sismica HVSR ( vedi allegato 14 ) alla radice del molo nord e i risultati sono stati confrontati con altre due indagini HVSR ( vedi allegato 15 ) realizzate in condizioni stratigrafiche e geomorfologiche simili in prossimità dell'area portuale.

In tutte e tre le indagini sismiche pur essendo stata rilevata una diversa velocità delle Vs30 ( 317 m/s alla radice del molo nord agosto 2011, 224 m/s in Via Luigi Dari, 335 m/s spiaggia di fronte Hotel Arlecchino ) i risultati anno portato ad assegnare la stessa categoria di sottosuolo : CATEGORIA C .

In assenza di analisi delle Vs30, per la definizione della categoria di sottosuolo si può utilizzare un approccio basato sulle NSPT nei terreni sabbiosi, sulla Cu nei terreni argillosi e sugli spessori della coltre.

Anche con tale approccio la categoria di sottosuolo assegnabile risulta : CATEGORIA C .

I parametri sismici per edifici che rientrano nella classe II ( normale affollamento, assenza di funzioni pubbliche ) pertanto sono i seguenti :

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii - fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 42,9563719831269  
 longitudine: 13,8852250493909  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 23870	Lat: 42,9345Lon: 13,8316	Distanza: 5000,572
Sito 2 ID: 23871	Lat: 42,9343Lon: 13,8998	Distanza: 2728,977
Sito 3 ID: 23649	Lat: 42,9843Lon: 13,9001	Distanza: 3330,139
Sito 4 ID: 23648	Lat: 42,9845Lon: 13,8318	Distanza: 5356,408

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50anni  
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,050 g

Fo: 2,451  
Tc\*: 0,274 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,064 g  
Fo: 2,457  
Tc\*: 0,294 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,182 g  
Fo: 2,470  
Tc\*: 0,322 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,241 g  
Fo: 2,492  
Tc\*: 0,328 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,610  
St: 1,000  
Kh: 0,015  
Kv: 0,008  
Amax: 0,739  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,000  
Kh: 0,019  
Kv: 0,010  
Amax: 0,936  
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,430  
Cc: 1,530  
St: 1,000  
Kh: 0,063  
Kv: 0,031  
Amax: 2,558  
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,340

Cc: 1,520  
 St: 1,000  
 Kh: 0,091  
 Kv: 0,045  
 Amax: 3,172  
 Beta: 0,280

#### CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Vista la semplicità della configurazione topografica di tutta l'area portuale la categoria a cui appartiene è certamente la CATEGORIA T1.

#### LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE

Non si può escludere il fenomeno della liquefazione delle sabbie in quanto nel territorio del comune di S. Benedetto del Tronto , sulla base dei recenti studi dell' INGV ( Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia ), che ha censito ed analizzato le sorgenti sismogenetiche di tutto il territorio nazionale valutandone la massima magnitudo attesa, per il caso in esame sono state individuate due zone sismogenetiche che potrebbero in caso di evento sismico generare un' onda sismica con magnitudo massima prevista di 5.9 nel territorio del Comune di San Benedetto del Tronto.

### **10. SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI FONDAZIONE**

La scelta delle tipologie di fondazione dei futuri interventi edificatori che si realizzeranno nell'area in oggetto, dovrà essere effettuata a seguito di indagini geognostiche puntiformi e specifiche per il manufatto o per l'opera che si dovrà realizzare.

In linea di massima per manufatti di piccole dimensioni e di modesta altezza che non vadano a gravare con carichi elevati sul terreno sabbioso è possibile ipotizzare fondazioni superficiali.

Per manufatti di grandi dimensioni , di importanza strategica o che abbiano elevati carichi in fondazione è necessario realizzare indagini geognostiche accurate per evidenziare se il terreno sabbioso abbia i requisiti necessari per una fondazione superficiale o per scegliere la profondità idonea per una fondazione profonda su pali.

Le fondazioni profonde dovranno superare le sabbie per intestarsi almeno tre metri nel sub strato argilloso a profondità certamente superiori ai 15 metri.

## **11. CONCLUSIONI**

A seguito della analisi geologica geomorfologica idrogeologica dell'area portuale di S. Benedetto del Tronto, dopo aver esaminato i dati stratigrafici in possesso del sottoscritto e quelli forniti dalla Amministrazione Comunale, a seguito dei risultati della prova penetrometrica dinamica pesante e della prova sismica HVSR, il sottoscritto non evidenzia problematiche che possano scongiurare interventi urbanistici.

Tutta la zona si presenta stabile, esente da rischi di erosione marina all'interno dei bracci portuali ma con possibilità di forte erosione nelle spiagge a sud e a nord dei bracci portuali.

Tutti i terreni presenti sia quelli sabbiosi di spiaggia che quelli argillosi del sub strato ( ad eccezione di quelli di riporto ) presentano dei buoni parametri geotecnici per cui sono in grado di reggere i carichi dei manufatti che verranno realizzati negli anni a venire.

Si consiglia tuttavia di realizzare indagini geognostiche e sismiche specifiche per ogni intervento che verrà realizzato durante le fasi esecutive per verificare le ipotesi formulate nella presente relazione e per avere i corretti parametri sismici e geotecnici necessari per la corretta progettazione delle strutture che saranno realizzate.

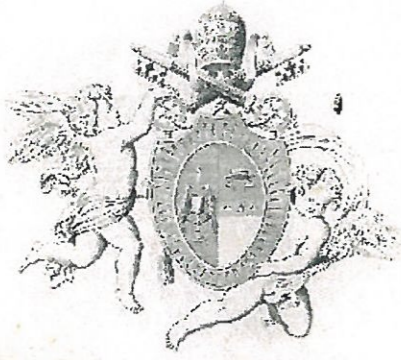
GROTTAMMARE Agosto 2011

IL GEOLOGO

DR. STEFANO TAFFONI

# **TAVOLE ALLEGATE**

**da 01 a 10**



# CARTA COGROGRAFICA

dello Stato Pontificio

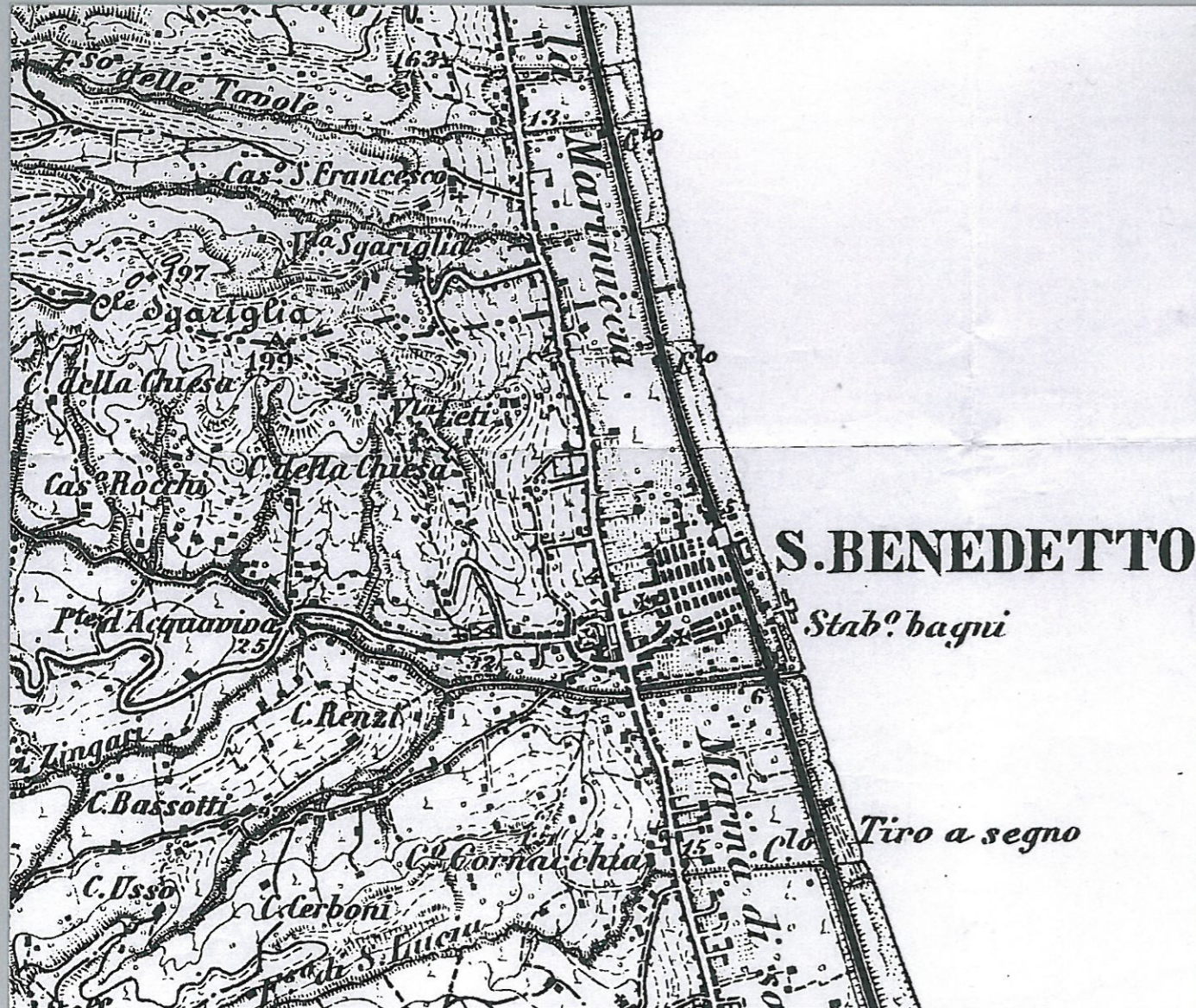
indicante le Dogane, i Posti armati dalla Truppa di Finanza, le strade doganali, la fascia bimiliare di divieto, e le Dogane estere che corrispondono alle Pontificie

1831-1846

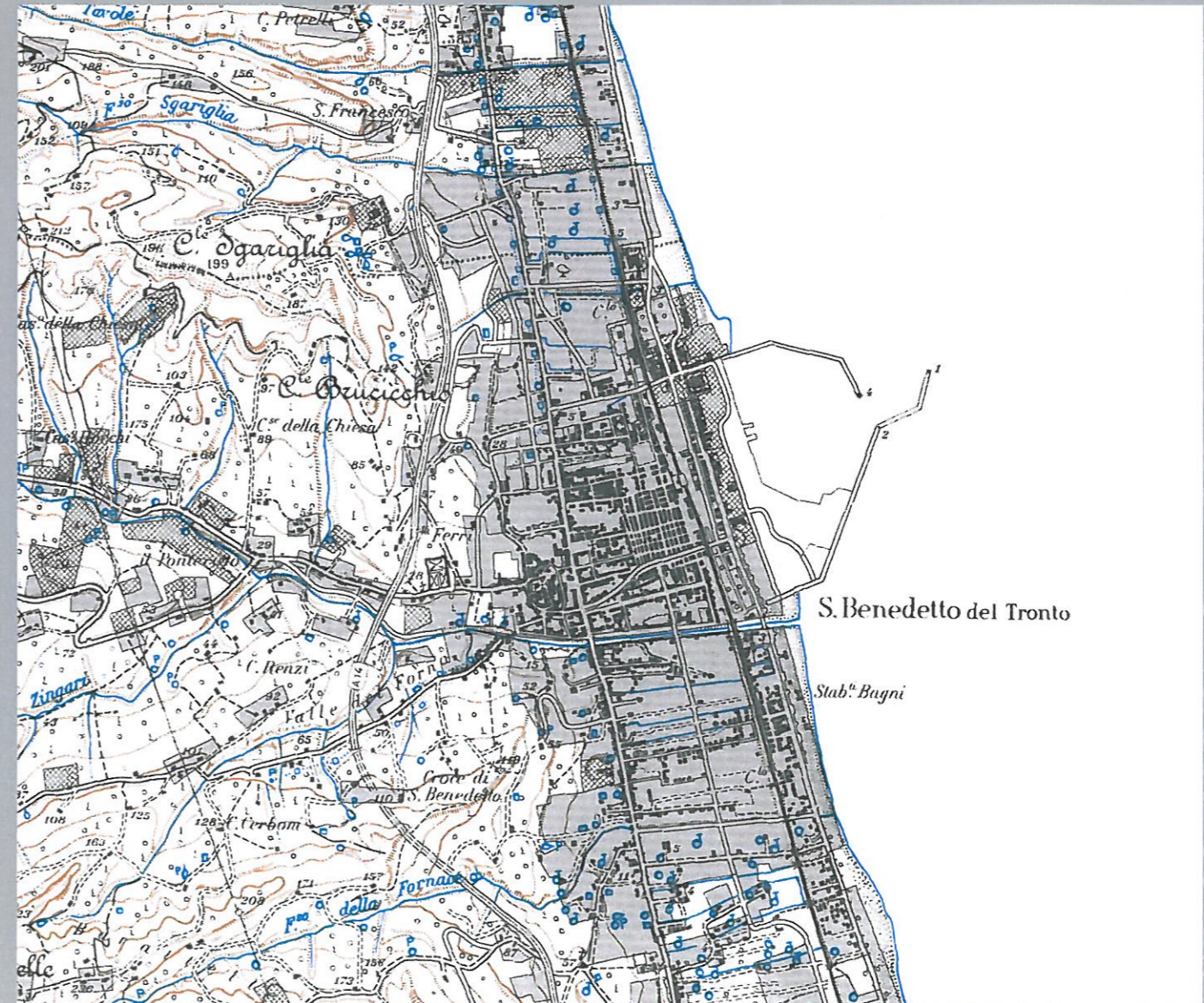
Carta corografica dello Stato Pontificio indicante le Dogane, i Posti armati dalla Truppa di Finanza, le strade doganali, la fascia bimiliare di divieto, e le Dogane estere che corrispondono alle Pontificie. Rilevata da Giuseppe Ponzi, disegnata e colorata a mano da Gaetano Spinetti ed incisa da Alessandro Moschetti a bulino. La carta fu realizzata durante il pontificato di Gregorio XVI (1831-1846)



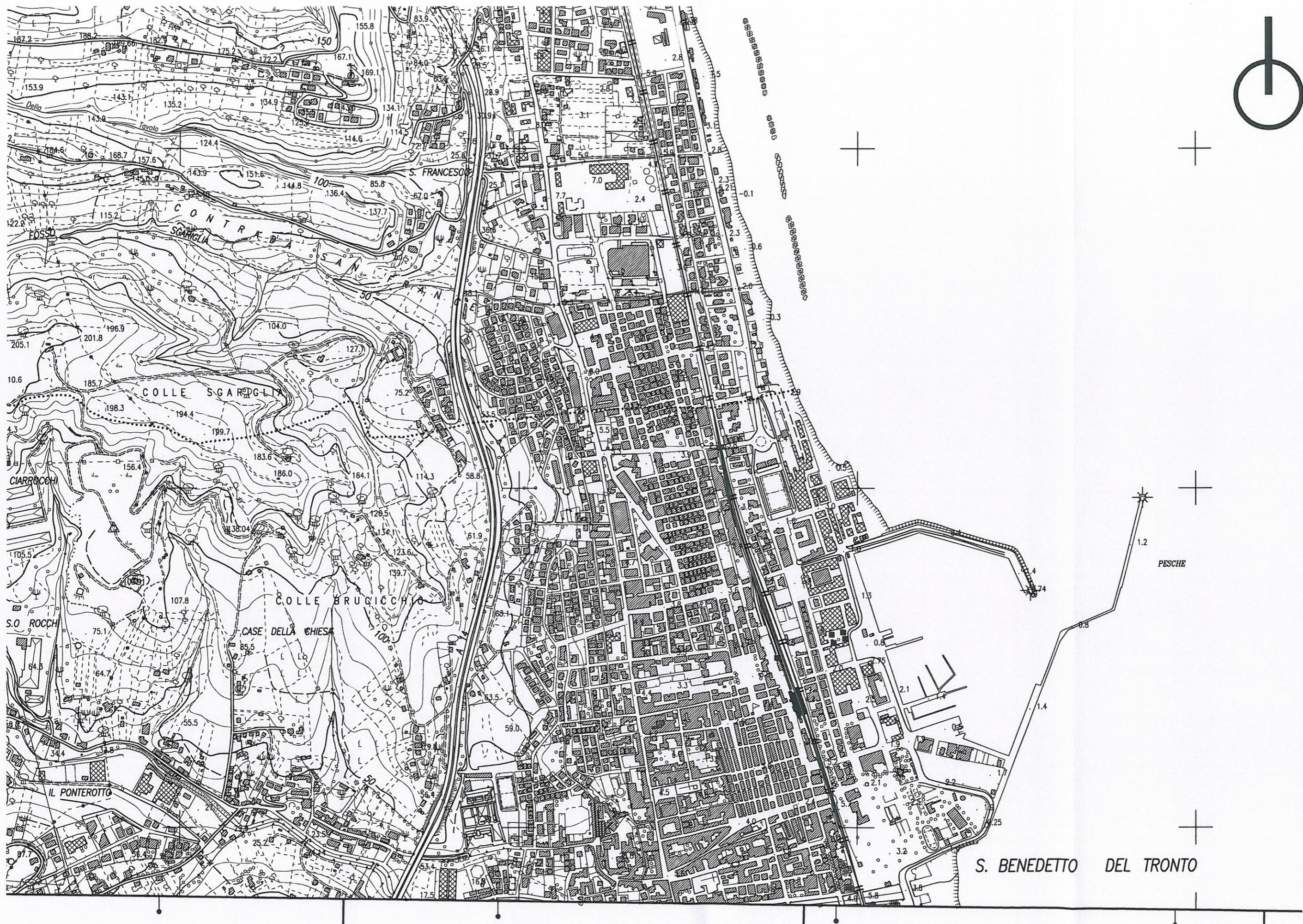
Carta Corografica Pontificia - Scala 1:296'000 - Anno 1831/1848



I.G.M. in scala 1:25'000 - Foglio 298 - Anno 1902

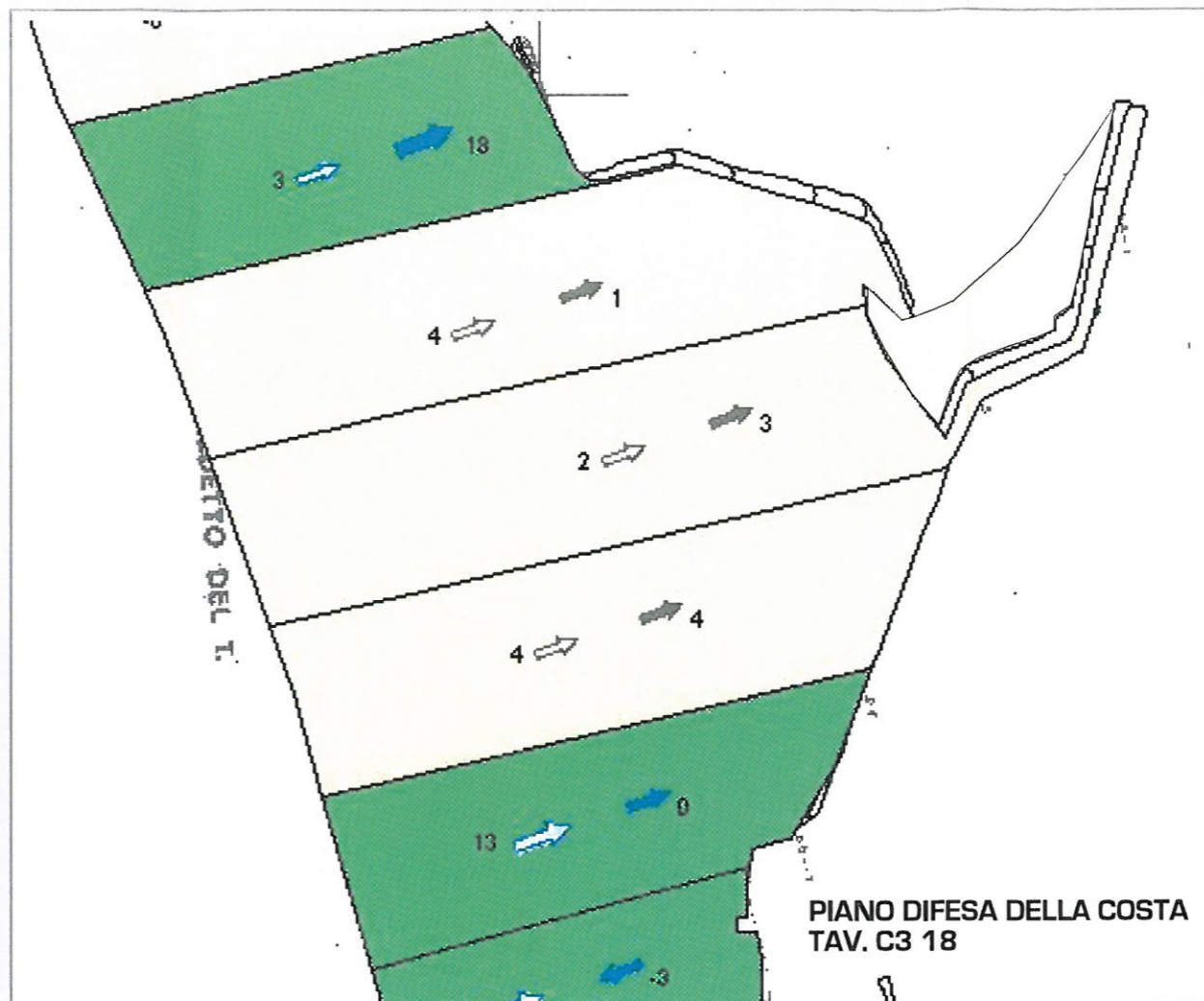
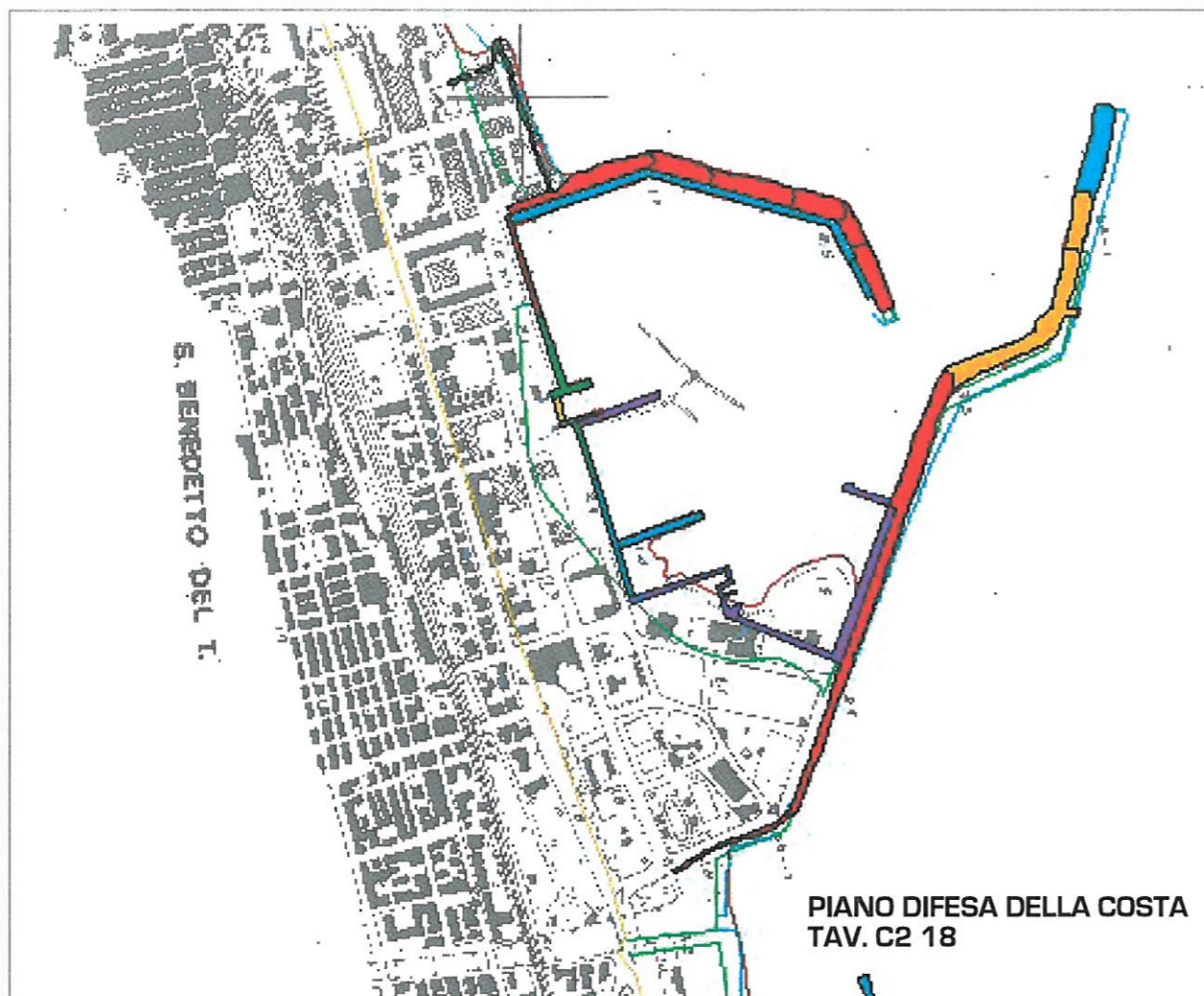


I.G.M. in scala 1:25'000 - Foglio 133 - Anno 1992



CTR (Carta Tecnica Regionale) in scala 1:10'000 - Sezione 327030 - Anno 2000

TAVOLA 02 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE



**Legenda:**

**Periodo di costruzione delle opere di difesa esistenti**

- 1900 - 1950
- 1951 - 1970
- 1971 - 1980
- 1981 - 1990
- 1991 - 2000

**Periodo di costruzione delle opere di difesa salpate o insabbiate**

- 1800 - 1950
- 1951 - 1970
- 1971 - 1980
- 1981 - 1990
- 1991 - 2000

- IGM 1894
- IGM 1948
- Ripresa aerea 1985
- IGM 1994
- Rilievo Regione 1999

\* Punti critici della cartografia di base

**Variazione della linea di costa**

- ↑<sup>n</sup> verso e misura in metri dello spostamento della linea di costa
- ↑<sup>n</sup> spostamento affetto da errore cartografico
- ↑ spostamento della linea di costa nel periodo 1985 - 1999
- ↑ spostamento della linea di costa nel periodo 1948 - 1985

**Entità dello spostamento nel periodo relativo**

- ↑ da 0 a 10 metri
- ↑ da 11 a 30 metri
- ↑ da 31 a 50 metri
- ↑ maggiore di 50 metri

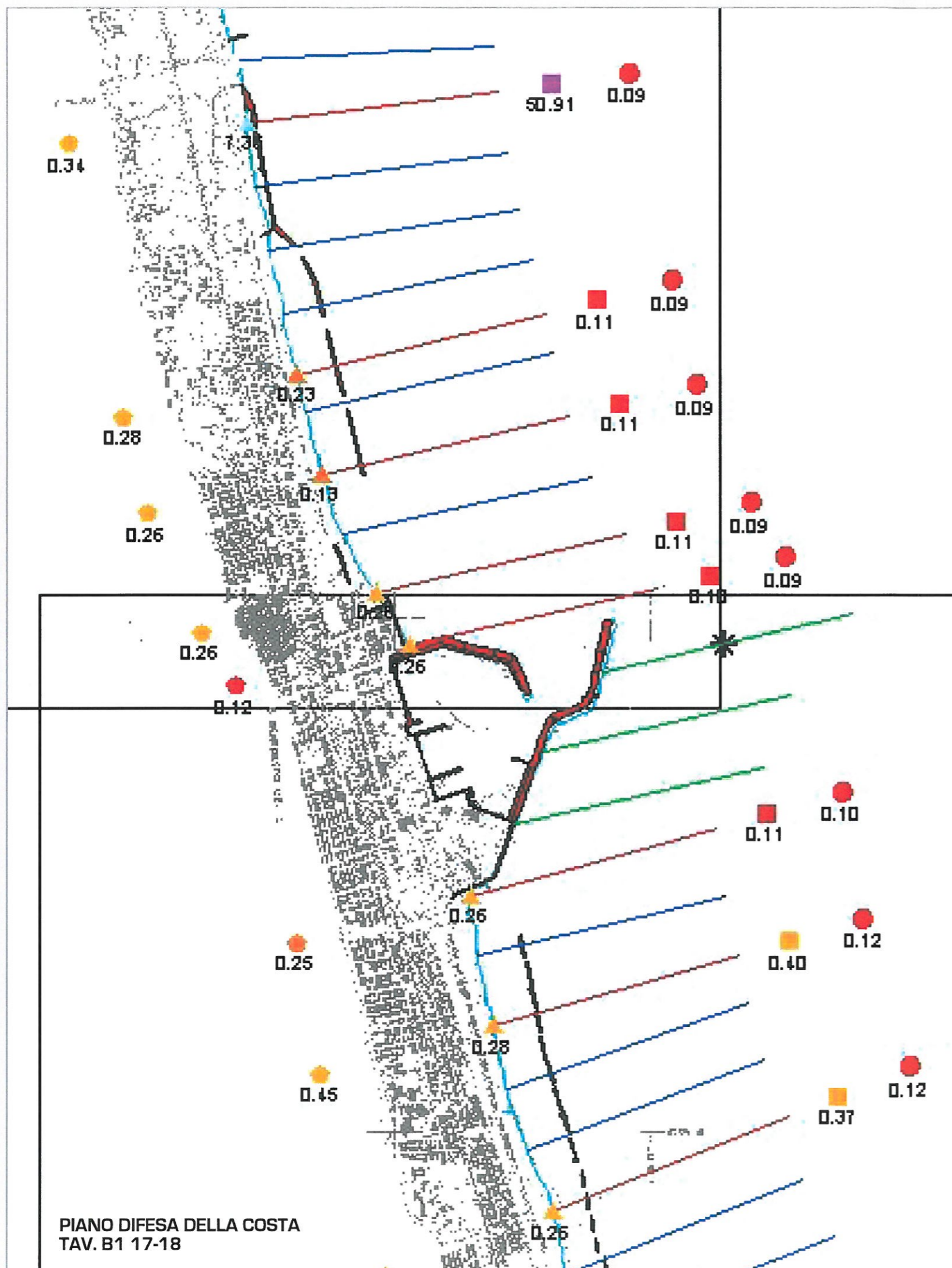
\* Punti critici della cartografia di base

**Legenda:**

**Evoluzione della costa nel periodo 1948 - 1999**

- costa in erosione
- costa stabile
- costa in avanzamento
- evoluzione non rilevata





### Legenda:

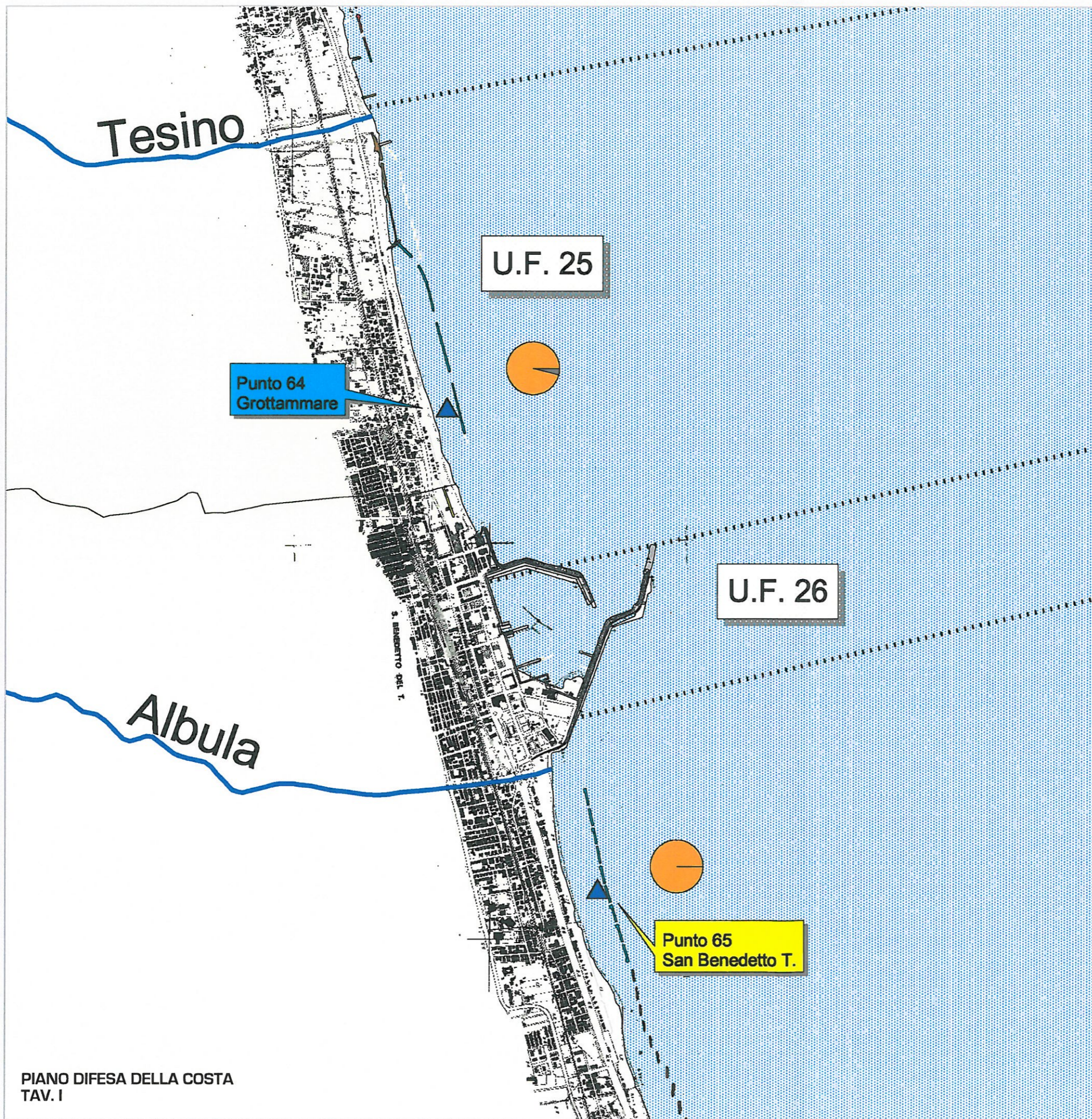
- ◻ campione prelevato a +1 m s.l.m.
- ◻ campione prelevato a 0 m s.l.m.
- ◻ campione prelevato a -2 m s.l.m.
- ◻ campione prelevato a -5 m s.l.m.

I valori riportati indicano il  $D_{50}$  in mm del campione

- profilo con misure sedimentologiche
- profilo con misure sedimentologiche non effettuate
- profilo non utilizzato per misure sedimentologiche
- Linea di costa da rilievo Regione 1999
- Opere di difesa esistenti
- \* Punti critici della cartografia di base

### Scala granulometrica di Udden - Wentworth

- da argilla a silt grossolano
- sabbia molto fine
- sabbia fine
- sabbia media
- sabbia grossolana
- sabbia molto grossolana
- granulo
- ciottolo fine
- ciottolo medio-fine
- ciottolo medio
- ciottolo medio-grossolano
- da ciottolo grossolano a masso



▲ Punti di campionamento

Livelli di qualità

■ Livello 1

■ Livello 2

■ Livello 3

Caratteristiche granulometriche

% Sabbia % Ghiaia % Pelite

⋯ Unità fisiografiche

~ Corsi d'acqua

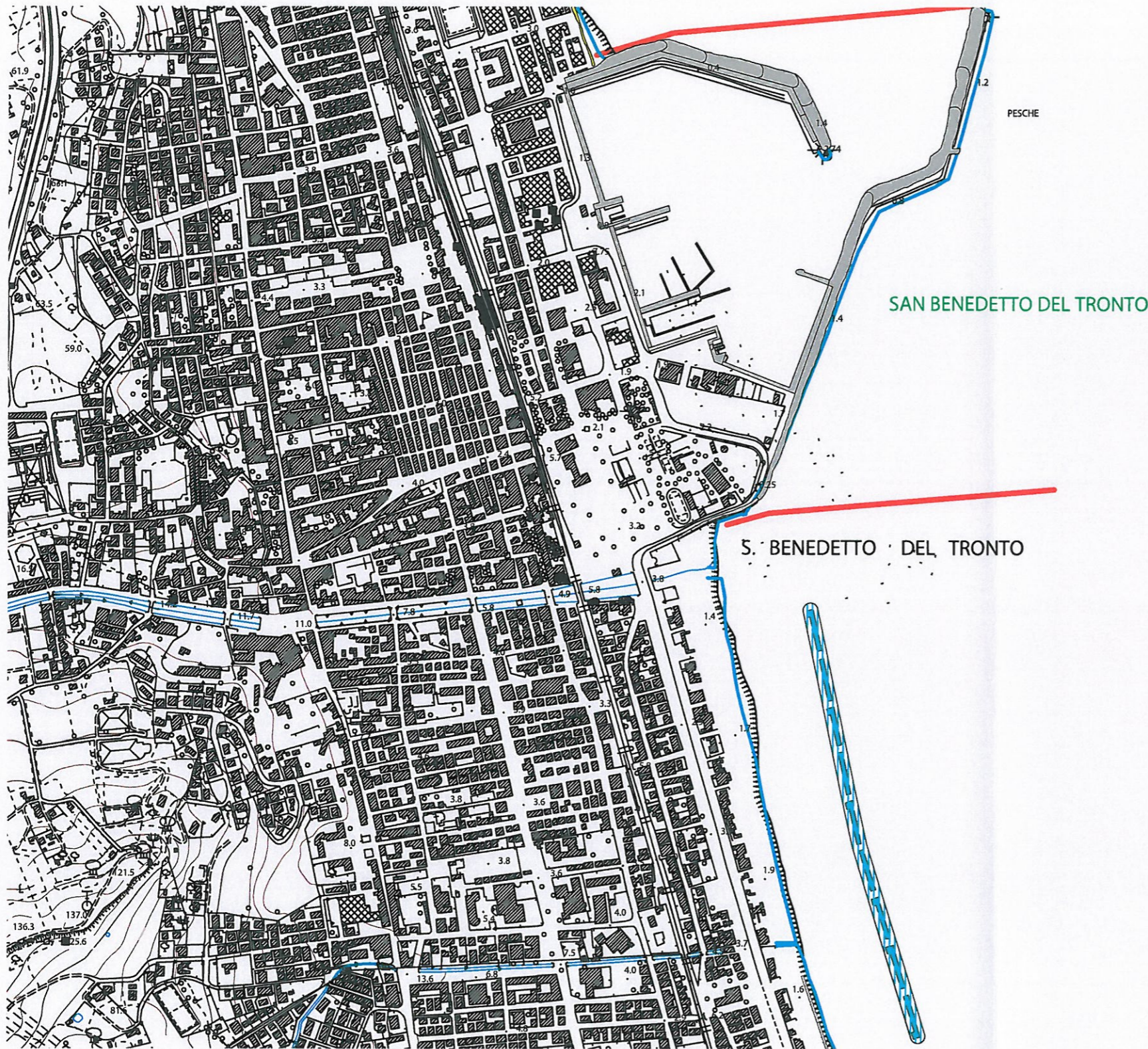
Opere marittime

■ Molo  
 ■ Muro  
 ■ Opera portuale  
 ■ Opera sperimentale  
 ■ Pennello  
 ■ Pennello sommerso  
 ■ Pontile  
 ■ Scarico  
 ■ Scogliera emersa  
 ■ Scogliera radente  
 ■ Scogliera semiradente  
 ■ Scogliera sommersa  
 ■ Semina massi  
 ■ Soglia  
 ■ Opera salpata o insabbiata  
 ■ Opera in progetto

~ Confini comunali

**UNITA' FISIOGRAFICA 26**  
 Porto di San Benedetto del Tronto

**LEGENDA**



**LIMITI**

- Linea di costa
- Confine comunale
- Limite unità fisiografica

**STATO ATTUALE**

- Molo
- Muro
- Opera portuale
- Opera sperimentale
- Pennello
- Pennello sommerso
- Pontile
- Scarico
- Scogliera emersa
- Scogliera radente
- Scogliera semiradente
- Scogliera sommersa
- Semina massi
- Soglia
- Opera salpata o insabbiata

**PROPOSTE INTERVENTO**

- Rifiorimento scogliera emersa
- Realizzazione scogliera emersa
- Salpamento scogliera emersa
- Riconfigurazione scogliera emersa
- Rifiorimento scogliera sommersa
- Realizzazione scogliera sommersa
- Salpamento scogliera sommersa
- Rifiorimento scogliera radente
- Salpamento scogliera radente
- Salpamento soglia
- Realizzazione soglia
- Salpamento pennello
- Realizzazione pennello
- Riconfigurazione pennello
- Ripascimento sabbia/ghiaia

**SCHEDA n.26 - porto di San Benedetto del Tronto**

Comuni interessati: San Benedetto del Tronto (1,00 km)  
 Lunghezza del tratto di costa: 1,00 km  
 Bacini principali di apporto solido alla spiaggia:  
 in questo tratto non si considera l'apporto solido  
 Litorale interessato da opere costiere: stato attuale: 1,00 km (100%)  
 Principali opere esistenti: opere portuali: 1,00 km (100%)

**Sintesi storica:**

La necessità di fornire un rifugio artificiale all'originario approdo sulla spiaggia della numerosa flotta peschereccia sambenedettese nasce nel 1907 con la realizzazione del primo tratto di 200m dell'attuale molo Nord ortogonale alla riva. Il suo prolungamento di 90m nel 1913-17 fu curvato verso Sud/Est nel tentativo di migliorare la protezione ai mari settentrionali. Intorno al 1920, per contrastare l'intenso insabbiamento che il molo aggettante determinava nel lato meridionale, venne realizzato un piccolo pennello sulla sponda sinistra del torrente Albula, circa 1000m più a Sud. Esso costituisce la radice dell'attuale molo Sud. L'inefficacia del provvedimento fece cambiare il progetto iniziale del porto invertendo la funzione sopraflutto-sottoflutto dei due moli previsti. Essi furono allora prolungati in diverse riprese: il molo Nord nel 1926, nel 1928, nel 1931 e nel 1932 (l'ampliamento del banchinamento interno fu completato negli anni '80), il molo Sud nel 1926-27, nel 1935-36, nel 1950-53, nel 1956-57 e nel 1989-90 (il molo a martello fu realizzato nel 1992). La riva rimase a lungo una spiaggia. Il tratto più settentrionale di 150m fu banchinato nel 1938, nel 1962-64 si realizzò lo scalo d'alaggio, negli anni '70 e '80 si costruì la banchina nella parte centrale ed il molo per il diporto, negli anni '90 fu banchinata la parte meridionale del bacino e del molo Sud.

scala 1 : 10.000

**PIANO DIFESA DELLA COSTA**  
 SCHEDA U.F. 26



01.VISTA DA SUD INTERNA AL PORTO



02.VISTA DA SUD ESTERNA AL PORTO



03.VISTA DA NORD ESTERNA AL PORTO



04.VISTA AEREA DA NORD/OVEST

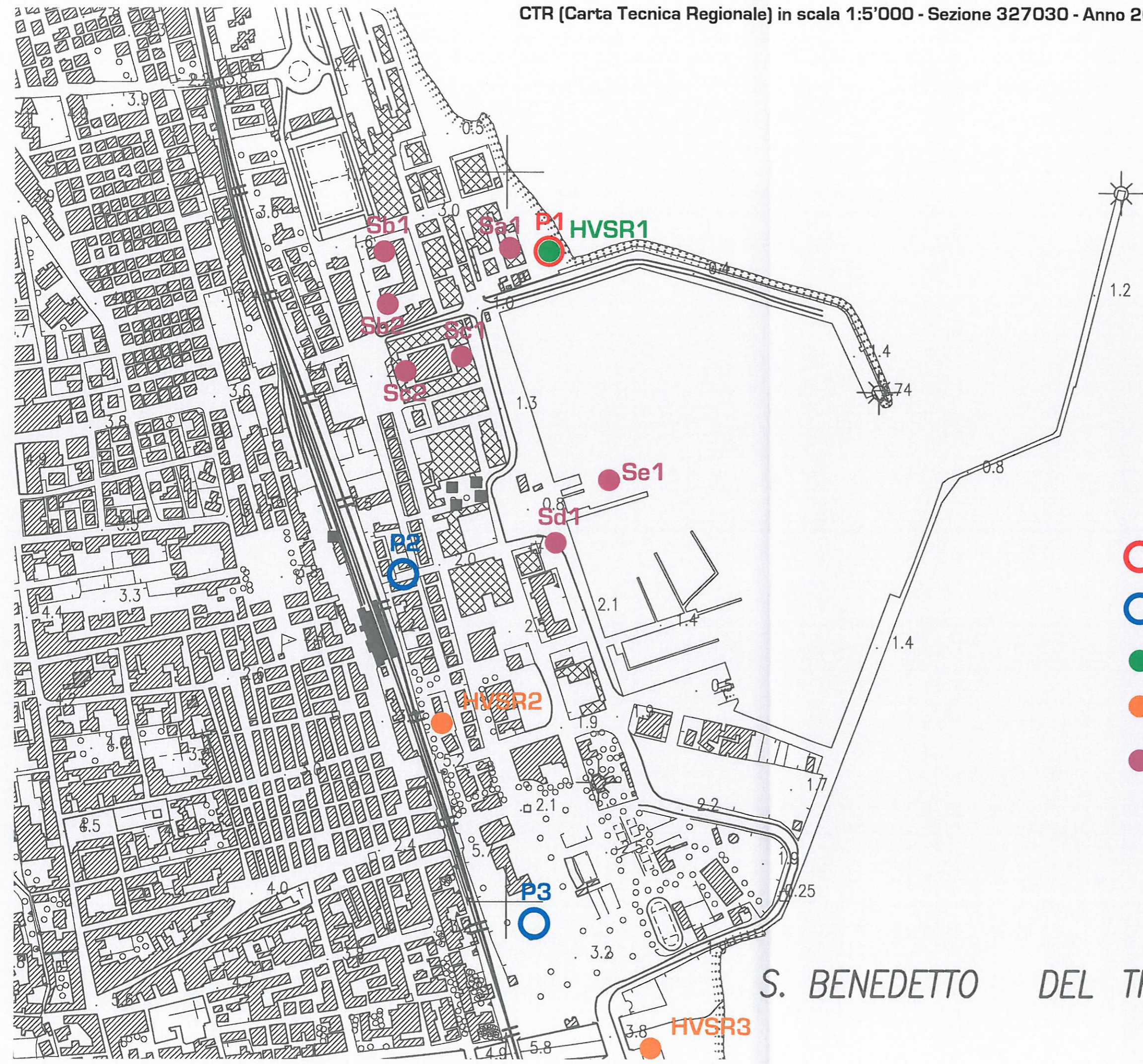


05.VISTA AEREA DA EST



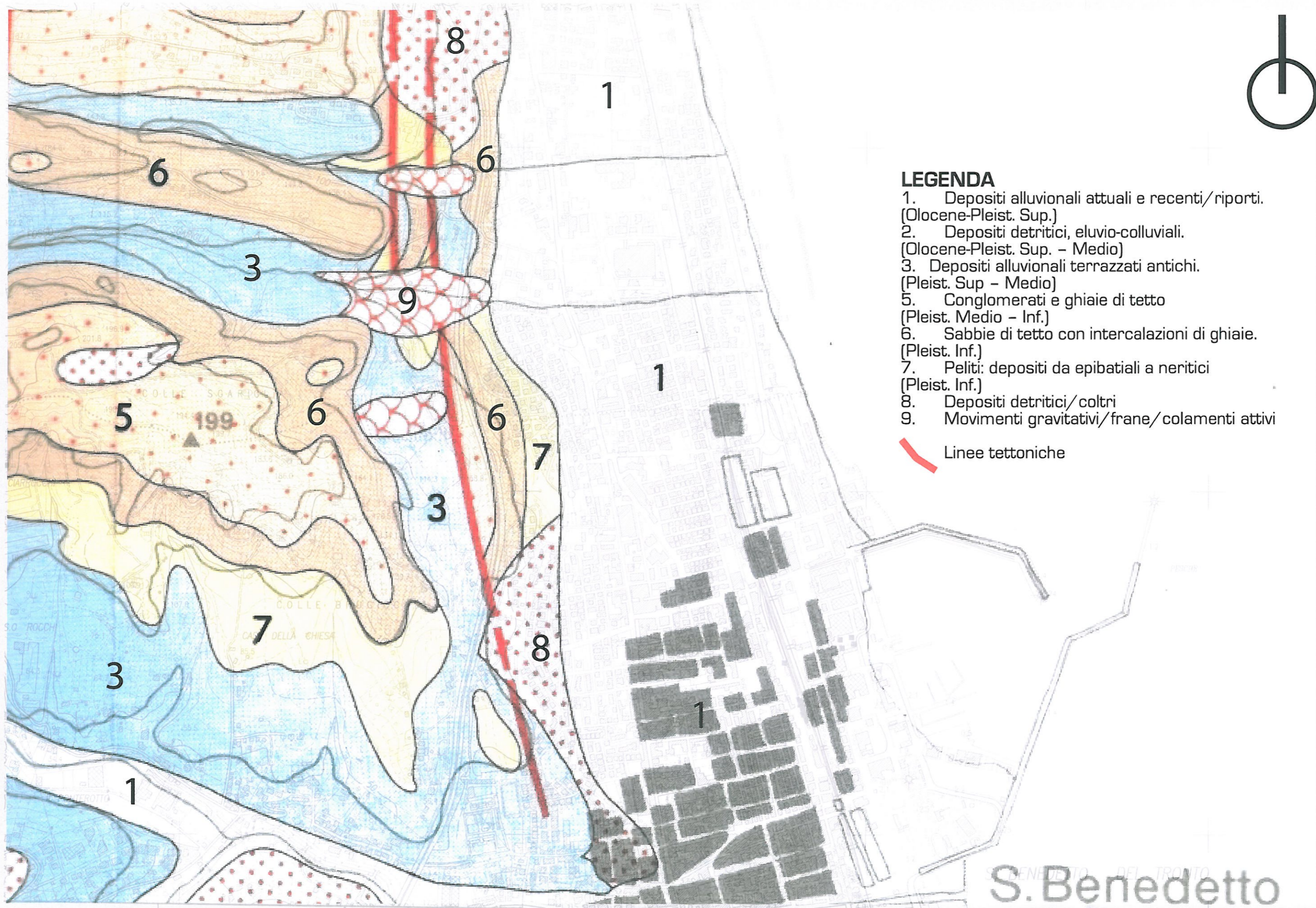
06.VISTA AEREA DA NORD/EST





-  PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH (2011)
-  PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH (REPERITA)
-  INDAGINE SISMICA HVSr
-  INDAGINE SISMICA HVSr (REPERITA)
-  SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO (REPERITO)

S. BENEDETTO DEL TRONTO



- LEGENDA**
- 1. Depositi alluvionali attuali e recenti/riporti. (Olocene-Pleist. Sup.)
  - 2. Depositi detritici, eluvio-colluviali. (Olocene-Pleist. Sup. - Medio)
  - 3. Depositi alluvionali terrazzati antichi. (Pleist. Sup - Medio)
  - 5. Conglomerati e ghiaie di tetto (Pleist. Medio - Inf.)
  - 6. Sabbie di tetto con intercalazioni di ghiaie. (Pleist. Inf.)
  - 7. Peliti: depositi da epibatiali a neritici (Pleist. Inf.)
  - 8. Depositi detritici/coltri
  - 9. Movimenti gravitativi/frane/colamenti attivi
- Linee tettoniche

S. Benedetto

## 11

**STRATIGRAFIE REPERITE DEI SONDAGGI  
GEOGNOSTICI REALIZZATI NELL'AREA  
PORTUALE NEGLI ULTIMI VENTI ANNI**

Per l'ubicazione vedi tav. 9



# Sa 1

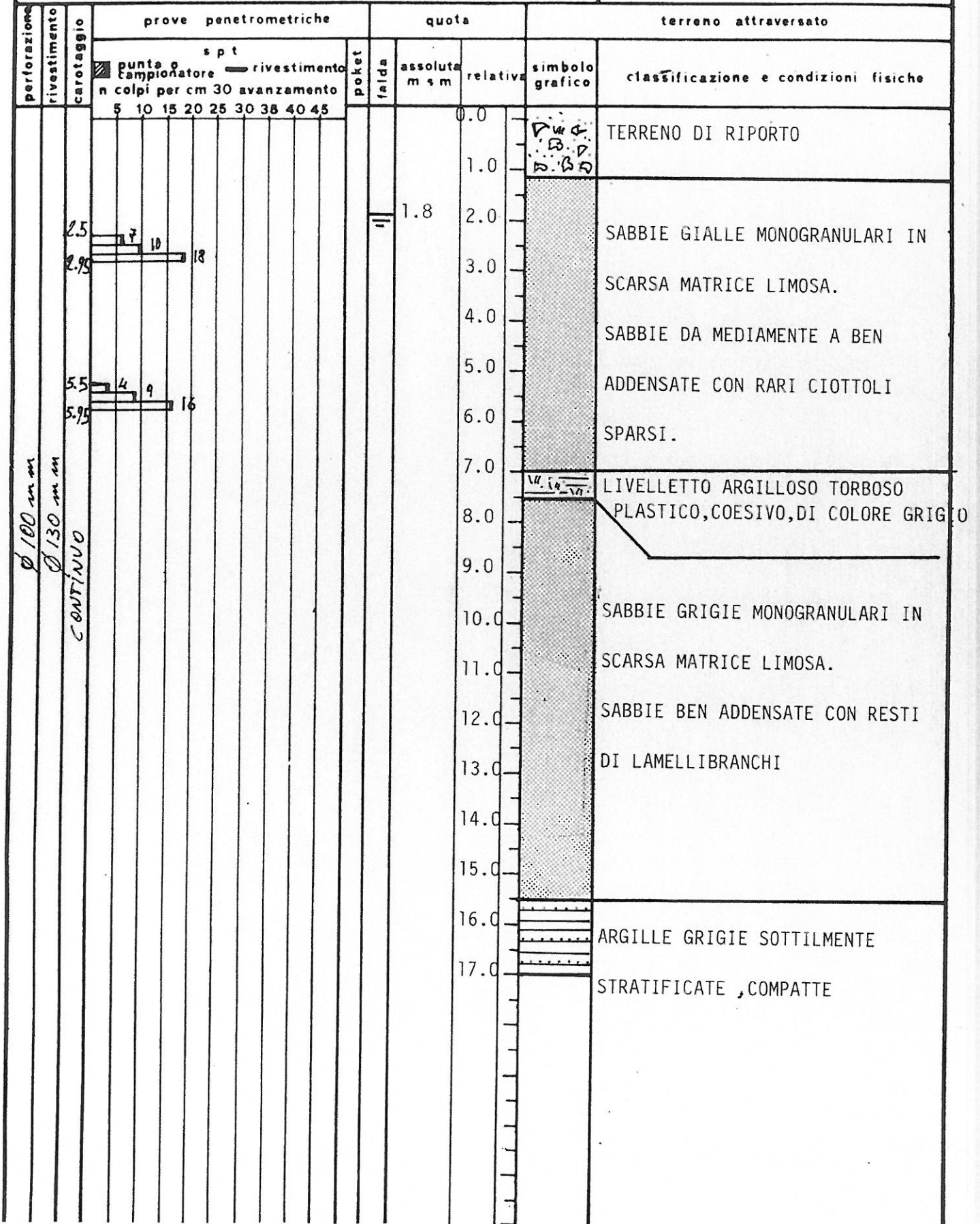
**COMMITTENTE:** MARIPESCA d.r.l.  
**CANTIERE:** MOLO NORD di S.Benedetto del Tronto

**SONDAGGIO N. 1**  
 quota m.s.m.  
 profondità m. 15

perforazione	rivestimento	carotaggio	prove penetrometriche							quota		terreno attraversato			
			s p t							poker	falda	assoluta m s m	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche
			punta n colpi per cm	avanzamento 30	rivestimento	5	10	15	20						
percuSSIONE												0.00		Terreno di riporto	
												1.0		sabbie grigie addensate con rari livelletti di ghiaia	
												2.0			
												5.0			
												6.0		livelletto argilloso	
												10.0		forte incremento del grado di addensamento delle sabbie	
												15.0			
												16.0			
														profondità presunta delle argille grigie	

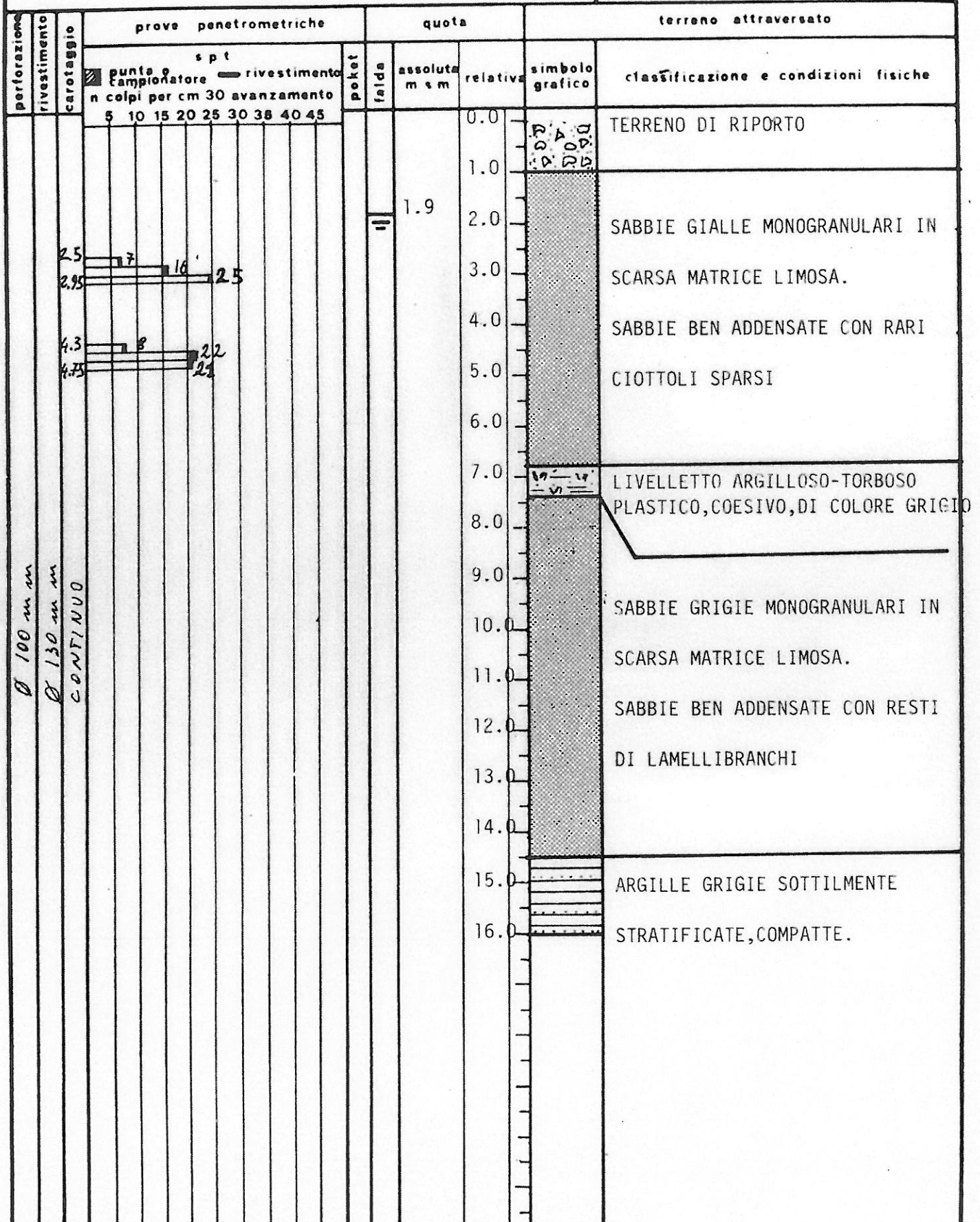
COMMITTENTE: MAGGIONI BITUMI S.P.A.  
CANTIERE: VIA C.COLOMBO 102 S.BENDETTO DEL T.

SONDAGGIO N. 1  
quota m.s.m. 2.0  
profondità m. 17.0



COMMITTENTE: MAGGIONI BITUMI S.P.A  
CANTIERE: VIA C. COLOMBO 102 S.BENEDETTO T.

SONDAGGIO N. 2  
quota m.s.m. 2.0  
profondità m. 16.0



perfezione		prove penetrometriche										quota		terreno attraversato				
rivestimento	carotaggio	s p t										assoluta m s m	relativa	simbolo grafico	classificazione e condizioni fisiche			
		punta n colpi per cm	avanzamento															
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	pket	falda						
ROTAZIONE E CAROTTAGGIO CONTINUO Ø 100 Ø 130		2.5	5	7								2.0				1.0	TERRENO DI RIPORTO	
		2.95	14														2.0	SABBIE GIALLE MONOGRANULARI IN SCARSA MATRICE LIMOSA SABBIE DA MEDIAMENTE A BEN ADDENSATE
																	3.0	
																	4.0	
																	5.0	
																	6.0	
																	7.0	
																	8.0	
																	9.0	
																	10.0	
															11.0			
															12.0			
															13.0			
															14.0			
															15.0		SUB-STRATO GEOLOGICO DELLE ARGILLE GRIGIE PLEISTOCENICHE	
															16.0			
															17.0			
															18.0			
															19.0			
															20.0			


Committente CIIP CICLI INTEGRATI	Profondità raggiunta 19.80 m	Quota Ass. P.C. 2.0 m	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore TERRA DRILLING - PESCARA		Notel	Inizio/Fine Esecuzione 21-05-2010	
Responsabile DR. STEFANO TAFFONI	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio CONTINUO	Tipo Sonda	

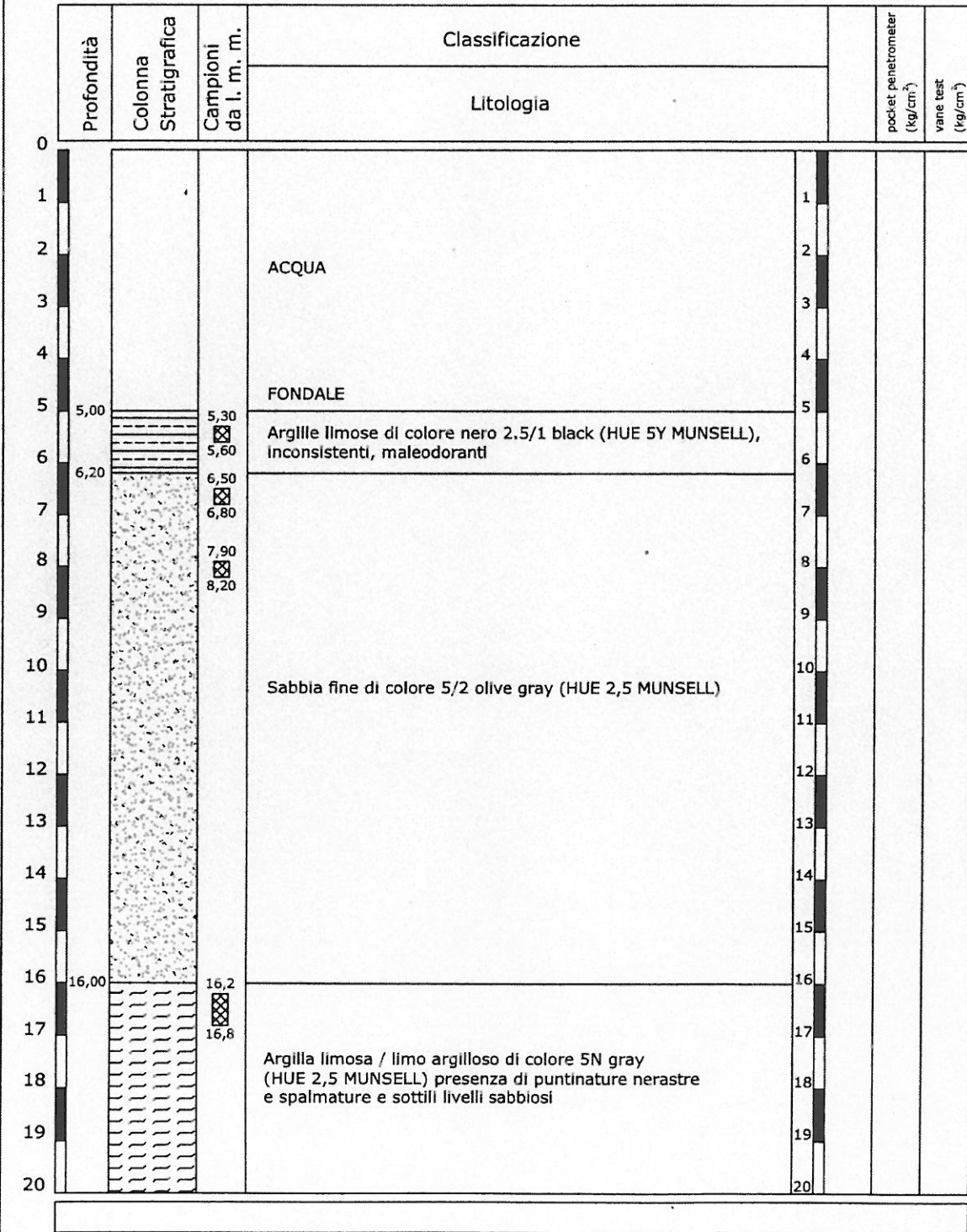
Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Cass. Catalogo	Falda	Piezometro (P) o Inclinometro (I)
1		terreno di riporto costituito da ghiaie tipo misto di cava									
2										2.00	
3		sabbie grigie monogranulari di spiaggia attuale	2.80		3 11 14						
4		terreno ben addensato e compatto			3.00 PC						
5											
6											
7		sabbia mista ad argilla intorno a 6.5 - 6.9 m			15 21 24						
8					7.00 PC						
9											
10											
11											
12											
13											
14			14.40								
		livelletto di ghiaia fine	14.70								
15											
16		sub strato geologico delle argille grigie pleistoceniche				3.5					
17		argille grigie molto compatte				4.0					
18						4.0					
19											
19.20											
19.80			19.80								
19.80											

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Orsterberg, H-Mezler, R-Rimaneppolato, Ra-Rimaneppolato da SPT  
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande  
 Perforazione: CS-Carobiere Semplice, CD-Carobiere Doppio, EC-Elica Continua  
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa  
 Carotaggio: CONTINUO

Responsabile

# Se 1

 <small>PROFESSIONAL SOLUTIONS &amp; SERVICES</small>	<b>Committente:</b> COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO <b>Cantiere:</b> INDAGINE E CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE DEI SEDIMENTI PER IL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLO SCALO DI ALAGGIO	<b>Quota</b> <b>I.m.m.:</b> -5.00 m <b>Data:</b> 14\04\2011



**12**

**PROVA PENETROMETRICA PESANTE DPSH  
( agosto 2011)**



**Geodrill** s.a.s.  
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.  
**SERVIZI GEOLOGICI**  
 Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888  
 60043 Cerreto d'Esis(AN)  
 P.IVA: 02334920424  
 E-Mail: a\_geodrill@libero.it

COMMITTENTE: Amm.ne Com.le di San Benedetto del T.  
 CANTIERE: Porto

**PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA**

**caratteristiche tecniche del penetrometro**

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm<sup>2</sup>      angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm      lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg      Peso massa passiva: 4,2 Kg

**legenda per la rappresentazione grafica**

H =            profondità

NC =           numero di colpi

q<sub>d</sub> =           resistenza alla penetrazione dinamica

**legenda per la caratterizzazione geomeccanica**

NC<sub>m</sub> =        numero di colpi medio per quel determinato strato

C =            coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N<sub>spt equiv</sub> =   numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr =           densità relativa (Skempton, 1986)

φ =            angolo di attrito interno (De Mello)

E =            modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

Ed =          modulo edometrico (Stroud e Butler 1975, Buisman-Sanglerat)

γ =            peso unità di volume

V<sub>s</sub> =          velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)

Ko =          modulo di reazione (Navfac)

ν =            modulo di Poisson

C<sub>u</sub> =          coesione non drenata (Terzaghi e Peck, Schmertmann 1975)





13

**PROVE PENETROMETRICHE PESANTI REPERITE  
E REALIZZATE DI RECENTE NELL'AREA  
PORTUALE**

Cerreto d'Esi, 29 luglio 2009



**Geodrill** s.p.a.  
Dr. Geol. Valerio Di Eusanfi C.  
**SERVIZI GEOLOGICI**  
Via Roma, 14 Tel/Fax: 0732076888  
60043 Cerreto d'Esi (AN)  
P.IVA: 02364900424  
E-Mail: a\_geodrill@oper.it

COMMITTENTE: Dr. Architetto Sfirro

CANTIERE: Bar Buozzi - San Benedetto del Tronto

### PROVA SCPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

#### caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: Penetrometro modello Deep Drill SCPT

Peso del maglio: 73,0 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 30 cm

Dimensioni punta: area = 20,27 cm<sup>2</sup>      angolo = 60°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm      lunghezza = 0,90 m

Peso aste: 8,00Kg./m.      Peso sistema battuta: 30Kg.

#### legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

Q<sub>d</sub> = resistenza alla penetrazione dinamica

#### legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC<sub>m</sub> = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del SCPT

N<sub>spt equiv</sub> = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Skempton 1986)

φ = angolo di attrito interno (De Mello)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Webb)

E<sub>d</sub> = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975)

γ = peso unità di volume

V<sub>s</sub> = velocità onde di taglio

K<sub>0</sub> = modulo di reazione

ν = modulo di Poisson

C<sub>u</sub> = coesione non drenata (Terzaghi e Peck)



**Geodrill** s.a.s.  
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.  
**SERVIZI GEOLOGICI**  
 Via Roma, 14 Tel/Fax: 0732676888  
 61043 Cerreto d'Esi (AN)  
 P.I.A. 00384600424  
 E-Mail: a\_geodrill@geodrill.it

Cerreto d'Esi, 29 luglio 2009

COMMITTENTE: Dr. Architetto Sfirro

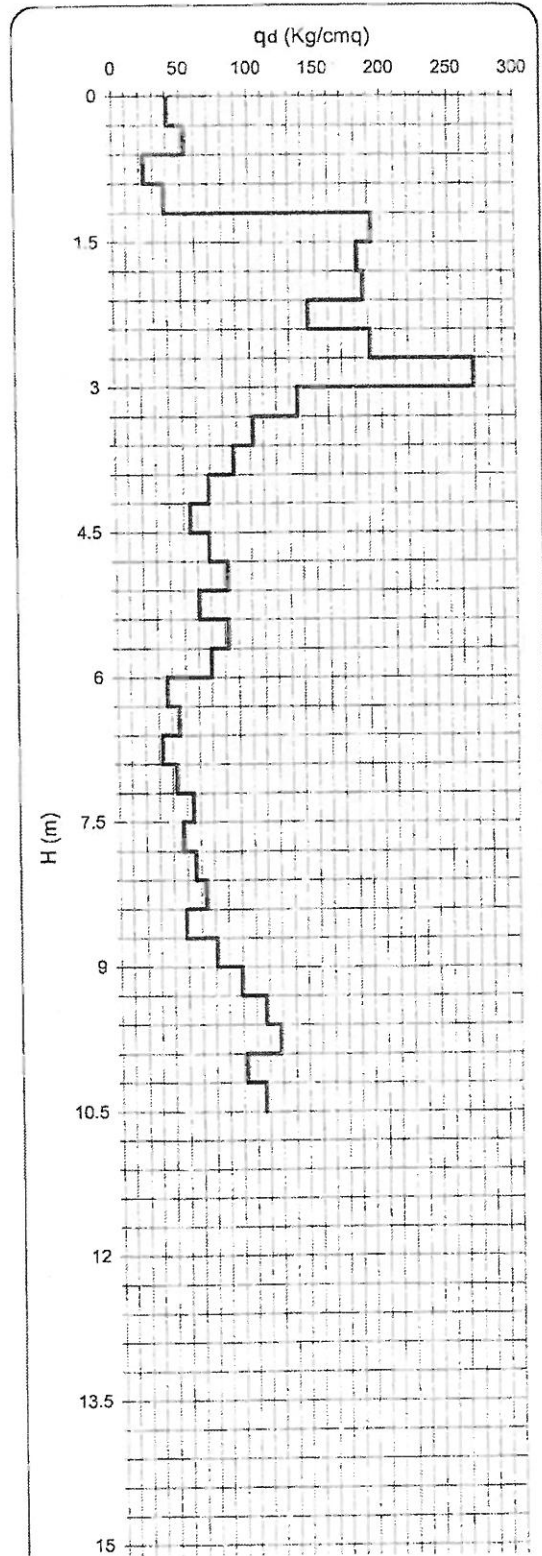
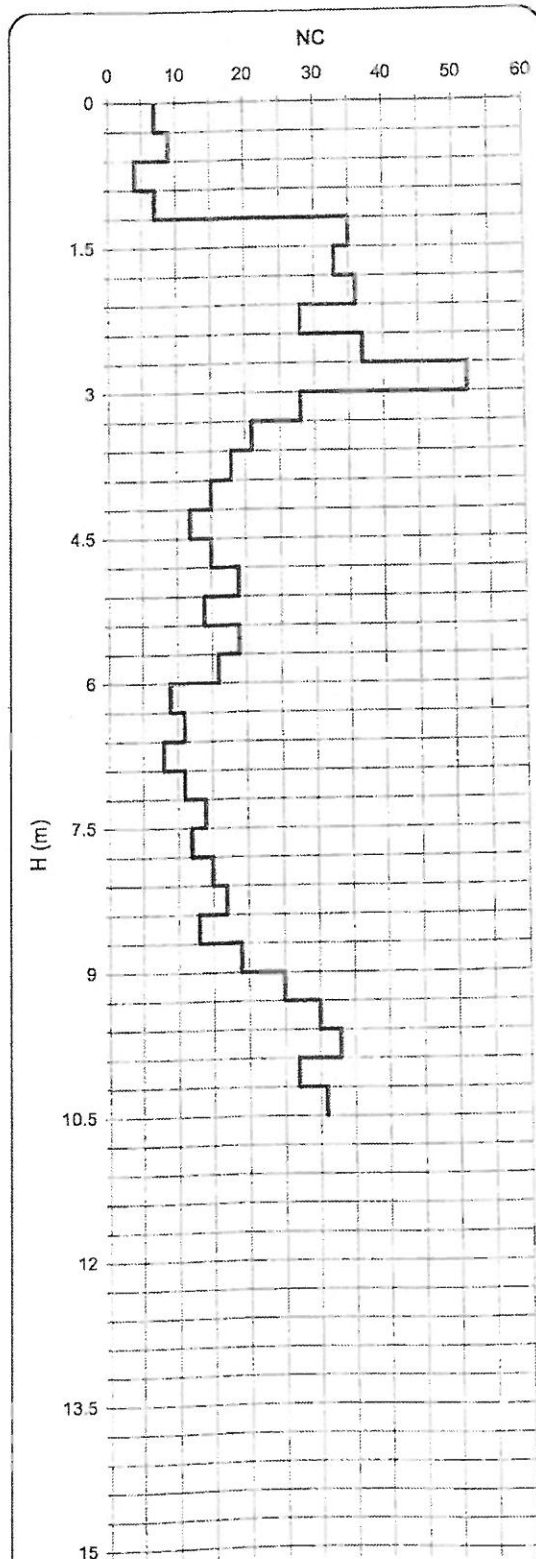
CANTIERE: Bar Buozzi - San Benedetto del Tronto

PROVA N.1 del 29/07/09

PROF.: 10,50 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SCPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	qd (Kg/cm²)
0.3	7	41.43
0.6	6	53.24
0.9	4	23.68
1.2	7	36.62
1.5	35	193.10
1.8	33	182.06
2.1	36	186.46
2.4	28	144.91
2.7	37	191.64
3.0	52	269.33
3.3	28	136.30
3.6	21	102.23
3.9	18	87.62
4.2	15	68.97
4.5	12	55.18
4.8	15	68.97
5.1	19	82.70
5.4	14	60.94
5.7	19	82.70
6.0	16	69.64
6.3	9	37.20
6.6	11	45.46
6.9	8	33.06
7.2	11	43.33
7.5	14	55.15
7.8	12	47.27
8.1	15	55.40
8.4	17	63.92
8.7	13	48.88
9.0	19	71.44
9.3	25	89.51
9.6	30	107.77
9.9	33	118.55
10.2	27	92.53
10.5	31	106.70
10.8		
11.1		
11.4		
11.7		
12.0		
12.3		
12.6		
12.9		
13.2		
13.5		
13.8		
14.1		
14.4		
14.7		





## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente:  
Cantiere: via Faliero  
Località: San Benedetto del Tronto

## 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 <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,489
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**OPERATORE**  
Raffaele Achilli

**RESPONSABILE**  
Dott. Geol. Stefano Taffoni

**PROVA ... Nr.1**

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda rilevata

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 25/05/2010  
 10,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	7	0,855	62,86	73,55	3,14	3,68
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	8	0,836	64,52	77,15	3,23	3,86
1,40	12	0,833	96,38	115,72	4,82	5,79
1,60	12	0,830	88,70	106,93	4,44	5,35
1,80	15	0,776	103,77	133,66	5,19	6,68
2,00	17	0,773	117,13	151,48	5,86	7,57
2,20	19	0,770	130,39	169,31	6,52	8,47
2,40	20	0,767	136,72	178,22	6,84	8,91
2,60	17	0,764	107,60	140,79	5,38	7,04
2,80	17	0,761	107,20	140,79	5,36	7,04
3,00	14	0,759	87,96	115,94	4,40	5,80
3,20	16	0,756	100,18	132,51	5,01	6,63
3,40	13	0,753	81,11	107,66	4,06	5,38
3,60	14	0,751	81,32	108,30	4,07	5,41
3,80	13	0,748	75,26	100,56	3,76	5,03
4,00	13	0,746	75,02	100,56	3,75	5,03
4,20	8	0,794	49,12	61,88	2,46	3,09
4,40	9	0,791	55,10	69,62	2,75	3,48
4,60	8	0,789	45,82	58,06	2,29	2,90
4,80	4	0,787	22,85	29,03	1,14	1,45
5,00	12	0,785	68,36	87,08	3,42	4,35
5,20	10	0,783	56,82	72,57	2,84	3,63
5,40	7	0,781	39,68	50,80	1,98	2,54
5,60	8	0,779	42,60	54,67	2,13	2,73
5,80	4	0,777	21,25	27,34	1,06	1,37
6,00	4	0,775	21,20	27,34	1,06	1,37
6,20	4	0,774	21,15	27,34	1,06	1,37
6,40	3	0,772	15,83	20,50	0,79	1,03
6,60	3	0,770	14,92	19,37	0,75	0,97
6,80	10	0,769	49,64	64,58	2,48	3,23
7,00	13	0,717	60,21	83,95	3,01	4,20
7,20	11	0,766	54,39	71,04	2,72	3,55
7,40	18	0,714	83,01	116,24	4,15	5,81
7,60	14	0,713	61,07	85,69	3,05	4,28
7,80	10	0,761	46,60	61,21	2,33	3,06
8,00	7	0,760	32,56	42,85	1,63	2,14
8,20	11	0,759	51,07	67,33	2,55	3,37
8,40	15	0,707	64,93	91,81	3,25	4,59
8,60	19	0,706	78,03	110,53	3,90	5,53
8,80	23	0,655	87,60	133,80	4,38	6,69
9,00	24	0,653	91,24	139,62	4,56	6,98
9,20	18	0,702	73,54	104,71	3,68	5,24
9,40	22	0,651	83,33	127,98	4,17	6,40
9,60	24	0,650	86,46	133,02	4,32	6,65
9,80	24	0,649	86,30	133,02	4,32	6,65
10,00	23	0,648	82,57	127,48	4,13	6,37

Liquefazione Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
Strato 1	5,19	8,65	13,84	20,76	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 2	7,17	11,95	19,12	28,68	Liquefazione possibile al X° Mercalli
Strato 3	7,62	12,7	20,32	30,48	Liquefazione possibile al VII° Mercalli
Strato 4	8,34	13,9	22,24	33,36	Liquefazione possibile al IX° Mercalli
Strato 5	9,15	15,25	24,4	36,6	Liquefazione possibile al X° Mercalli

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**

Strato	Prof (m)	Nspt	Tipo	Gamm a (t/m <sup>3</sup> )	Gamma Saturo (t/m <sup>3</sup> )	Fi (°)	Cu	Modulo Edometrico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Elastico (Kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson	Modulo G (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Argilla	1,2	3,98	Incoerente	1,49	1,88	22,73	--	35,64	---	0,35	238,12
[2] - sabbia	5,6	19,43	Incoerente	1,98	2,38	32,07	--	67,37	172,15	0,32	1057,01
[3] - Argilla-limosa	6,6	5,36	Incoerente	1,55	1,89	23,97	--	38,47	---	0,34	315,01
[4] - sabbia limosa	8,2	16,17	Incoerente	1,91	1,96	30,57	--	60,68	155,85	0,32	889,41
[5] - sabbia debolmenteghiosa	10,0	31,76	Incoerente	2,15	2,50	36,83	--	92,70	233,80	0,29	1677,57



**14**

**PROVA SISMICA HVSR – CERTIFICATI-  
( agosto 2011 )**



Comm.: Amm.ne Com.le di San Benedetto del Tronto  
 Cant.: Porto  
 Indagine HVSR - N°: 1

**Comm: Amm.ne Com.le di San Benedetto del Tronto - Cant.: Porto**

Cielo	Sereno	Vento	Assente	Precipitazioni	Assenti	Orientamento	0°N
-------	--------	-------	---------	----------------	---------	--------------	-----

Instrument: TEP-0040/01-09

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

GPS location: 013°53.0992 E, 42°57.5525 N (0.8 m )

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 05

Trace length: 0h14'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling rate: 128 Hz

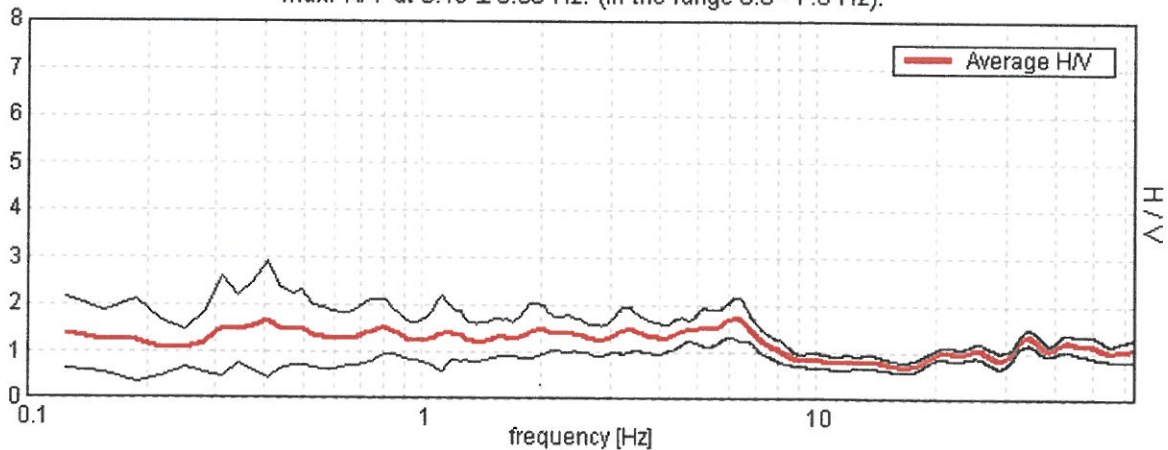
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

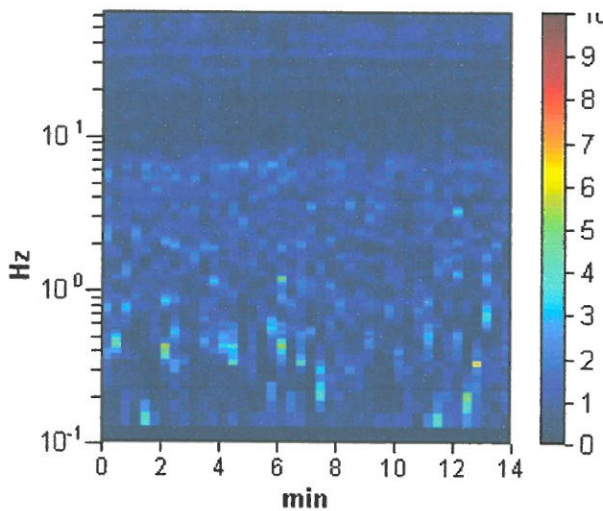
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

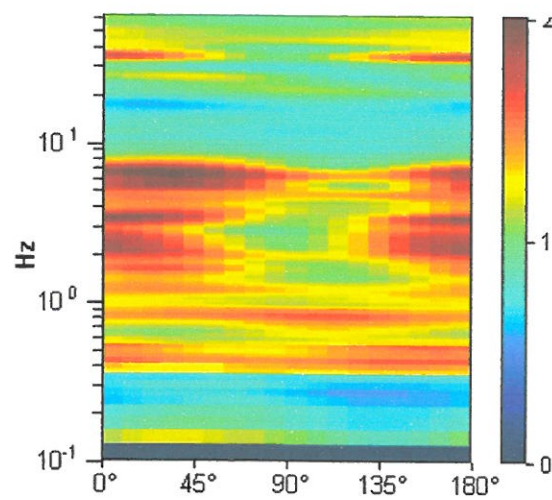
Max. H/V at 6.19 ± 0.03 Hz. (In the range 6.0 - 7.0 Hz).



**H/V TIME HISTORY**

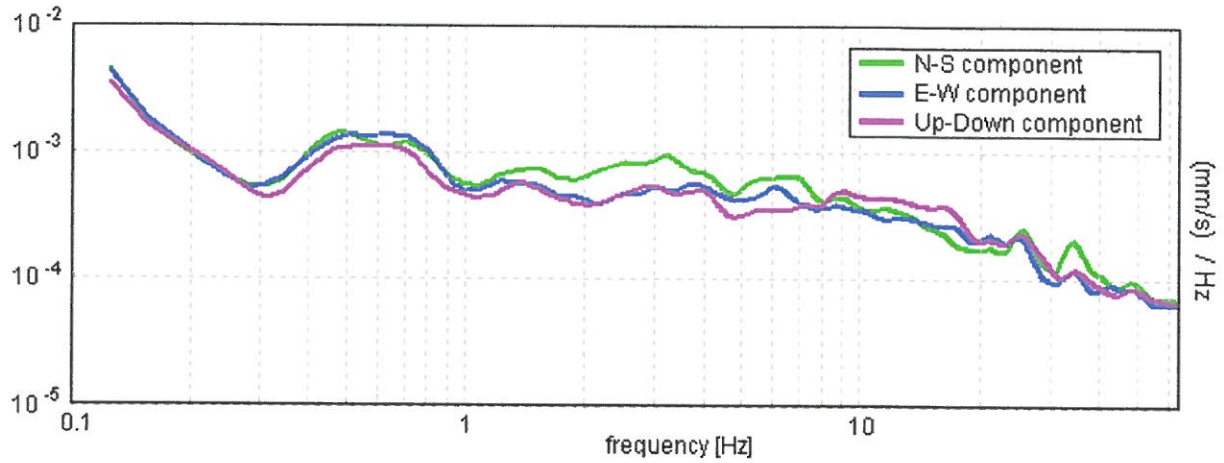


**DIRECTIONAL H/V**



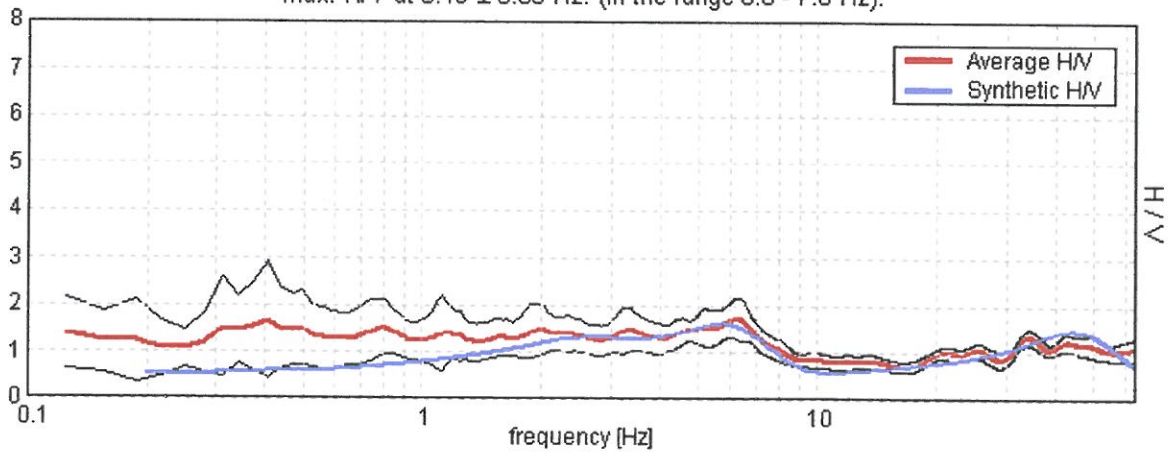
\* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso

**SINGLE COMPONENT SPECTRA**



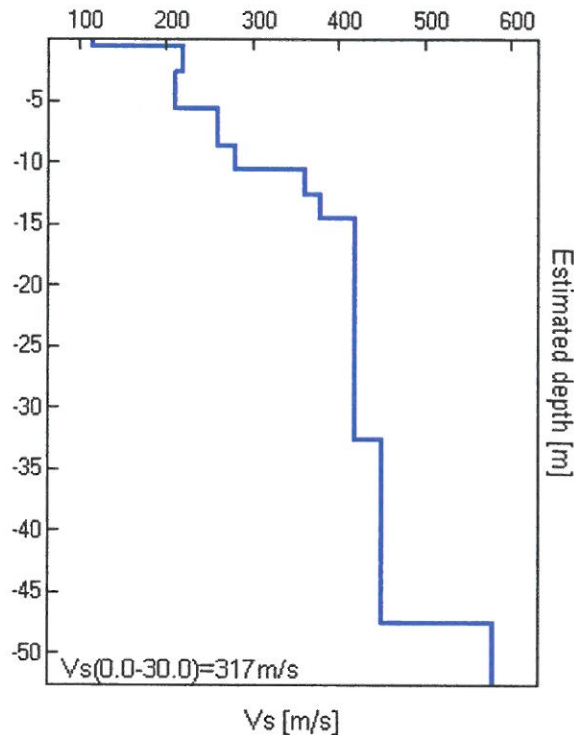
**EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V**

Max. H/V at 6.19 ± 0.03 Hz. (In the range 6.0 - 7.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.60	0.60	115	0.35
2.60	2.00	220	0.35
5.60	3.00	210	0.35
8.60	3.00	260	0.35
10.60	2.00	280	0.35
12.60	2.00	360	0.35
14.60	2.00	380	0.35
32.60	18.00	420	0.35
47.60	15.00	450	0.35
inf.	inf.	580	0.35

Vs(0.0-30.0)=317m/s



Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno stato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 metri
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{sp130} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{sp130} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{sp130} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
E	Terreni di sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 metri, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s)
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 metri di terreni a grana fine a bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 metri di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

NOTA: la categoria di sottosuolo viene stabilita in funzione del valore di  $V_{s30}$  calcolato a partire dalla quota del Piano Campagna

#### Commento sul profilo delle velocità.

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da:

**sismostrato 1:** ha uno spessore complessivo di m.14,60 riconducibile alla copertura alluvionale fine.

**sismostrato 2:** da a m. 14,60 correlabile alla formazione che, man mano che ci si approfondisce, manifesta migliori proprietà geofisiche con velocità delle  $V_s$  stimata a m/s 580.

[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 6.19 ± 0.03 Hz (in the range 6.0 - 7.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	6.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	5197.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 298 times	OK	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.71 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.00208  < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01289 < 0.30938	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2114 < 1.58	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

Freq. range [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 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

15

**n.2 PROVE SISMICHE HVSR REPERITE E  
REALIZZATE DI RECENTE IN AREE LIMITROFE  
A QUELLA PORTUALE**



Cerreto d'Esì il 24 ottobre 2010  
Comm.: Dr. Geol. Stefano Taffoni  
Cant.: Via Dari-Via Paolini-S. Benedetto del T. (AP)  
Indagine HVSR - N°: 1 del: 21/10/2010

**Comm: Dr. Geol Stefano Taffoni - Cant.: Via Dari-Via Paolini-S.Benedetto del T.(AP)**

Instrument: TEP-0040/01-09

Start recording: 21/10/10 17:05:40 End recording: 21/10/10 17:19:41

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN



GPS location: 013°53.0021 E, 42°57.2050 N (9.4 m )

UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h14'00". Analyzed 95% trace (manual window selection)

Sampling frequency: 128 Hz

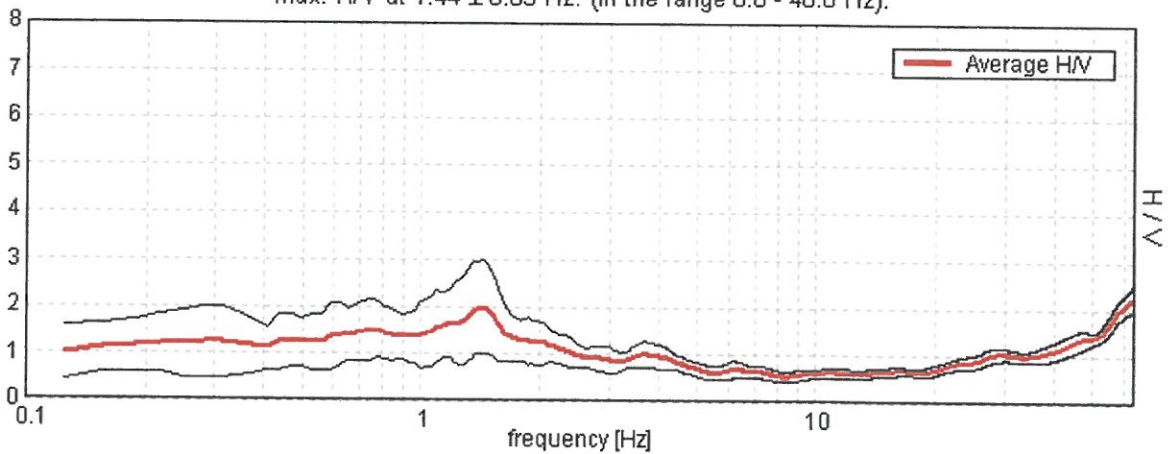
Window size: 20 s

Smoothing window: Triangular window

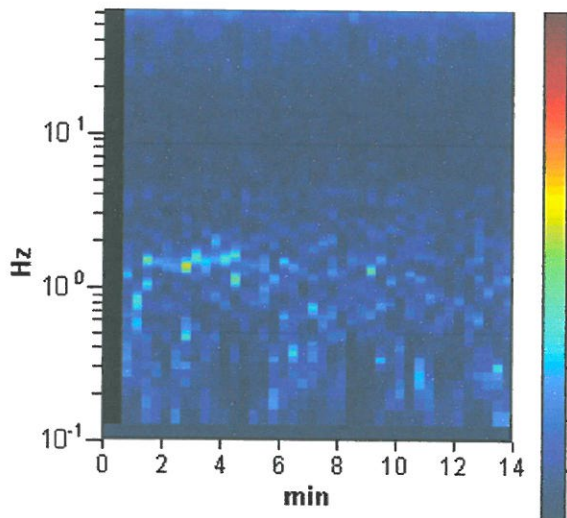
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

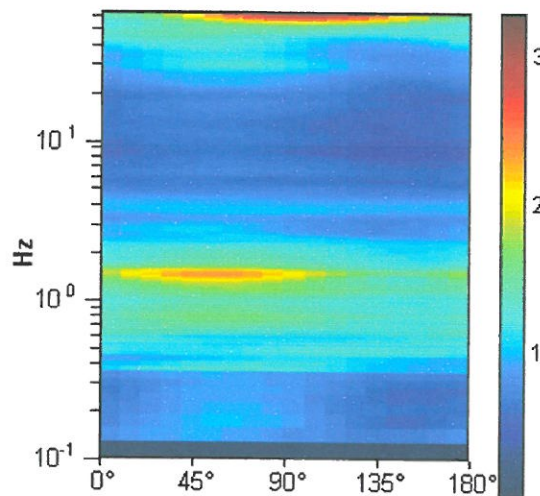
Max. H/V at 1.44 ± 0.05 Hz. (In the range 0.0 - 40.0 Hz).



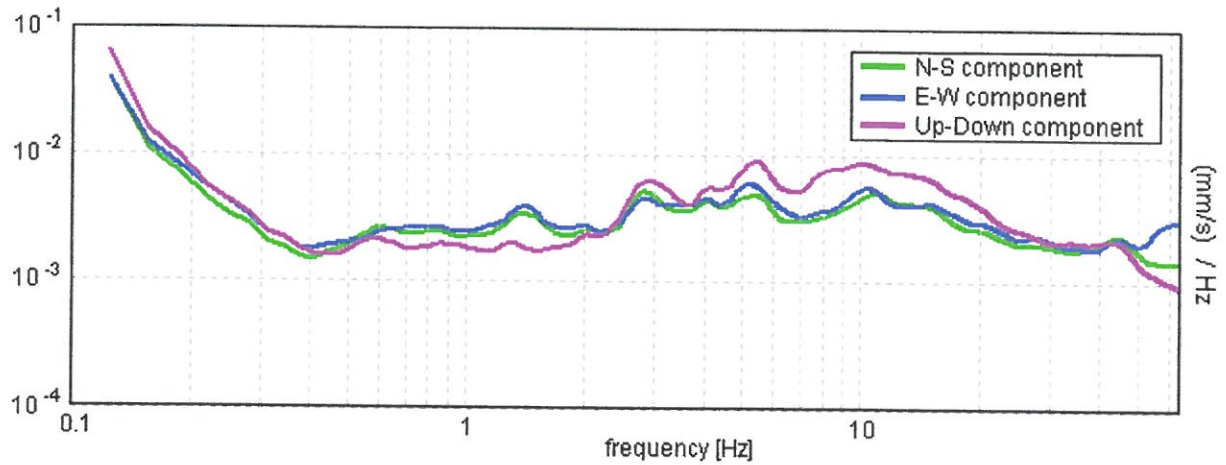
**H/V TIME HISTORY**



**DIRECTIONAL H/V**

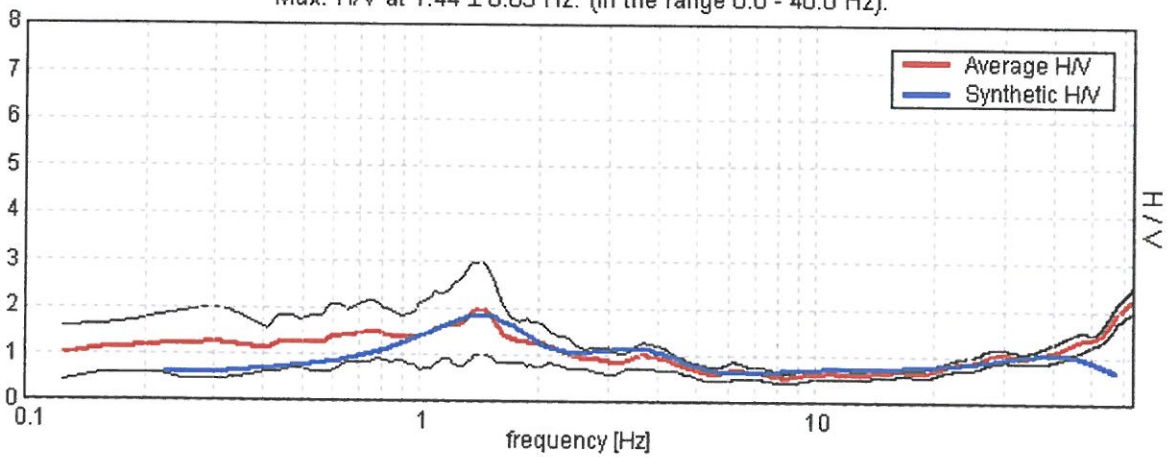


### SINGLE COMPONENT SPECTRA



### EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $1.44 \pm 0.05$  Hz. (In the range 0.0 - 40.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	90	0.35
3.50	3.00	150	0.35
9.50	6.00	180	0.35
13.50	4.00	200	0.35
38.50	25.00	300	0.35
58.50	20.00	340	0.35
inf.	inf.	480	0.36

Vs(0.0-30.0)=224m/s



[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 1.44 ± 0.05 Hz (in the range 0.0 - 40.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	1.44 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	1150.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 70 times	OK	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]   A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]   A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.98 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01719  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02471 < 0.14375$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4845 < 1.78$	OK	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

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



Cerreto d'Esì il 09 dicembre 2010  
Comm.: Hotel Arlecchino  
Cant.: Viale Trieste – San Benedetto del Tronto (AP)  
Indagine HVSR - N°: 1 del: 07/12/2010

**Comm: Hotel Arlecchino - Cant.: Viale Trieste – San Benedetto Del Tronto (AP)**

Instrument: TEP-0040/01-09

Start recording: 07/12/10 12:46:15 End recording: 07/12/10 13:00:16

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 013°53.2430 E, 42°56.8540 N (1.1 m)



UTC time (synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples  
Satellite no.: 04

Trace length: 0h14'00". Analysis performed on the entire trace.

Sampling frequency: 128 Hz

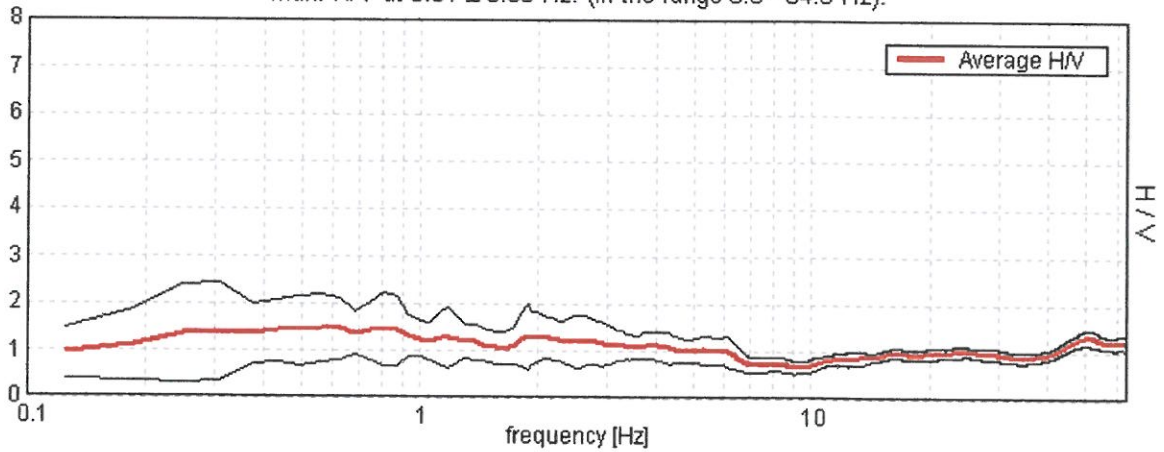
Window size: 15 s

Smoothing window: Triangular window

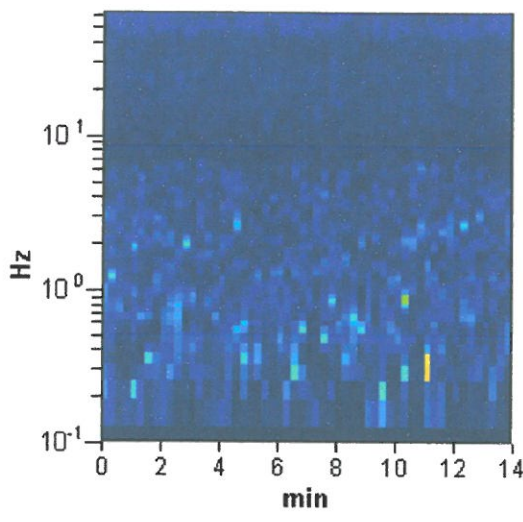
Smoothing: 10%

**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**

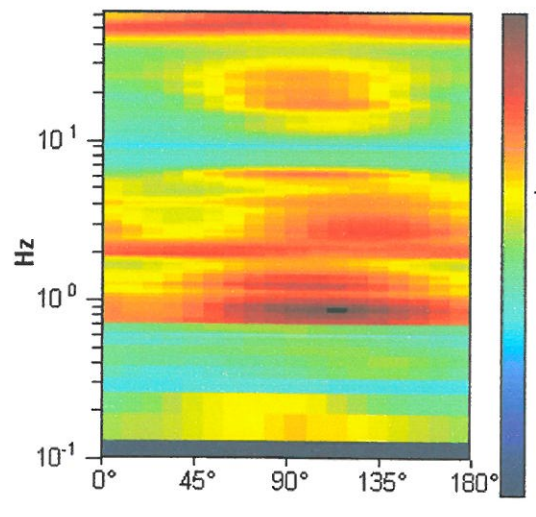
Max. H/V at  $0.81 \pm 0.06$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



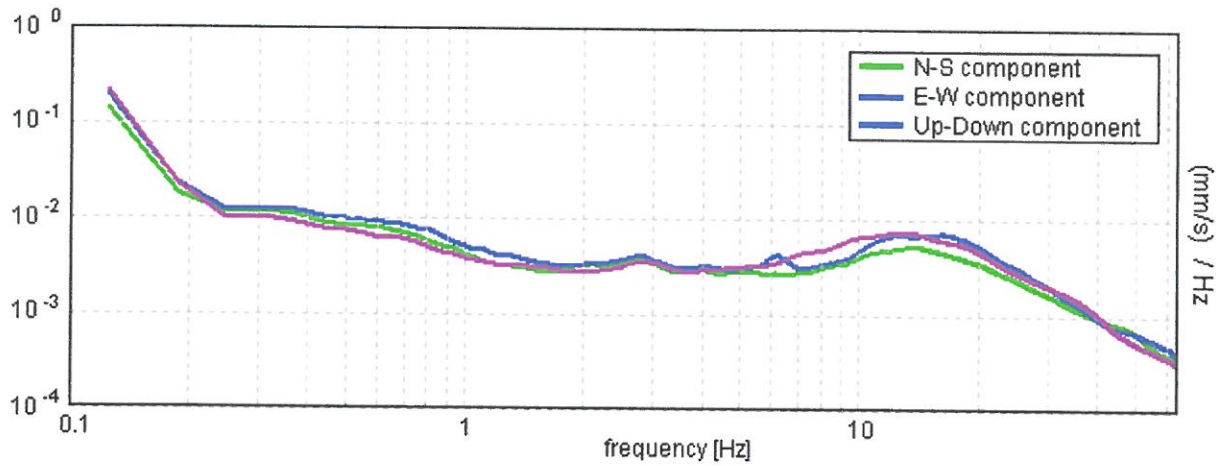
**H/V TIME HISTORY**



**DIRECTIONAL H/V**

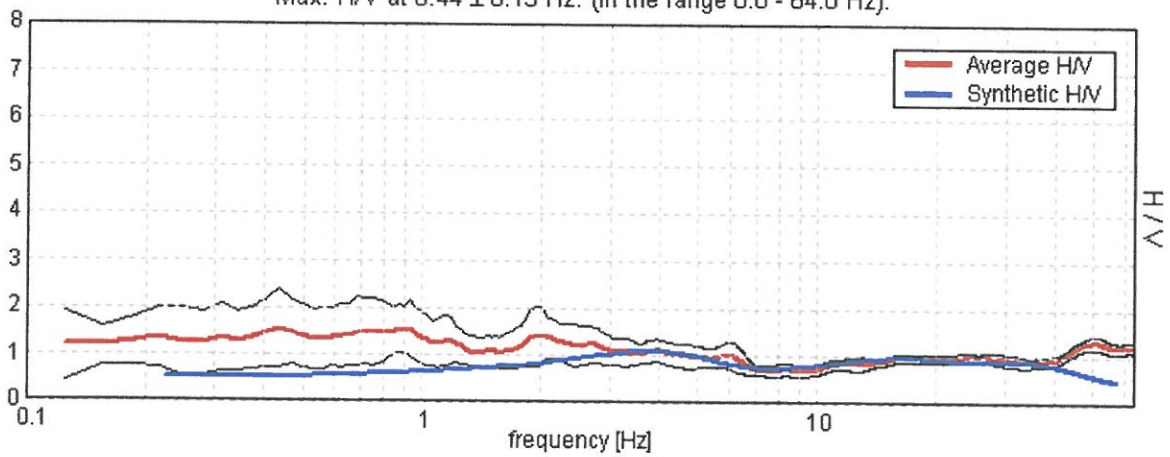


SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $0.44 \pm 0.15$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.00	1.00	150	0.35
4.00	3.00	245	0.35
7.00	3.00	310	0.35
11.00	4.00	320	0.35
15.00	4.00	280	0.35
23.00	8.00	430	0.36
38.00	15.00	450	0.35
inf.	inf.	470	0.35

Vs(0.0-30.0)=335m/s

[According to the Sesame, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at  $0.81 \pm 0.06$  Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteria for a reliable HVSR curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.81 > 0.67$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$682.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 20 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear HVSR peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$1.45 > 2$		<b>NO</b>
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03574  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02904 < 0.12188$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3877 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$**

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

**16**

**ANALISI SU CAMPIONE INDISTURBATO DI  
ARGILLA DEL SUBSTRATO PRELEVATO  
NELL'AREA PORTUALE**

**( sintesi della certificazione )**



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G.D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**  
Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio  
Laboratorio di Geologia Applicata (Tel 0871-3555391)

Richiedente:

**Dott. Geol. Taffoni Stefano**  
**Via Ponza, 91**  
**Grottammare (AP)**

Cantiere:

**San Benedetto d.Tronto (AP)**

## ***PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO***

**Rapporto/i di prova**      12/2010 (totale 4)

**Data di emissione**      Chieti, 1.6.2010

I risultati delle prove riportate nel presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione (o ai campioni) provati.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G.D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**  
 Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio  
 Laboratorio di Geologia Applicata (Tel 0871-3555391)

**DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E CARATTERISTICHE FISICHE**

Accettazione n° : 12 del 24.5.2010  
 Identificazione campione: 1 / 1  
**Rapporto di prova n. 12/2010-1 del 1.6.2010**

Richiedente : Dott. Geol. Taffoni Stefano  
 Indirizzo : Via Ponza, 91 Grottammare (AP)  
 Cantiere : San Benedetto d. Tronto (AP)  
 Sondaggio : 1 Campione : 1  
 Profondità : 19.2-19.8 m

Contenitore: fustella metallica

Classe di qualità del campione (UNI ENV 1997-2): 1

**Descrizione litologica del campione** :Limo con argilla di colore grigio scuro.

Dimensioni (cm) 35	P. alta	10	20	30	40	50	60	P. bassa
		P.P. (kPa)	210	260	220	210		
Vane Test (kPa)								
Prove di laboratorio effettuate		Att	UU	TD	ED			

Att = limiti di consistenza.

TD = prova di taglio diretto con scatola di Casagrande

ED = prova edometrica ad incrementi carico controllato (IL) per la determinazione del coefficiente di permeabilità

UU = prova triassiale non consolidata non drenata

**Caratteristiche fisiche**

Peso di volume naturale $\rho_n$	(g/cm <sup>3</sup> )	2.08
Densità secca $\rho_d$	(g/cm <sup>3</sup> )	1.72
Peso specifico dei grani $\rho_s$	(g/cm <sup>3</sup> )	2.7
Umidità naturale <b>W</b>	(%)	21.1

**Limiti di Atterberg** (UNI CEN ISO/TS 17892-12 metodo del cono 80 g / 30°) :

Limite liquido <b>W<sub>L</sub></b>	(%)	41
Limite plastico <b>W<sub>P</sub></b>	(%)	19
Indice di plasticità <b>I<sub>P</sub></b>	(%)	22
Indice di consistenza <b>I<sub>c</sub></b>	(-)	0.9

Percentuale di passante al setaccio 0.425 mm: vedi analisi granulometrica

Prova effettuata sul materiale naturale per il limite liquido, con essiccazione minore di 50°C per il limite plastico

Il Tecnico del Laboratorio  
 Per. Ing. Gabriele Toro

Il Direttore del Laboratorio  
 Prof. Ing. Nicola Sciarra



# UNIVERSITA' DEGLI STUDI G.D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio

Laboratorio di Geologia Applicata (Tel 0871-3555391)

## RIEPILOGO DATI

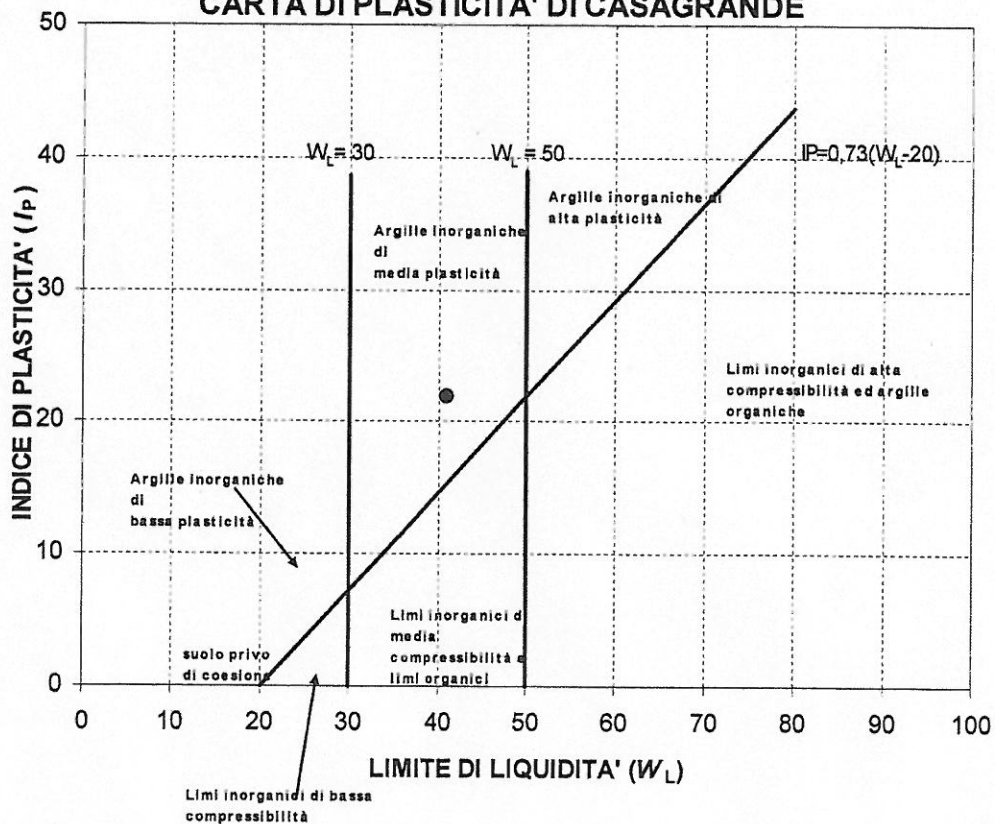
Accettazione n° : 12 del 24.5.2010

Richiedente : Dott. Geol. Taffoni Stefano  
 Indirizzo : Via Ponza, 91 Grottammare (AP)  
 Cantiere : San Benedetto d. Tronto(AP)

	CAMP.	Prof.	$\rho$	$\rho_d$	$\rho_s$	$W$	$W_L$	$W_L$	$W_P$	$I_P$	$I_C$	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
	INDIST						Cono	Casag							
Sond.	n°	m	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	Mg/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	-	-	%	%	%	%

<b>1</b>	1	19.2-19.8	2.08	1.72	2.69	21.1	41		19	22	0.90	--	--	--	--
----------	---	-----------	------	------	------	------	----	--	----	----	------	----	----	----	----

### CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE





**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio  
Laboratorio di Geologia Applicata 0871-3555391**PROVA DI TAGLIO DIRETTO CON SCATOLA DI CASAGRANDE (Rif. ASTM D3080-Raccom AGI)**

Accettazione n°: 12 del 24.5.2010

Identificazione campione: 1/1

Rapporto di Prova n. 12/2010-2 del 1.6.2010

Richiedente: Dott. Geol. Taffoni Stefano

Indirizzo: Via Ponza, 91 Grottammare (AP)

Cantiere: **San Benedetto d. Tronto (AP)**

Sondaggio: 1 Campione: 1

Profondità: 19.2-19.8 m

*Dalla regressione lineare i seguenti  
risultati non vincolanti*

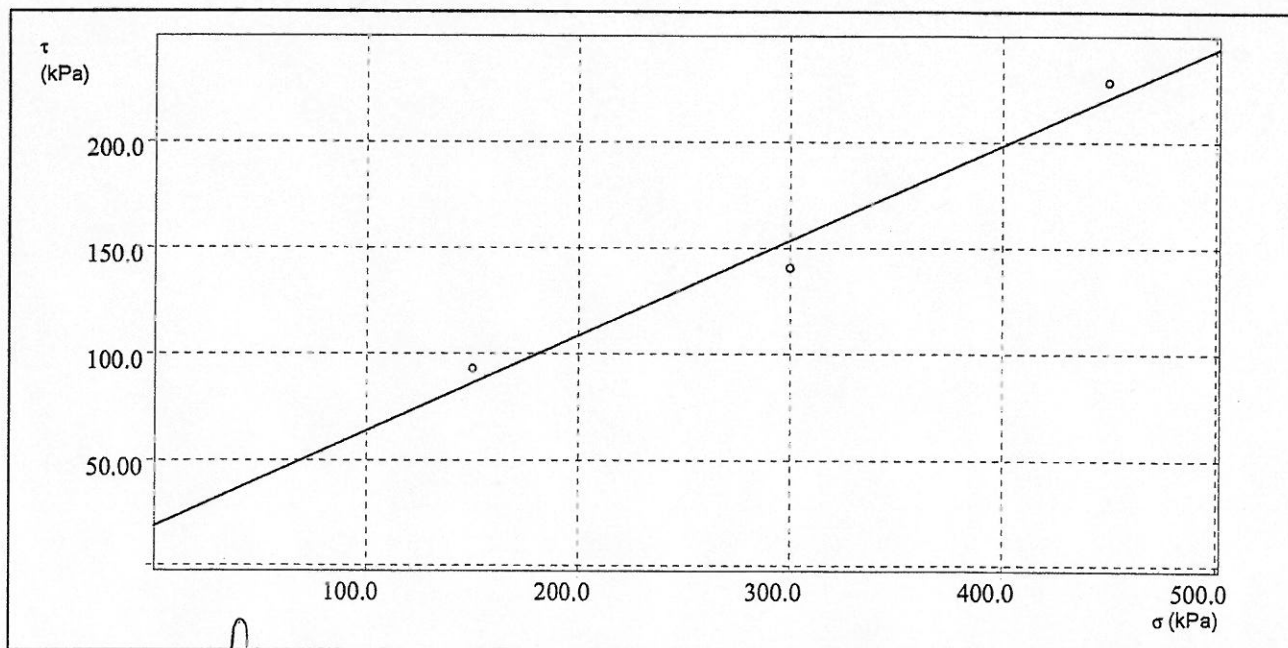
$$\phi = 24^\circ$$

$$c' = 18 \text{ kPa}$$

**Dati dei provini**

Provino	Ho mm	Ao cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	Wo %	Wf %
TD100029	25.00	31.67	2.108	1.735	21.51	20.60
TD100030	25.00	31.67	2.072	1.709	21.25	20.19
TD100031	25.00	31.67	2.106	1.730	21.76	19.48

Provino	$\sigma_v$ kPa	H mm	dt h	$\tau_f$ kPa	Sh mm	V micron/min
TD100029	150.00	25.00	24.00	92.79	2.56	5.00
TD100030	300.00	25.00	48.00	140.61	2.95	5.00
TD100031	450.00	25.00	72.00	228.60	4.40	5.00

Il Tecnico del Laboratorio  
Per. Ind. Gabriele ToroIl Direttore del Laboratorio  
Prof. Ing. Nicola Sciarra

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio

Laboratorio di Geologia Applicata (tel. 0871-3555391)

**PROVA TRIASSIALE U-U (Rif. Raccom AGI)**

Accettazione n° 12 del 24.5.2010

Identificazione campione: 1/1

Rapporto di Prova n. 12/2010-3 del 1.6.2010

Richiedente : Dott. Geol. Taffoni Stefano

Indirizzo : Via Ponza, 91 Grottammare (AP)

Cantiere : **San Benedetto d. Tronto (AP)**

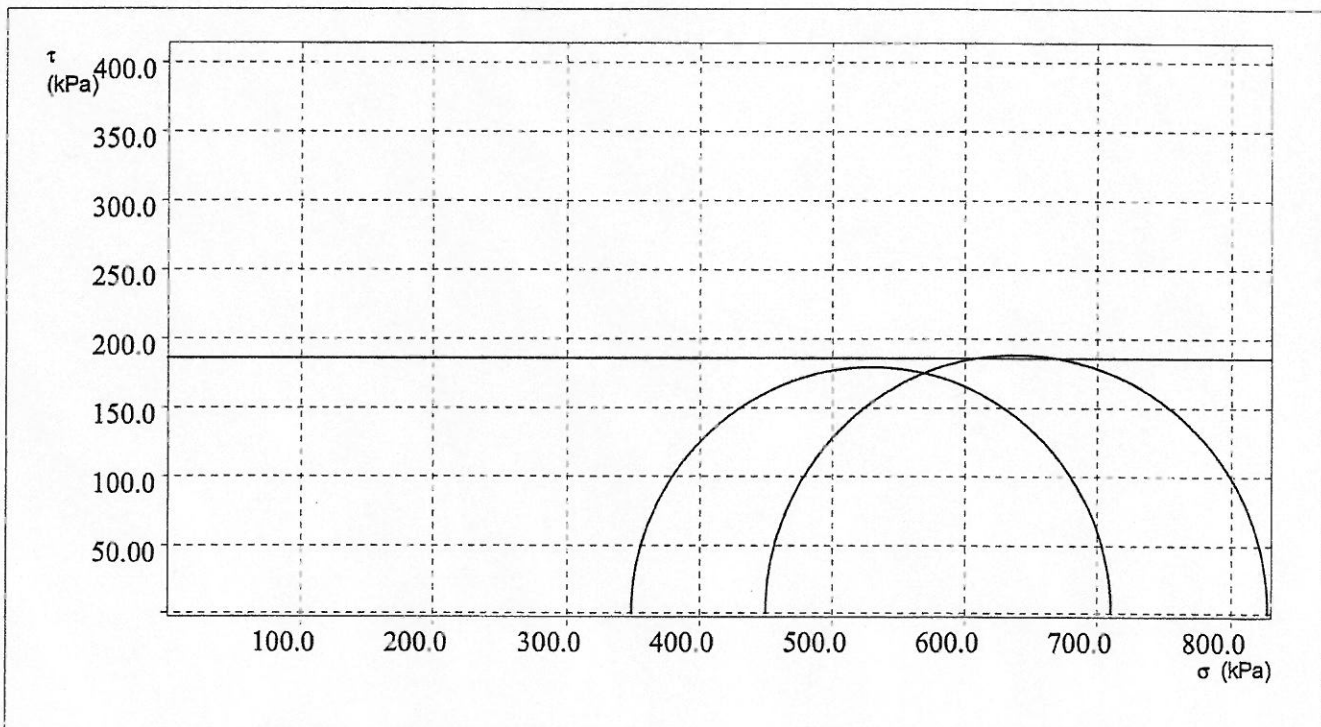
Sondaggio : 1 Campione : 1

Profondità : 19.20-19.8 m

Dalla elaborazione (valore medio) il seguente risultato della prova  
risultato non vincolante

**Cu = 184 kPa****Dati del/i provino/i**

Provino	Ho mm	Ao cm <sup>2</sup>	$\gamma_n$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	Wo %	So %	$\sigma$ kPa	$\epsilon$ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa
UU100008	76.2	11.40	2.07	1.69	21.9	99.7	350.0	19.50	359.8
UU100009	76.2	11.40	2.06	1.69	22.1	99.4	450.0	20.07	377.9



Il Tecnico del Laboratorio  
Per. Ind. Gabriele Toro

Il Direttore del Laboratorio  
Prof. Ing. Nicola Scianra

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio

Laboratorio di Geologia Applicata (tel. 0871-3555391)

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO CONTROLLATO IL (Rif. Raccom AGI)**

Accettazione n° 12 del 24.5.2010

Identificazione campione: 1/1

Rapporto di Prova n. 12/2010-4 del 1.6.2010

Richiedente : Dott. Geol. Taffoni Stefano

Indirizzo : Via Ponza, 91 Grottammare (AP)

Cantiere : **San Benedetto d. Tronto (AP)**

Sondaggio : 1 Campione : 1

Profondità : 19.2-19.8 m

**Dati del provino**

Data esecuzione prova			
Sezione	20.000 cm <sup>2</sup>	Densità umida iniziale	2.073 g/cm <sup>3</sup> $\gamma_n$
Altezza iniziale	20.000 mm	Densità umida finale	2.134 g/cm <sup>3</sup> $\gamma_r$
Altezza finale	18.955 mm	Densità secca iniziale	1.714 g/cm <sup>3</sup> $\gamma_s$
No. Tara 1	0	Umidità iniziale	20.992 % $W_0$
Peso tara 1	54.090 g	Umidità finale	18.031 % $W_r$
Tara + peso umido iniz.	137.03 g	Saturazione iniziale	98.487 % $S_0$
No. Tara 2	0	Saturazione finale	98.713 % $S_r$
Peso tara 2	54.090 g	Indice dei vuoti iniziale	0.575 $e_0$
Tara + peso umido fin.	135.000 g	Indice dei vuoti finale	0.493 $e_r$
Tara + peso secco finale	122.640 g	Densità decca finale	1.808 g/cm <sup>3</sup> $\gamma_{dr}$
Peso specifico dei grani	2.700 g/cm <sup>3</sup>		

Gradino	P' kPa	$\epsilon$ %	e	M MPa	Cv cm <sup>2</sup> /s	K m/s	Metodo	C alfa %
1	25.0	0.199	0.572					0.000
2	50.0	0.555	0.567	7.02				0.000
3	100.0	1.525	0.551	5.15	4.310e-004	8.197e-011	Casagrande	0.072
4	200.0	3.195	0.525	5.99	6.030e-004	9.881e-011	Casagrande	0.129
5	400.0	5.218	0.493	9.88	4.110e-004	4.080e-011	Casagrande	0.201

Il Tecnico del Laboratorio  
Per. Ind. Gabriele ToroIl Direttore del Laboratorio  
Prof. Ing. Nicola Sciarra



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio

Laboratorio di Geologia Applicata (tel. 0871-3555391)

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO CONTROLLATO IL (Rif. Raccom AGI)**

Accettazione n° 12 del 24.5.2010

Identificazione campione: 1/1

**Rapporto di Prova n. 12/2010-4 del 1.6.2010**

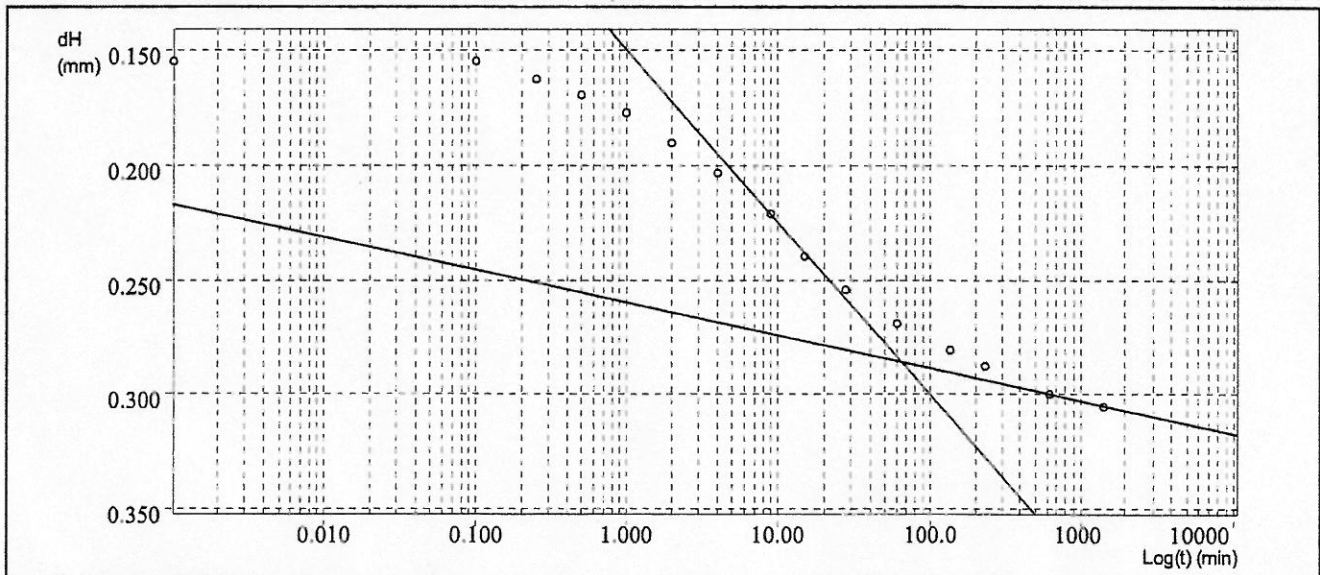
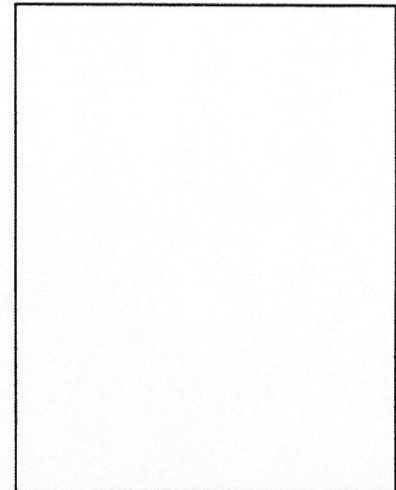
Richiedente Dott. Geol. Taffoni Stefano  
 Indirizzo Via Ponza, 91 Grottammare (AP)  
 Cantiere **San Benedetto d. Tronto (AP)**  
 Sondaggio 1 Campione 1  
 Profondità 19.2-19.8 m

**Dati acquisiti del gradino 03**

$\sigma_v$  100.0 Kpa

dt min	dH mm
0.00	0.154
0.10	0.154
0.25	0.162
0.50	0.169
1.00	0.177
2.00	0.190
4.00	0.203
9.00	0.221
15.00	0.239
28.00	0.254
61.00	0.269
134.00	0.280

dt min	dH mm
232.00	0.287
617.00	0.300
1437.00	0.305



**Risultati di elaborazione**

$\epsilon$	1.525	%
e	0.551	
Metodo	Casagrande	
Cv	4.31e-004	cm <sup>2</sup> /s
Ca	0.072	%
M	5.154	MPa
K	8.20e-011	m/s

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**

Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio

Laboratorio di Geologia Applicata (tel. 0871-3555391)

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO CONTROLLATO IL (Rif. Raccom AGI)**

Accettazione n° 12 del 24.5.2010

Identificazione campione: 1/1

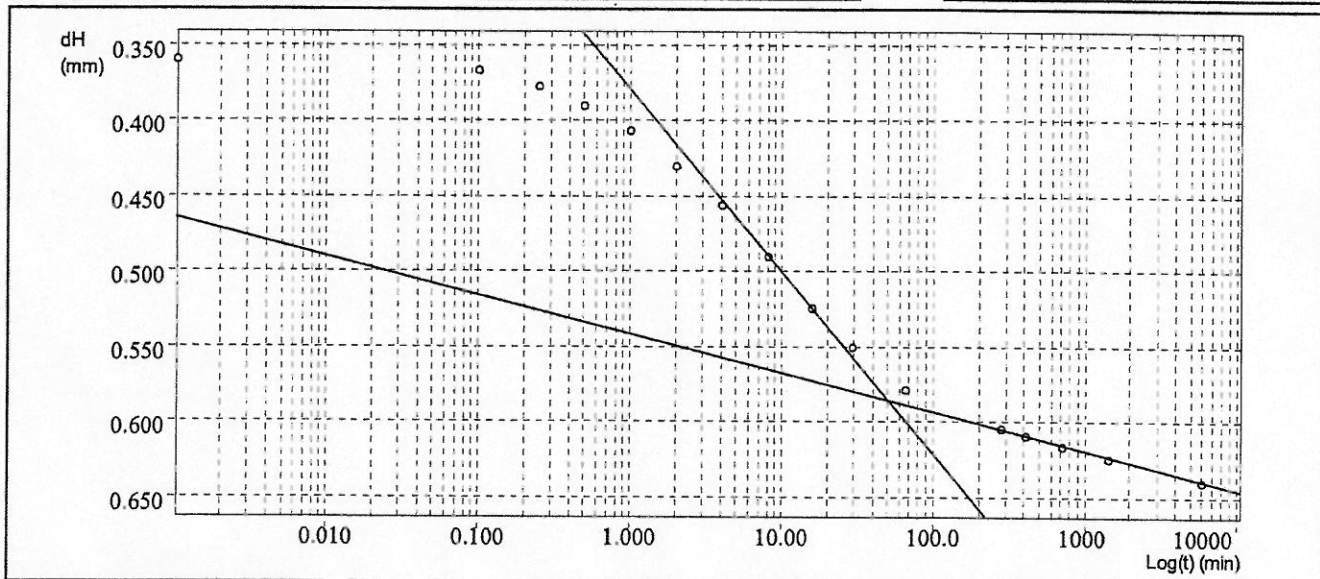
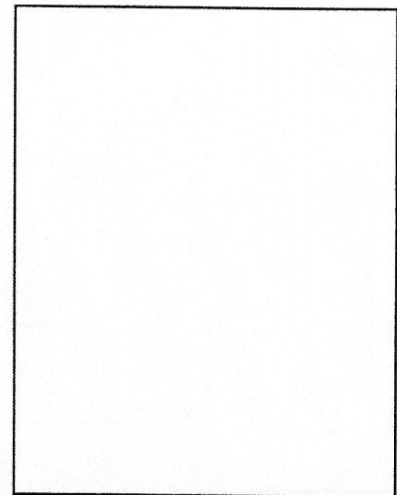
Rapporto di Prova n. 12/2010-4 del 1.6.2010

Richiedente Dott. Geol. Taffoni Stefano  
Indirizzo Via Ponza, 91 Grottammare (AP)  
Cantiere **San Benedetto d. Tronto (AP)**  
Sondaggio 1 Campione 1  
Profondità 19.2-19.8 m

**Dati acquisiti del gradino 04** $\sigma_v$  200.0 Kpa

dt min	dH mm
0.00	0.360
0.10	0.366
0.25	0.377
0.50	0.390
1.00	0.407
2.00	0.430
4.00	0.456
8.00	0.490
16.00	0.524
29.00	0.550
65.00	0.578
280.00	0.604

dt min	dH mm
410.00	0.609
715.00	0.616
1440.00	0.625
5860.00	0.640

**Risultati di elaborazione**

$\varepsilon$	3.195	%
e	0.525	
Metodo	Casagrande	
Cv	6.03e-004	cm <sup>2</sup> /s
Ca	0.129	%
M	5.991	MPa
K	9.88e-011	m/s



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI G. D'ANNUNZIO CHIETI-PESCARA**  
 Dipartimento di Geotecnologie per l'Ambiente ed il Territorio  
 Laboratorio di Geologia Applicata (tel. 0871-3555391)

**PROVA EDOMETRICA AD INCREMENTO DI CARICO CONTROLLATO IL (Rif. Raccom AGI)**

Accettazione n° 12 del 24.5.2010  
 Identificazione campione: 1/1  
 Rapporto di Prova n. 12/2010-4 del 1.6.2010

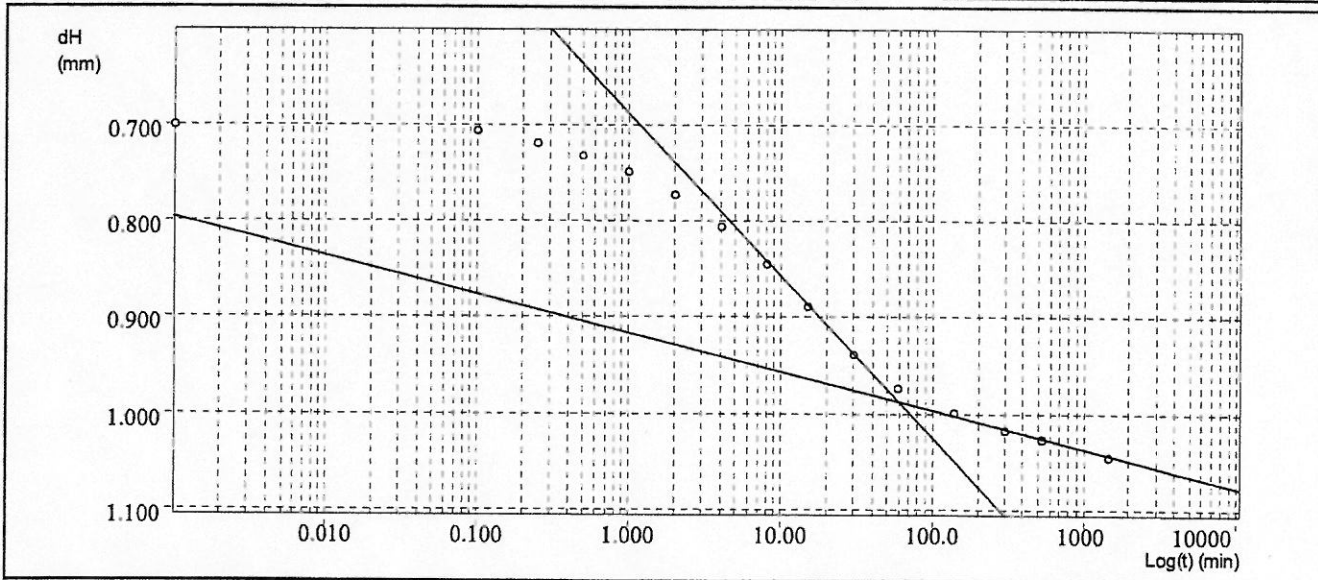
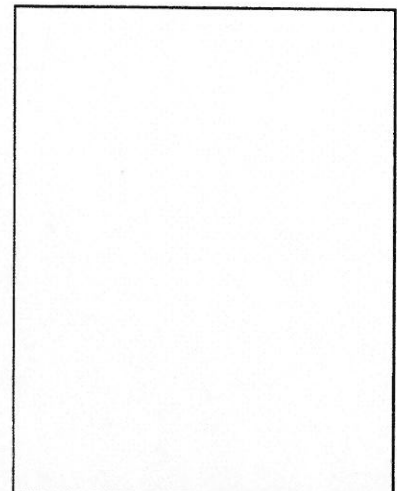
Richiedente Dott. Geol. Taffoni Stefano  
 Indirizzo Via Ponza, 91 Grottamare (AP)  
 Cantiere **San Benedetto d. Tronto (AP)**  
 Sondaggio 1 Campione 1  
 Profondità 19.2-19.8 m

**Dati acquisiti del gradino 05**

$\sigma_v$  400.0 Kpa

dt min	dH mm
0.00	0.700
0.10	0.706
0.25	0.719
0.50	0.732
1.00	0.749
2.00	0.773
4.00	0.805
8.00	0.844
15.00	0.888
30.00	0.938
59.00	0.972
138.00	0.999

dt min	dH mm
300.00	1.017
535.00	1.027
1458.00	1.045



**Risultati di elaborazione**

$\epsilon$	5.218	%
e	0.493	
Metodo	Casagrande	
Cv	4.11e-004	cm <sup>2</sup> /s
Ca	0.201	%
M	9.883	MPa
K	4.08e-011	m/s



## Simbologia

### Dati relativi ad ogni singolo provino sottoposto a prova

<b>P.P.</b>	Poket Penetrometro
<b>H<sub>0</sub></b>	altezza iniziale
<b>A<sub>0</sub></b>	sezione iniziale
<b>S<sub>0</sub></b>	saturazione iniziale
$\gamma_n$ opp. $\rho$	peso di volume naturale
$\gamma_d$ opp. $\rho_d$	densità secca
<b>w</b>	contenuto d'acqua naturale
<b>w<sub>L</sub></b>	limite liquido
<b>w<sub>P</sub></b>	limite plastico
<b>I<sub>P</sub></b>	indice di plasticità
<b>I<sub>C</sub></b>	indice di consistenza
<b>W<sub>0</sub></b>	contenuto d'acqua inizio prova
<b>W<sub>f</sub></b>	contenuto d'acqua a fine prova
$\rho_s$	peso specifico dei granuli
$\sigma_v$	pressione verticale di consolidazione
$\tau_f$	resistenza massima
<b>Sh</b>	deformazione corrispondente alla resistenza massima
<b>V</b>	Velocità di prova
$\sigma$	pressione laterale di contenimento (prova triassiale UU)
$\epsilon$	deformazione corrispondente alla resistenza massima
$\sigma_1$ - $\sigma_3$	resistenza massima
$\sigma$	pressione verticale di consolidazione (prova torsionale)
$\tau_R$	resistenza residua (prova torsionale)
$\phi'_R$	angolo di attrito residuo (prova torsionale)
$c'_R$	coesione efficace residua (prova torsionale)