



# CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro  
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE  
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE**

**- PRIMO LOTTO -**

**PROGETTO ESECUTIVO**

Elaborato:

**RELAZIONE GEOLOGICA E RELAZIONE GEOTECNICA**

Numero Elab.

**A.15.00**

Scala -:-:-

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	<b>28 GEN. 2021</b>	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli

IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli

Visti e/o pareri

**CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO**

BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO

- via Gizio n.36 \* 66100 Chieti -



**Progetto definitivo - esecutivo per l'ammodernamento  
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

\* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. \*



**RELAZIONE GEOLOGICA E  
RELAZIONE GEOTECNICA**



giugno 2017

**II PROGETTISTA**  
*Dott. Ing. Cesare Garofalo*



**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

**CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO**  
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO  
- via Gizio n.36 \* 66100 Chieti -

◇◇◇

**Progetto definitivo - esecutivo per l'ammodernamento  
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

\* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. \*

◇◇◇

**RELAZIONE GEOLOGICA E  
RELAZIONE GEOTECNICA**

◇◇◇

Luglio 2015



**IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

\* *S O M M A R I O* \*

---



<b>1.</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>pag. 6</b>
1.1	UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI	
1.2.	NORME DI RIFERIMENTO	
1.2.1	PERICOLOSITA' SISMICA	
1.2.2	PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA	
1.2.3	PERICOLOSITA' IDRAULICA	
1.3	OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO	
1.4.	FASI OPERATIVE	
1.5.	ELABORATI CARTOFOTOGRAFICI	
1.5.1	CARTA DEI CONFINI E DEI VINCOLI	
1.5.2	CARTOGRAFIE DEL BACINO TAVO - SALINE	
1.5.3	QUADERNO DELLE INDAGINI	



\*\*\* *RELAZIONE GEOLOGICA* \*

---



<b>2.</b>	<b>CARATTERI GEOLOGICI</b>	<b>pag. 13</b>
2.1.	CARATTERI REGIONALI	
2.2.	CARATTERI DEL BACINO TAVO-SALINE	
2.2.1	LITOSTRATIGRAFIA	
2.2.2	STRATIGRAFIA DEI SETTORI	
2.3.	CARATTERI TETTONICI	
2.4.	CARATTERI MORFOLOGICI	
2.4.1	SETTORE A: CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1	
2.4.2	SETTORE B: VASCA DISTRETTO N.12 → N.15	
2.5.	CARATTERI GEOMORFOLOGICI	
2.5.1	I^A - UNITA' * PIANORI SOMMITALI - SETTORE B * STABILI	
2.5.2	II^A - UNITA' * VERSANTI DEI PIANORI - SETTORE B * STABILI	
2.5.3	III^A - UNITA' * FONDOVALLE - SETTORE A * STABILE	
<b>3.</b>	<b>CARATTERI IDROGEOLOGICI</b>	<b>pag. 20</b>
3.1.	CLASSI DI PERMEABILITA'	
3.1.1.	TERRENI PERMEABILI	
3.1.2.	TERRENI POCO PERMEABILI	
3.1.3.	TERRENI IMPERMEABILI	
3.2	IDROGRAFIA SUPERFICIALE * PERICOLOSITA' IDRAULICA	
3.2.1	IDROGRAFIA SETTORE PASSO CORDONE → BACINO B.1	
3.2.2	IDROGRAFIA SETTORE VASCA DISTRETTO N.12 → N.15	
3.2.3	PERICOLOSITA' IDRAULICA * ALLUVIONI	
3.3	IDROLOGIA PROFONDA	
3.3.1	LIMITI DI PERMEABILITA'	
3.3.2	DEFLUSSO IDRICO PROFONDO	



\*\*\*

**RELAZIONE GEOTECNICA**

\*



4. INDAGINI E RILIEVI pag. 25
- 4.1. OPERE IDRAULICHE \* INDAGINI E RILIEVI
- 4.2. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI
- 4.3. INDAGINI E RILIEVI STORICI
- 4.4. RILIEVI LITOSTRATIGRAFICI E IDROGEOLOGICI
- 4.5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
- 5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO TAVO pag. 28**
- 5.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI
- 5.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA
- 5.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA
- 5.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
- 5.5. CONCETTO GEOLOGICO TECNICO
- 5.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA
- 5.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO
- 5.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO
- 5.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO  $V_{s,30}$
- 5.7.3 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO
- 5.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1
- 5.8. TIPOLOGIA OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE
- 6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO TAVO pag. 35**
- 6.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI
- 6.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA
- 6.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA
- 6.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
- 6.5. CONCETTO GEOLOGICO TECNICO
- 6.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA
- 6.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO
- 6.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO
- 6.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO  $V_{s,30}$
- 6.7.3 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO
- 6.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1
- 6.8. TIPOLOGIA OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE
- 7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO TAVO pag. 42**  
O BOTTARANE
- 7.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI
- 7.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA
- 7.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA
- 7.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
- 7.5. CONCETTO GEOLOGICO TECNICO
- 7.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA
- 7.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO
- 7.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO
- 7.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO  $V_{s,30}$
- 7.7.3 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

- 7.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1  
 7.8. TIPOLOGIA OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE
- 8. CARATTERI GEOTECNICI \* BACINO TAVO-SALINE** **pag. 49**  
 3 - 14 - CONSOLIDAMENTO
- 8.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI  
 8.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA  
 8.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA  
 8.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA  
 8.5. CONCETTO GEOLOGICO TECNICO  
 8.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA  
 8.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA SOTTOSUOLO  
 8.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO  
 8.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO  $V_{s,30}$   
 8.7.3 CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO  
 8.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1  
 8.8. TIPOLOGIA OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE
- 9. INQUADRAMENTO PROGETTO NEI VINCOLI** **pag. 56**
- 9.2. VINCOLI PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO - P.A.I.  
 9.3. VINCOLI PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI - P.S.D.A.  
 9.4. SITI DI INTERESSE COMUNITARIO - S.I.C.  
 9.5. ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE - Z.P.S.  
 9.6. PIANO TERRITOR. COORDIN. PROV.LE - P.T.C.P.  
 9.7. VINCOLI IDROGEOLOGICO - FORESTALE  
 9.8. IMPATTO AMBIENTALE \* VINCOLO PAESAGGISTICO
- 10. FATTIBILITA' GELOGICA E GEOTECNICA** **pag. 60**

◇ ◇ ◇

\*\* ALLEGATO: **QUADERNO DELLE INDAGINI**

\*\* ALLEGATI: **CARTOFOTOGRAFICI**

◇ ◇ ◇



**CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO**  
BACINO SALINE - PESCARA - ALENTO - FORO  
- via Gizio n.36 \* 66100 Chieti -



**Progetto definitivo - esecutivo per l'ammodernamento  
delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline**

\* Comuni : Loreto Aprutino - Collecervino - Moscufo - Cappelle sul T. - Montesilvano C. \*



**RELAZIONE GEOLOGICA E  
RELAZIONE GEOTECNICA**

**1. PREMESSE**

Nella presente relazione, redatta su incarico dell'Amministrazione del Consorzio di Bonifica "Centro", si riporta lo studio dell'ambiente geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico dei suoli coinvolti nel progetto definitivo - esecutivo per l'*ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline*.

Con lo scopo di definire adeguatamente e puntualmente le caratteristiche geologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche del campo di competenza sono stati effettuati i rilievi e le indagini, i quali hanno consentito di valutare la stabilità d'insieme delle zone d'interesse e di individuare i problemi, che le condizioni geomorfologiche ed idrauliche, le successioni litostratigrafiche ed i parametri geofisici dei terreni di fondazione pongono nelle scelte delle soluzioni progettuali e delle modalità tecnico - costruttive.

### 1.1. UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI

L'impianto irriguo in progetto di *ammodernamento* geograficamente è distinto in due settori, in due tratti del comprensorio:

- **Settore A:** *tratto di condotta Passo Cordone → Bacino B.1*

si estende sul fondovalle del basso bacino idrografico del fiume Tavo, nei territori dei comuni di Loreto Aprutino, di Collecorvino e di Moscufo, tutti nella provincia di Pescara (Vedi CARTA TOPOGRAFICA, in scala 1:25.000, e CARTA DEI CONFINI COMUNALI);

- **Settore B:** *il tratto di condotta vasca distretto n.12 → vasca distretto n. 15*

è dislocato sul versante collinare esteso in destra della confluenza del fiume Tavo con il fiume Saline, anche in provincia di Pescara, nel tenimento dei comuni di Cappelle sul Tavo e di Montesilvano Colle.

### 1.2. NORME DI RIFERIMENTO

Tutti i territori coinvolti in progetto sono sottoposti a numerosi vincoli, dei quali i più significativi e restrittivi, da rispettare, sono regolati dalle seguenti norme di attuazione.

#### 1.2.1 PERICOLOSITA' SISMICA

Le opere progettate per l'*ammodernamento dell'impianto irriguo* ricadono, con Ordinanza Ministeriale n° 3274 del Presidente del Consiglio dei ministri del 20 luglio 2003, aggiornata al 16 gennaio 2006,

- **parte** nel territorio del comune di Loreto Aprutino classificato

\* *ZONA 2*, con *SISMICITA' MEDIA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,15 \div 0,25$  g; e

- **parte** nel territorio dei comuni di Collecorvino, Moscufo, Cappelle sul Tavo e Montesilvano classificati

\* *ZONA £*, con *SISMICITA' BASSA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,05 \div 0,15$  g.;

Secondo le vigenti *normative tecniche per le costruzioni*, N.T.C., del D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, della Circolare del 2 febbraio n° 617/C.S. LL.PP. del 14.01.2008, la pericolosità sismica dei siti sarà determinata all'interno delle allegate

\* *MAGLIE GEOGRAFICHE DI RIFERIMENTO.*

### 1.2.2 PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

Nel Piano *Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*, P.A.I., *Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi*, della Regione Abruzzo, adottato in base alla L.R. n° 81 del settembre 1998, con D.G.R. n° 1386 del 29.12.2004 e s.m.i., i suoli, sede della condotta irrigua in progetto, si estendono totalmente (Vedi CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA, in scala 1:25.000) all'interno della perimetrazione delle

\* *Aree in cui non sono stati rilevati dissesti,*

ovvero aree in cui non esistono pericoli dal punto di vista delle dinamiche geomorfologiche (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:25.000), fatta eccezione per un *minuto segmento* della condotta irrigua (alcuni metri), per altro coincidente con lo stato di fatto, che ricade all'interno della perimetrazione delle

\* *P.2 - Aree con Pericolosità Elevata,*

ovvero all'interno di un corpo di frana di *scorrimento rotazionale*, attualmente allo stato attivo, nonché delle

\* *Aree a rischio moderato*

per le persone e per le cose (Vedi CARTA DEL RISCHIO DA FRANE, in scala 1:25.000).

Il comma 1 dell'articolo 16 e 17 del Capo III, delle Norme di Attuazione del citato Piano Stralcio - *Disciplina delle a pericolosità elevata (P.2)* consente *gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata P3, di cui all'articolo 16.*

Per l'articolo 16, *Interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche, nelle aree a pericolosità molto elevata, nonché nelle aree a pericolosità elevata, sono consentiti esclusivamente*

- comma 1: lettera "d": *nuove infrastrutture a rete.....dichiarate essenziali.....;*

- comma 2, art.16: *Lo studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E delle presenti norme, è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera d).*

### 1.2.3 PERICOLOSITA' IDRAULICA

Nel Piano Stralcio di bacino Difesa Alluvioni, P.S.D.A., adottato in base alla L.R. ed al D.G.R. riferiti, la maggior parte delle opere idrauliche in progetto, condotta irrigua, pozzetti e l'attraversamento del fosso Bottarane, *ricadono fuori* (Vedi CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA, in scala 1:25.000) delle perimetrazioni delle

\* *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA*

Per contro tratti della condotta adduttrice, alcuni pozzetti e gli attraversamenti del fiume Tavo ricadono all'interno delle perimetrazioni di tutte le classi di pericolosità idraulica, ovvero nelle

\* *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA DA MODERATA a MOLTO ELEVATA* e solo il *minuto segmento* (Vedi P.2) della condotta irrigua, per altro coincidente con lo stato di fatto, ricade all'interno della perimetrazione delle (Vedi CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO, in scala 1:25.000) delle

\* *AREE A RISCHIO MODERATO*

### 1.3. OPERE IDRICHE IN PROGETTO

Le opere progettate per l'ammodernamento dei Settori dell'impianto irriguo Tavo-Saline consistono in sintesi:

\* SETTORE A \* OPERE

*Passo Cordone* → *Bacino B.1* nei comuni di Loreto Aprutino, di Collecervino e di Moscufo (Vedi Numero Elaborato B.01.01 del *PROGETTO*):

- Condotta irrigua adduttrice *Tavo*,
- Condotta irrigua adduttrice *Fino*,
- Condotta irrigua collegamento,
- Condotte di scarico,
- 1° attraversamento in subalveo del fiume Tavo,
- Rimozione dell'attraversamento aereo,
- Attraversamento del fosso Bottarane,
- 2° attraversamento in subalveo del fiume Tavo, nonché i
- Pozzetti seminterrati con diverse funzionalità.

\* SETTORE B \* OPERE

*vasca distretto n.12* → *vasca n.15* nel comune di Cappelle sul Tavo e del comune di Montesilvano Colle(Vedi Numero Elaborato B.01.01 del *PROGETTO*):

- Condotta irrigua adduttrice *Tavo*,
- Condotta irrigua collegamento distretto,
- Condotta di scarico,
- Pozzetti seminterrati con diverse funzionalità ed il considerevole
- Consolidamento della vasca a servizio dei distretti nn. 13 e 14

#### 1.4. FASI OPERATIVE

I rilievi, le indagini e lo Studio Geologico-Idrogeologico-Geotecnico condotti per la valutazione della *FATTIBILITA'* delle opere irrigue progettate sono stati articolati essenzialmente nelle seguenti *FASI OPERATIVE*:

- Rilevamento Geomorfologico;
- Rilevamento Idrogeologico;
- Scavo di trincee esploratrici, geognostiche;
- Esecuzione di prove di compressione semplici durante lo scavo delle trincee esploratrici mediante il pocket penetromete;
- Prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H.;
- Prospezioni geofisiche, sismiche;

inoltre nell'

- Acquisizione dei parametri litologici individuati con sondaggi tipo "rotary" a carotaggio continuo eseguiti per altri progetti;
- Acquisizione dei parametri geotecnici individuati con Prove Penetro metriche Dinamiche, S.P.T.- D.P.L - D.P.S.H. e Statiche, C.P.T.;
- Acquisizione dei parametri idrogeologici con indagini condotte nei pozzi scavati per uso domestico mediante uno scandaglio elettroacustico;

nonché

- Integrazione con ricerca bibliografica delle pubblicazioni scientifiche;
- Definizione dei "Concetti" dei Progetti Geologici ed in fine nella
- Analisi conclusiva della *FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA*.

## 1.5. ALABORATI CARTOFOTOGRAFICI

Alla Relazione Geologica e Geotecnica del *progetto definitivo- esecutivo* per l'*ammodernamento delle condotte adduttrici dell'impianto irriguo Tavo - Saline* vengono allegati i seguenti elaborati Cartofotografici e Certificati delle indagini.

### 1.5.1 CARTOGRAFIA DEI CONFINI E DEI VINCOLI

- CARTA DEI CONFINI COMUNALI \* *Vincolo Idrogeologico*
- CARTA DELLE ZONE SISMICHE \* *Regione Abruzzo*

### 1.5.2 CARTOFOTOGRAFIA DEL BACINO TAVO - SALINE

- \*\*\* SETTORE A \* Passo Cordone → Bacino B.1  
 \* *Bacino idrografico del fiume Tavo*
- CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE SCALA 1:25.000
  - CARTA GEOLOGICA D'ABRUZZO SCALA 1:50.000  
 \* *Idrogeologica*
  - CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1:25.000
  - CARTA PERICOLOSITA' DA FRANE SCALA 1:25.000
  - CARTA RISCHIO IDROGEOLOGICO SCALA 1:25.000
  - CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:10.000  
 \* *1° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO SCALA 1:10.000  
 \* *1° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:10.000  
 \* *2° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO SCALA 1:10.000  
 \* *2° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA DELLE INDAGINI \* *effettuate e storiche* SCALA 1: 5.000  
 \* *1° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA DELLE INDAGINI \* *effettuate e storiche* SCALA 1: 5.000  
 \* *2° Attraversamento f. Tavo*
  - CARTA DELLE INDAGINI \* *effettuate e storiche* SCALA 1: 5.000  
 \* *3° Attraversamento f. Bottarane*
  - PLANIMETRIA SATELLITARE \* *opere in progetto* SCALA 1: 5.000  
 \* *1° Attraversamento f. Tavo*
  - PLANIMETRIASATELLITARE \* *opere in progetto* SCALA 1: 5.000  
 \* *2° Attraversamento f. Tavo*
  - PLANIMETRIA SATELLITARE \* *opere in progetto* SCALA 1: 5.000  
 \* *3° Attraversamento t. Bottarane*
  - DOCUMENTAZIONI FOTOGRAFICHE

\*\*\* SETTORE B \* *vasca distretto n.12 → n.15*  
 \* *Bacino idrografico del Tavo- Saline*

- CARTA TOPOGRAFICA REGIONALE SCALA 1:25.000
- CARTA GEOLOGICA D'ABRUZZO SCALA 1:25.000
- \* *Idrogeologica*
- CARTA GEOMORFOLOGICA SCALA 1:25.000
- CARTA PERICOLOSITA' DA FRANE SCALA 1:25.000
- CARTA RISCHIO IDROGEOLOGICO SCALA 1;25.000
- CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA SCALA 1:10.000
- CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO SCALA 1:10.000
- CARTA DELLE INDAGINI \* *effettuate e storiche* SCALA 1: 5.000
- \* *Micropali Vasca Distretti nn. 13 e 14*
- PLANIMETRIA SATELLITARE \* *opere in progetto* SCALA 1: 5.000
- \* *Micropali Vasca Distretti nn. 13 e 14*
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

◇◇◇

### 1.5.3 QUADERNO DELLE INDAGINI

La descrizione delle *Indagini Eseguite*, le cartografie, i certificati e i relativi documenti fotografici sono riferiti nell'allegato *QUADERNO DELLE INDAGINI*, del quale si riporta di seguito il sommario.

**\* QUADERNO DELLE INDAGINI \***

- (eseguite nel 2015, anticipate nel progetto preliminare)

◇◇◇

\*\*\* **S O M M A R I O**

- \*\*\* OPERE IDRAULICHE \* INDAGINI E RILIEVI  
 INAMICHE \* D.P.S.H.
- \*\*\* INDAGINE SISMICA
- \*\*\* ALLEGATO N.1 - 1° ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME TAVO
- \*\*\* ALLEGATO N.2 - 2° ATTRAVERSAMENTO DEL FIUME TAVO
- \*\*\* ALLEGATO N.3 - 3° ATTRAVERSAMENTO FOSSO BOTTARANA
- \*\*\* ALLEGATO N.4 - CONSOLIDAMENTO VASCA DISTRETTI NN:13-14
- \*\*\* ALLEGATO N.5 - RELAZIONE MICROTREMORI  
 \* *TENICA D'INDAGINE HVSR*

◇◇◇

\* RELAZIONE GEOLOGICA \*



## **2. CARATTERI GEOLOGICI**

Il territorio in esame si estende nel sistema deposizionale del bacino periadriatico abruzzese il quale, con l'evoluzione progressiva dell'Appennino, si è sviluppato al fronte della catena in avanzamento.

### **2.1 CARATTERI REGIONALI**

Trattasi di un bacino sedimentario marino, stretto e allungato in direzione parallela alla linea di costa adriatica, colmato dai depositi delle Argille Azzurre, i cui equivalenti stratigrafici in Abruzzo sono:

- AL TETTO: *la formazione Mutignano e*
- AL LETTO: *la formazione Cellino.*

La Formazione Mutignano, del Pliocene medio-superiore e Pleistocene, è costituita in prevalenza da argille e argille marnose grigio-azzurre, e poi da livelli di arenarie, sabbie e conglomerati; alla base è contraddistinta da una discordanza, che in affioramento rappresenta la trasgressione medio-pliocenica (Crescenti 1971 e Crescenti e altri 1980).

Il contatto trasgressivo è sulla sottostante Formazione Cellino.

La Formazione Mutignano evolve litosequenzialmente, verso alto, con depositi regressivi del Pleistocene, costituiti dalla tipica successione argille-sabbie-conglomerati.

Il quaternario è rappresentato da depositi prevalentemente alluvionali fluviali ed eluviali, colluviali ed eluvio-colluviali.

### **2.2 CARATTERI DEL BACINO TAVO-SALINE**

*GEOLOGICAMENTE* il territorio in esame si estende nell'avampese del massiccio carbonatico della Maiella - Gran Sasso, nella fascia collinare periadriatica, su formazioni strutturate essenzialmente da depositi olo-plio-pleistocenici.

### 2.2.1 LITOSTRATIGRAFIA

La STRATIGRAFIA del territorio del comprensorio fluviale Tavo-Saline è costituita essenzialmente da depositi argillosi sabbiosi di facies pelagica coperti, con eteropia di facies, dalle alluvioni fluviali terrazzate.

In particolare, procedendo dall'alto verso il basso della colonna litostratigrafia si incontrano le seguenti formazioni (Vedi CARTE GEOLOGICHE DELL' ABRUZZO, in scala 1:25.000).

#### \* OLOCENE

##### 1. - DEPOSITI FLUVIALI RECENTI,

ovvero alluvioni costituite prevalentemente da ghiaie, sabbie e limi, osservabili nei fondovalle nei quali hanno scavato il letto i corsi d'acqua Tavo e Saline.

#### \* PLEISTOCENE CONTINENTALE

##### 1.t - ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIALI

prevalentemente ciottolose, ghiaiose e sabbiose; strutturano i terrazzi di ordini diversi dei fiumi; poggiano con entropia di facies e in discordanza stratigrafica sulle formazioni marine prevalentemente argillose pleistoceniche.

#### \* PLIO - PLEISTOCENE MARINO

##### 4.a - PELITI DI PIATTAFORMA, PREVALENTEMENTE SABBIOSE,

giallastre sommitali, con livelli arenacei, passanti verso l'alto a CONGLOMERATI.

##### 4. - PELITI DI PIATTAFORMA, PREVALENTEMENTE ARGILLOSE,

grigio azzurre, marnose, più o meno limose, con diversi tenori siltosi e con livelli sabbiosi; si trovano in concordanza stratigrafica sotto le placche sabbiose sommitali e in discordanza sotto i terrazzi alluvionali fluviali; mentre sulle pendici sono ammantate dalla *COLTRE SUPERFICIALE* di alterazione - disgregazione, eluvio-colluviale.

#### \* COLTRE SUPERFICIALE

Oltre i detti terreni, che costituiscono il substrato in sede, occorre prendere in considerazione i materiali che li ricopre e che derivano dalla loro alterazione e

disgregazione, ovvero la *COLTRE SUPERFICIALE*, il mantello di alterazione-disgregazione, eluviale, colluviale ed eluvio-colluviale, costituita da una

terra sciolta, a struttura rimaneggiata e caotica, con componente prevalentemente sabbioso-limosa, diffusamente con ghiaie.

## 2.2.2 STRATIGRAFIA DEI SETTORI

*Geograficamente* il progetto di *ammodernamento dell'impianto irriguo* è dislocato in due *SETTORI*, è ben distinto in due *TRATTI* (Vedi CARTE TOPOGRAFICHE in scala 1:25.000):

A - *SETTORE*: TRATTO CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1

esteso sul fondovalle del medio-basso bacino idrografico del fiume Tavo;

B - *SETTORE*: TRATTO VASCA DISTRETTO 12 → VASCA DISTRETTO 15

ubicato sul versante collinare esteso in destra della confluenza del fiume Tavo con il fiume Saline.

Anche *STRATIGRAFICAMENTE* i due *SETTORI* sono ben distinti.

### \*\* STRATIGRAFIA DEL SETTORE A

Nel Settore A, Passo Cardone - Bacino B.1, il substrato geologico del territorio è costituito in netta prevalenza dall'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione Mutignano, ovvero dalle Peliti prevalentemente Argillose (4.), le quali sono presenti in affioramento diretto in alcuni tratti sulla sponda destra del fiume Tavo (Vedi FOTO), nella fascia compresa tra il terzo ed il primo ordine dei terrazzi fluviali.

In sintesi la colonna litostratigrafica è strutturata ((Vedi CARTA GEOLOGICA DELL' ABRUZZO, in scala 1:50.000):

- AL TETTO

dalle ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIALI (1.t) ammantate dalla *COLTRE SUPERFICIALE*;

- AL LETTO

dalle PELITI DI PIATTAFORMA, PREVALENTEMENTE ARGILLOSE (4.) .

**\* STRATIGRAFIA DEL SETTORE B**

Nel *SETTORE B*, che ha inizio con la vasca del distretto n. 12 e termina con la condotta irrigua del distretto n. 15, la successione litologica è costituita essenzialmente da:

- AL TETTO dalla COLTRE SUPERFICIALE
- AL LETTO dal PELITI DI PIATTAFORMA PREVALETAMENTE ARGILLOSE (4.)

**2.3. CARATTERI TETTONICI**

L'assetto tettonico generale regionale dei sedimenti di piattaforma continentale è a monoclinali seriate da faglie con rigetti modesti interessanti lo spessore plio-pleistocenico superiore.

Le dislocazioni dei sedimenti non sono visibili ma dedotte dai dati dei numerosi rilevamenti eseguiti con prospezioni meccaniche e geofisiche, le quali hanno messo in evidenza come le principali linee tendono a disporsi in blande sinclinali con accessorie deboli ondulazioni anticlinali.

Più in particolare le intercalazioni di sottili livelli di sabbie grigie molto fine delle PELITI ARGILLOSE, smantellate dall'erosioni delle acque torrenziali ed in bella mostra in tratti dell'alveo dei corsi d'acqua, mettono in evidenza successioni litostratigrafiche regolari.

Consegue che l'unico motivo tettonico considerevole dei SETTORI sedime dell'impianto irriguo è individuato dall'andamento monoclinale delle FORMAZIONI PELITICHE di piattaforma continentali stratificate ARGILLOSE SILTOSE (4.), con immersioni prevalentemente periadriatiche ed inclinazioni modeste, comprese tra  $7^{\circ} \div 10^{\circ}$ .

**2.4. CARATTERI MORFOLOGICI**

La MORFOLOGIA DELLA REGIONE è stata determinata dalla evoluzione di cicli erosivi selettivi, in funzione della resistenza delle formazioni litologiche all'azione disgregatrice degli atmosferici ed in particolar modo dall'azione, prevalente alternativamente, di erosione, trasporto e sedimentazione delle acque; in particolare mentre le rocce di copertura sabbiose, dotate di una certa resistenza, hanno dato origine ai rilievi più accentuati, con bordi scoscesi, le ARGILLE, più erodibili, hanno

consentito la formazione di una morfologia più uniforme ed armonica, perciò il profilo topografico presenta una netta e decisa variazione dei valori clivometrici ai contatti stratigrafici dei litotipi.

Anche *Morfologicamente* il progetto di *ammodernamento dell'impianto irriguo* è ben distinto nel *SETTORE A* e nel *SETTORE B*.

#### 2.4.1 SETTORE A: CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1

Il *SETTORE A* si estende sul fondovalle del fiume Tavo, da immediatamente a valle del ponte Passo Cordone, dell'opera di presa, da quota 150 metri s.l.m., scende a quota 60 metri della località Casoni (Vedi CARTA TOPOGRAFICA in scala 1:25.000), con profili topografici caratterizzati da clivometrie decisamente contenute, prevalentemente subpianeggianti, interrotti da lievi ondulazioni, omogenee ed armoniche.

#### 2.4.2 SETTORE B: VASCA DISTRETTO N.12 → N.15

*Nel SETTORE B*, ubicato sul versante collinare esteso in destra della confluenza del fiume Tavo con il fiume Saline, la condotta di irrigazione inizia un percorso topografico alquanto vivace, il quale, sinteticamente (Vedi CARTA TOPOGRAFICA in scala 1:25.000):

- dalla vasca del distretto n. 15, da quota 95 metri s.l.m. del versante della collina Cocchione, scende al fondovalle esteso al margine della strada provinciale *Montesilvano*, a 35 metri s.l.m.; .

- da quota 35, con una impennata altimetrica, risale agli 85 metri s.l.m. della vasca dei distretti nn. 13 e 14; quindi

- la condotta adduttrice irrigua scesa nella valle *Vestina al Mare*, dopo una breve permanenza ondulata tra le isoipse 35 e 40 metri s.l.m., sottopassando l'autostrada Bologna - Bari, con un salto altimetrico di 40 metri arriva alla vasca del distretto n. 15, ubicata sul ripiano compreso all'interno della curva di livello 75 metri s.l.m.;

- dalla vasca n.15, l'ultimo tratto di condotta, dopo un breve percorso scende a quota 70 metri s.l.m., in sinistra idrografica del fosso Nono, tributario in destra del fiume Saline.

## 2.5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

*GEOMORFOLOGICAMENTE* nel territorio, nei due Settori, in armonia con la regione, si possono distinguere tre UNITA' GEOMORFOLOGICHE:

- UNITA' \* PIANORI SOMMITALI
- UNITA' \* VERSANTI DEI PIANORI SOMMITALI
- UNITA' \* FONDOVALLE.

### 2.5.1 I^A - UNITA' \* PIANORI SOMMITALI - SETTORE B \* STABILI

E' l'UNITA' GEOMORFOLOGICA più elevata; si estende sopra i 75 metri s.l.m. della fascia collinare periadriatica, delle colline interne, in particolare delle colline del territorio del comune di Cappelle sul Tavo.

I pianori sommitali interessati al *SETTORE B* del progetto irriguo sono tutti strutturati dalle:

- \* PELITI DI PIATTAFORMA, PREVALENTEMENTE ARGILLOSE, ammantate da una spessa COLTRE SUPERFICIALE, di alterazione-disgregazione, eluviale, eluvio-colluviale.

L'andamento morfologico pianeggiante e la struttura litologica conferiscono ai *Pianori Sommitali* le buone condizioni di STABILITA' (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA, in scala 1:25.000 e CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANE, in scala 1:25.000).

### 2.5.2 II^A - UNITA' \* VERSANTI DEI PIANORI - SETTORE B \* STABILI

I VERSANTI DEI PIANORI SOMMITALI delle colline di Cappelle sul Tavo e di Montesilvano Colle si estendono sotto i 75 metri s.l.m, fino alle pianure dei fondovalle del corso d'acqua dei fiumi TAVO-SALINE.

La morfologia dei VERSANTI del *SETTORE B*, nei quali si andrà ad alloggiare la condotta adduttrice dell'impianto irriguo di ammodernamento, data la natura prevalentemente limoso-sabbiosa della "COLTRE", è caratterizzata da profili topografici armonici ed omogenei, senza emergenze; anche se localmente mostra ondulazioni con variazioni delle clivometrie, che evidenziano movimenti traslativi isolati precorsi, quiescenti, se non inattivi; comunque, nel contesto, i VERSANTI possono considerarsi STABILI (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA, in scala 1:25.000 e CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANE, in scala 1:25.000).

### 2.5.3 III^A - UNITA' \* FONDOVALLE - SETTORE A \* STABILE

La terza unità morfologica è individuata dalle AREE PIANEGGIANTI del FONDOVALLE del reticolo idrografico del bacino del Tavo, strutturata prevalentemente dalle ALLUVIONI TERRAZZATE FLUVIALI (1.t) ammantate dai depositi eluvio-colluviali della COLTRE SUPERFICIALE; è caratterizzata da topografie suborizzontali, interrotte, localmente, dai bordi delle *scarpate di erosione fluviale* del Tavo, scarpate quiescenti o inattive per la vegetazione arborea arbustiva lussureggiante (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA, in scala 1:25.000).

Il corso attivo del fiume Tavo, in fase erosiva, localmente ha inciso i depositi alluvionali più recenti, in prevalenza ghiaiosi, fino ad interessare il substrato argilloso, fino a scalzare il piede delle sponde fluviali (Vedi FOTO).

I suoli del fondovalle, letto dell'impianto irriguo, sono caratterizzati da profili topografici lievemente acclivi, se non orizzontali, armonici ed omogenei, senza emergenze geomorfologiche, sono STABILI, ovvero sono in aree in cui non esistono pericoli dal punto di vista delle dinamiche geomorfologiche, fatta eccezione per un *minuto segmento* della condotta irrigua (alcuni metri), per altro coincidente con lo stato di fatto, che ricade all'interno di un corpo di frana di scorrimento rotazionale, attualmente allo stato attivo, ovvero all'interno della perimetrazione delle Aree con Pericolosità Elevata, P.<sub>2</sub>, e all'interno della perimetrazione delle Aree con Rischio Moderato, R1 (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA, CARTA DELLA PERICOLosità DA FRANE e CARTA DEL RISCHIO DI FRANA, in scala 1:25.000).

Comunque, in sintesi, nelle AREE A PERICOLOSITÀ ELEVATA, ai sensi dell'articolo 17, comma 1, del Capo III del PIANO STRALCIO sono consentiti ..... le nuove infrastrutture a rete ..... dichiarati essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili", subordinatamente allo Studio di Compatibilità Idrogeologica.



### **3. CARATTERI IDROGEOLOGICI**



Le premesse geomorfologiche e litostratigrafiche dei territori del comprensorio irriguo consentono di individuare le caratteristiche idrogeologiche ed i coefficienti di permeabilità dei litotipi coinvolti nel progetto (Vedi CARTA GEOLOGICA \* PERMEABILITA', in scala 1:50.000).

#### **3.1. CLASSI DI PERMEABILITA'**

IDROGEOLOGICAMENTE nelle formazioni si possono distinguere essenzialmente tre classi di permeabilità.

##### **3.1.1. TERRENI PERMEABILI**

I DEPOSITI FLUVIALI TERRAZZATI (1.t), con spessori estremamente variabili, da pochi decimetri a qualche metro, sono permeabili e dotati di un coefficiente  $K > 1 \text{ cm/sec.}$

##### **3.1.2. TERRENI POCO PERMEABILI**

La "COLTRE SUPERFICIALE", di degradazione-disgregazione, eluvio-colluviale, è un complesso piuttosto eterogeneo, con spessori variabili, costituito da componenti granulometrici associati in proporzioni diverse, variabili da luogo a luogo; localmente però, la componente sabbiosa e/o detritica conferisce a lenti ed a diversi livelli una certa permeabilità; perciò la "COLTRE" per una facile interpretazione del fenomeno idrogeologico di superficie e profondo può considerarsi prevalentemente limoso-sabbioso con una permeabilità media e quindi con un coefficiente  $1 < K > 10^{-4} \text{ cm/sec.}$

##### **3.1.3. TERRENI IMPERMEABILI**

Le PELITI ARGILLOSE (4.), per la componente argillosa, argillosa marnosa predominante sono impermeabili; smantellate della "COLTRE", sono rilevabili, per erosione lineare del regime torrenziale, in tratti degli alvei dei corsi d'acqua (Vedi FOTO); si possono assumere come letto impermeabile e quindi con un coefficiente  $K < 10^{-4} \text{ cm/sec.}$

### **3.2 IDROGRAFIA SUPERFICIALE \* PERICOLOSITA' IDRAULICA**

Il territorio interessato all'impianto irriguo si colloca nei bacini idrografici del fiume Tavo e del fiume Saline.

Nel comprensorio fluviale il drenaggio superficiale ha una densità piuttosto elevata laddove il substrato è costituito dai depositi argillosi e argilloso-sabbiosi; in questo caso la ridotta permeabilità del suolo favorisce il deflusso superficiale a discapito della infiltrazione, con sviluppo di una fitta rete di linee di deflusso e, di conseguenza, il reticolo idrografico del drenaggio è di tipo dendritico o sub-dendritico.

In presenza invece dei terreni permeabili costituiti dai depositi alluvionali a morfologia terrazzata, soprattutto in sinistra idrografica, la densità del drenaggio diminuisce sensibilmente e predominano, per lo più, le linee di deflusso singole.

#### **3.2.1 IDROGRAFIA SETTORE PASSO CORDONE → BACINO B.1**

La totalità della superficie in esame è occupata dal bacino del fiume Tavo, che costituisce anche il principale corpo idrico superficiale dell'intera area.

Il Tavo nasce sul Massiccio del Gran Sasso a quota di circa 1560 metri s.l.m.; il regime delle portate è torrentizio, con portata media misurata alla stazione di misura di San Pellegrino di circa 3 metri cubi al secondo.

L'asta fluviale nel territorio di progetto ha andamento rettilineo con alternanza di tratti a meandri, generalmente poco sviluppati, ed a tratti spiccatamente *braided*, a canali intrecciati

Il fiume Tavo scorre in prevalenza all'interno dei suoi depositi alluvionali e in alcuni tratti risulta in incisione sui sottostanti depositi argillosi marini (Vedi FOTO).

#### **3.2.2 IDROGRAFIA SETTORE VASCA DISTRETTO N.12 → N.15**

La condotta adduttrice dell'impianto irriguo, che va dalla vasca del distretto n.12 alla vasca del distretto n.15, è da impostare su un territorio con substrato costituito dai depositi argillosi e argilloso-siltosi nel quale il drenaggio superficiale ha una densità piuttosto elevata poiché la ridotta permeabilità del suolo favorisce il deflusso superficiale a discapito dell'infiltrazione, con sviluppo di una fitta rete di linee di deflusso ed un reticolo drenante dendritico o sub-dendritico.

### 3.2.3 PERICOLOSITA' IDRAULICA \* ALLUVIONI

La valutazione della possibilità di occorrenza di alluvioni del fiume Tavo è attualmente demandata all'Autorità dei bacini di rilievo regionale dell'Abruzzo attraverso la realizzazione del *Piano Stralcio Difesa Alluvioni*.

Il piano individua quattro aree a diversa pericolosità: *moderata, media, elevata e molto elevata* (Vedi CARTE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA, in scala 1:10.000), le quali interessano tutte le fasce delle aree circostanti l'alveo fluviale in estensione ed in classi diverse.

Buona parte delle opere idrauliche in progetto, come la condotta irrigua, i pozzetti e l'attraversamento del fosso Bottarane, ricade fuori delle perimetrazioni delle *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA*.

Per contro tratti della condotta adduttrice, alcuni pozzetti e gli attraversamenti del fiume Tavo ricadono all'interno delle perimetrazioni di tutte le classi di pericolosità idraulica, ovvero delle *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA* da *MODERATA* a *MOLTO ELEVATA*.

Comunque nelle *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA*, nonché *ELEVATA, MEDIA* e *MODERATA*, ai sensi dell'articolo 19, comma 1, lettera c) del Capo III del citato *PIANO STRALCIO* sono consenti *le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale, che siano dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili*", subordinatamente allo Studio di Compatibilità Idraulica prescritto dal comma 2.

La maggior parte del progetto è fuori delle perimetrazioni delle *AREE DI RISCHIO' IDRAULICO*; per contro le strutture irrigue che ricadono all'interno della perimetrazione della Aree di Pericolosità Idraulica potenzialmente possono subire i danni di tutti livelli del *RISCHIO IDRAULICO*, dal *Basso* al *Molto Alto* (Vedi CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO, in scala 1:10.000) .

### 3.3 IDROLOGIA PROFONDA

Le caratteristiche litologiche e strutturali, in particolar modo la permeabilità, l'idrografia superficiale e la immersione periadriatica delle formazioni stratigrafiche delle Peliti Argillose (4.) condizionano il deflusso in profondità delle acque meteoriche; condizionano l'idrologia profonda.

#### 3.3.1 LIMITI DI PERMEABILITA'

Le Argille Impermeabili costituiscono l'orizzonte di sbarramento alle acque di infiltrazione circolanti nelle formazioni a componente sabbiose e sabbiose ghiaiose soprastanti e, data la tettonica monoclinica, determinano il lento deflusso suborizzontale della falda acquifera in seno alla *Coltre Superficiale* ed alle *Alluvioni Terrazzate Fluviali* (1.t) e quindi la presenza di una falda acquifera in linee preferenziali, a luoghi permanente, e con profondità e portate diverse.

Localmente tale limite di permeabilità sfiora la superficie topografica, favorendo i pochi e modesti fenomeni di emergenza idrica sui versanti delle formazioni a componente sabbiosa sommitali.

Sul FONDOVALLE le acque intercettate dai limiti di permeabilità permeano i depositi fluviali, si uniscono alle acque del subalveo, alimentando una falda acquifera messa in evidenza dalla cava di inerti e dai pozzi di grande diametro scavati una volta per uso domestico ed irriguo.

#### 3.3.2 DEFLUSSO IDRICO PROFONDO

Il deflusso idrico sotterraneo nel territorio in studio si esplica in tre diversi ambiti geologici e geomorfologici.

##### \* AMBITO COLTRE / PELITI ARGILLOSE

Coltri eluvio-colluviali poggianti sui depositi impermeabili o a ridotta permeabilità delle formazioni argillose e argilloso-sabbiose marine: le acque di pioggia si infiltrano nelle coltri fino al contatto con il sottostante livello impermeabile, dando luogo a moti di filtrazione effimeri, limitati per lo più ai periodi di maggiore piovosità; negli impluvi di una certa rilevanza possono crearsi falde acquifere persistenti durante tutto il corso dell'anno.

\* AMBITO ALLUVIONI TERRAZZATE

Depositi alluvionali a morfologia terrazzata: l'elevata permeabilità di questi terreni crea le condizioni per l'instaurarsi di acquiferi a falda freatica, ossia a *pelo libero*.

\* AMBITO DEL FIUME TAVO

Fiume Tavo: è presente una falda acquifera significativa derivante dalla connessione tra le acque fluviali e i depositi alluvionali attuali e recenti; le condizioni idrogeologiche descritte permettono lo sviluppo di un acquifero significativo attraverso la connessione tra i depositi alluvionali terrazzati e quelli di fondovalle del fiume Tavo; lo sviluppo planimetrico dell'acquifero costituisce a tutti gli effetti un corpo idrico sotterraneo significativo e strategico ai fini della gestione e della tutela delle risorse idriche nell'intero comprensorio Tavo-Saline.

Trattasi di un acquifero costituito da depositi alluvionali recenti e da quelli antichi terrazzati, posti a quota più elevata dei precedenti; sono caratterizzati da alternanze irregolari di sabbie, limi e ciottoli aventi generalmente forma lenticolare e da conglomerati con sabbie e limi.

Il *substrato impermeabile* è costituito dai depositi prevalentemente argillosi plio-pleistocenici.

La circolazione idrica sotterranea si attua secondo *falde sovrapposte* connesse con il sistema delle acque fluviali del Tavo, ed è caratterizzata da una elevata capacità ricettiva dell'acquifero; in particolare l'elevata permeabilità dei terreni costituenti le superfici terrazzate, unitamente alla bassa pendenza dei versanti fa sì che l'infiltrazione prevalga sul deflusso superficiale.



\* **RELAZIONE GEOTECNICA** \*

---



**4. INDAGINI E RILIEVI**

Con il preciso e precipuo scopo di accertare definitivamente:

- la natura geologica e geotecnica dei terreni che strutturano il *SETTORE A*, TRATTO CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1, ed il *SETTORE B*, TRATTO VASCA DISTRETTO 12 → VASCA DISTRETTO 15 dell'impianto irriguo in progetto, ovvero:

- i litotipi delle fondazioni ed i rispettivi parametri geomeccanici,
- l'esistenza e la consistenza della falda acquifera; del sottosuolo,
- i rapporti esistenti fra le masse rocciose e la fase liquida dei terreni coinvolti in progetto, sono stati eseguiti RILIEVI ed INDAGINI (Vedi *QUADERNO DELLE INDAGINI* \* eseguite nel 2015, anticipate nel progetto preliminare).

**4.1. OPERE IDRAULICHE \* INDAGINI E RILIEVI**

Le indagini ed i rilievi sono stati eseguiti su tutti i settori del territorio interessati al *PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO*; in particolare sono stati approfonditi con sondaggi e con prove geognostiche, geotecniche e geofisiche in situ i sedimi delle opere idrauliche più importanti, progettualmente più impegnative, ovvero sono state indagate le aree coinvolte nei progetti del:

- 1° attraversamento del fiume Tavo,
- 2° attraversamento del fiume Tavo,
- 3° attraversamento del fosso Bottarane,
- pozzetti con maggiori dimensioni ed impegni statici e relative condotte,
- consolidamento con micropali della vasca dei distretti nn. 13-14.

**4.2 INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI**

I sondaggi geognostici, geotecnici, geofisici ed i rilievi effettuati (con anticipo nella fase di redazione del progetto preliminare) sono consistiti (Vedi *PLANIMETRIA DELLE INDAGINI* \* *effettuate e storiche*, in scala 1:5.000, CERTIFICATI e FOTO):

- nel rilevamento fotografico e stratigrafico dei litotipi in bella mostra sulle sponde e sul fondo dell'alveo del corso d'acqua;
- nello scavo di trincee esploratrici, geognostiche;

- nella esecuzione di prove di compressione semplice durante lo scavo della trincea esploratrice e sulle sponde fluviali mediante il pocket penetrometer;
- nella esecuzione di indagini geofisiche, sismiche, con il tromometro della Micromed S.p.a.;
- nel rilievo del livello piezometrico con scandaglio elettroacustico nei pozzi scavati a suo tempo per uso domestico;
- nella esecuzione di prove penetrometriche dinamiche tipo superpesante Dinamic Penetrometer Super Heavy, D.P.S.H., mediante la sonda DPSH TG 63-200 PAGANI con le seguenti caratteristiche tecniche - strumentali:

* norme di riferimento	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)
* coefficiente di Correlazione	1,489
* rivestimento/fanghi	No
* angolo di apertura punta	90°

#### 4.3. INDAGINI E RILIEVI STORICI

Le *INDAGINI STORICHE* sono consistite nell' *ACQUISIZIONE* dei parametri geognostici e geotecnici individuati per *ALTRI LAVORI* eseguiti nei due *SETTORI* del progetto ed in quelli finitimi geologicamente simili, con la esecuzione

- di *SONDAGGI* geognostici a carotaggio continuo ed avanzamento a secco;
- di *PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE*; infatti durante le perforazioni *rotary*, con lo scopo di accertare le caratteristiche di resistenza dei terreni

prospettati, alle profondità più significative, sono state condotte prove consistite nello Standard Penetration Test, S.P.T.:

- di PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H. \* SUNDA e
- di PROVE PENETROMETRICHE STATICHE \* C.P.T..

#### **4.4. RILIEVI LITOSTRATIGRAFICI E IDROGEOLOGICI**

I PARAMETRI litologici acquisiti con SONDAGGI e PROVE sono stati:

- COMPARATI con i dati rilevati dalle successioni litostratigrafiche in bella mostra sulle scarpate dei terrazzi morfologici, sulle sponde e sul fondo dell' alveo dei corsi d'acqua del Tavo e nelle cave di inerti, ed
- INTEGRATI con i dati idrogeologici dei pozzi scavati per uso domestico nei due SETTORI del progetto irriguo.

#### **4.5. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

Anche se i dati acquisiti ed adottati sono attendibili e sufficienti per la caratterizzazione litologica, idrogeologica, geotecnica e sismica del progetto definitivo - esecutivo, in corso d'opera sarà necessario riscontrare puntualmente la validità delle ipotesi progettuali mediante osservazioni, controlli e misure; eventualmente, all'occorrenza, si dovrà adeguare le opere progettate alle condizioni riscontrate.

Più in particolare, per il progetto del *consolidamento* con micropali della vasca di accumulo dei distretti nn. 13-14 nel territorio del comune di Cappelle sul Tavo, sarà opportuno acquisire i parametri geotecnici mediante prove geomeccaniche eseguite in laboratorio.



**5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO IDROGRAFICO TAVO**  
 → BACINO B.1 \* 1° ATTRAVERSAMENTO



Il primo attraversamento del fiume Tavo, costruito nel tenimento del comune di Loreto Aprutino, è di tipo aereo, con una condotta in acciaio ancorata su pile di c.a., con sovrapposta passerella metallica; paesaggisticamente è altamente impattante, perciò si dovrà demolire e sostituirlo in subalveo, immediatamente a valle dell'esistente ed a monte della briglia fluviale rigida esistente (Vedi CARTA DELLE INDAGINI \* *eseguite e storiche*, in scala 1:5.000, PLANIMETRIA SATELLITARE \* *opere in progetto* e foto nn.2.a - 2.b).

**5.1 INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI**

Per definire i parametri litologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dei terreni nei quali si andrà ad alloggiare l'attraversamento, la condotta irrigua e i pozzetti del tratto iniziale del SETTORE A, CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1, sono stati eseguiti rilievi geomorfologici e fotostratigrafici sulla sponda destra del fiume Tavo (Vedi CARTA TOPOGRAFICA, in scala 1:25.000 e foto nn. 1.a, 1.b, 2.c, 2.d, 3.a, 3.b), più precisamente:

- a valle dell'opera di presa,
- alla confluenza del fosso Pontecani con il Tavo,
- a monte, in prossimità del 1° attraversamento e
- nel 1° attraversamento del fiume

Nel tratto dell'alveo fluviale interessato all'attraversamento sono stati eseguiti nella fase di redazione del progetto preliminare (Vedi ALLEGATO N.1 DEL QUADERNO DELLE INDAGINI):

- scavo di una trincea esploratrice con prove di compressione semplice con pocket penetrometer (Vedi Stratigrafia n.1),
- prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. (Vedi foto e Certificati) e
- misure di sismica passiva a stazione singola (Vedi foto e Certificati).

In definitiva le *INDAGINI* ed i *RILIEVI effettuati e storici* consentono di definire esaustivamente la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica dei terreni coinvolti nel progetto esecutivo.

## 5.2 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

Nella colonna litostratigrafica *tipo* del settore compreso tra Passo Cordone e il 1° attraversamento del Tavo, strutturato dalle Alluvioni Terrazzate (1.t) (Vedi CARTA GEOLOGICA, in scala 1:25.000), si possono individuare due orizzonti (Vedi Stratigrafia e foto):

### A - ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO

Mediamente, sotto il terreno vegetale, fino a 2-3 metri di profondità dal p.c. si rinviene un terreno prevalentemente sabbioso-ghiaioso, sabbioso limoso con numerosi trovanti ghiaiosi, localmente ciottolosi, prevalentemente calcarei, e con livelli sabbiosi argillosi.

### B - ORIZZONTE ARGILLOSO LIMOSO

Sotto i 2-3 metri di profondità dal p.c. s'incontrano limi argillosi, argille limose ed argille marnose con livelletti di sabbia fine grigia.

## 5.3 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

L'ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO PERMEABILE del settore consente il deflusso delle acque di infiltrazione sulle ARGILLE IMPERMEABILI, le quali costituiscono l'orizzonte di sbarramento e determinano, per lo più, la presenza di una falda acquifera subalvea e, quanto presente, un livello piezometrico compreso tra 1,50 e 2,50 metri di profondità dal p.c.; nel tratto interessato alla sezione dell'*attraversamento*, dato l'alveo incassato nel substrato argilloso (Vedi STRATIGRAFIA), è assente.

## 5.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le prove penetrometriche nonché di compressione semplice forniscono i valori della resistenza alla rottura e consentono di definire i caratteri geomeccanici dell'*Orizzonte Sabbioso Ghiaioso*.

Più precisamente, in funzione dei valori dei  $N_{SPT}$  ed  $N_c$ , si può individuare:

\* il GRADO DI ADDENSAMENTO

ovvero la Densità Relativa dalla Tabella di Correlazioni Parametriche  $N_c / N_{SPT}$  / Angolo di Resistenza al Taglio,  $\phi$ , di Terzaghi - Peck;

\* il ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

dalle Correlazioni, di Terzaghi - Peck ed Altri, tra la resistenza di punta  $N_{SPT}$  e l'Angolo di Attrito,  $\phi$ .

In definitiva l'addensamento dell' *ORIZZONTE A* diventa apprezzabile a partire da 0,90 metri dal p.c. (Vedi TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA).

TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA  
- Tezaghi \* Peck 1948 -

Profondità m. dal p.c.	Num.colpi $N_{SPT}$	Addensa Mento	D $D_r$	Ang. Att. $\phi$
0,00 - 0,40	< 04	Molto Sciolta	< 0,2	< 30°
0,40 - 0,90	04 - 10	Sciolta	0,2 - 0,4	30° - 35°
0,90 - 5,60	10 - 30	Compatta	0,4 - 0,6	35° - 40°
> 6,60	> 30	Densa	> 0,6	> 40°

N.SPT	VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO - Tezaghi * Peck -
< 4	Sciolto
4 - 10	Poco addensato
10 - 30	Moderatamente addensato
30 - 50	Addensato
> 50	Molto addensato

L'”ORIZZONTE ARGILLOSO”, ubicato persistentemente a profondità superiori a 2 metri dal p.c., si rinviene, progressivamente con la profondità, allo stato fisico da “CONSISTENTE” a “MOLTO CONSISTENTE”.

## 5.5 CONCETTO GEOLOGICO - TECNICO

In particolare, la sezione fluviale litotecnica tipo dell'attraversamento in progetto (Vedi Stratigrafia) è strutturata da:

### 1° - STRATO SUPERFICIALE

Tra 0,7 ÷ 2,80 metri di profondità giace un deposito prevalentemente sabbioso - ghiaioso, da *SCIOLTO* a *COMPATTO*;

### 2° - STRATO PROFONDO

sotto i 2,80 metri dal p.c. si incontra un terreno prevalentemente argilloso allo stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*.

\* - FALDA ACQUIFERA

nella sezione dell'*attraversamento* è assente.

## 5.6 CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

In sintesi finale, con cautela, assumendo parametri fisico-meccanici mediati per difetto, si possono distinguere e definire geotecnicamente i litotipi stratigrafici, ovvero si può individuare il seguente modello geotecnico, al quale il *PROGETTISTA* potrà fare riferimento per la progettazione esecutiva.

<b>1° attraversamento del Tavo</b>					
◇ ◇ ◇					
<b>* <u>MODELLAZIONE GEOTECNICA</u> *</b>					
<i>- Sezione litotecnica tipo -</i>					
SINTESI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE					
DESCRIZIONE DEI LITOTIPI	Strati- grafia	$\gamma$ Kg/dm <sup>3</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\Phi$ (°)	Dr %
<b>** - SUOLO VEGETALE</b> - fino a 0,70 metri dal p.s.		.....	.....	.....	.....
<b>I^O - STRATO SABBIOSO GHIAIOSO</b> - tra 0,70 ÷ 2,80 metri dal p.s. da <i>SCIOLTO</i> a <i>COMPATTO</i>		1,84	0,00	32	38
<b>** - FALDA ACQUIFERA</b>		assente			
<b>II^O- STRATO ARGILLOSO SILTOSO</b> - Sotto i 2,80 metri dal p.s. - da <i>CONSISTENTE</i> a <i>MOLTO CONSIST.</i>		1,99	1,74	28	.....

$\gamma$  = peso di volume naturale

$\Phi$  = angolo di resistenza al taglio

Cu = coesione non drenata

Dr = densità relativa

## 5.7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL PROGETTO

Il territorio del comune di Loreto Aprutino, all'interno del quale si inserisce il suolo indagato, coinvolto nel progetto del 1°Attraversamento del fiume Tavo, secondo l'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 29 marzo 2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ricade in

\* ZONA 2, con *SISMICITA' MEDIA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,15 \div 0,25$  g..

### 5.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO

Secondo le vigenti normative tecniche di costruzione, N.T.C. del 14.01.2008, il valore dell'accelerazione orizzontale  $a_g$  nel settore va determinato riferendolo ad un reticolo definito in termini di coordinate geografiche ED50 e WGS84.

Coordinate geografiche del punto:

Latitudine (WGS84): 42,4074500[°]; (ED50): 42,4084200[°]

Longitudine (WGS84): 13,9850900[°]; (ED50): 13,9850900[°]

La maglia di appartenenza, individuata dai vertici, 4 punti dei 10.751, (Vedi MAGLIA DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO) consente di calcolare oltre ai valori di  $a_g$  anche i valori massimi del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$  ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T'_c$  (Vedi PARAMETRI, COEFFICIENTI SISMICI e SPETTRI DI RISPOSTA).

Per determinare le pericolosità sismiche, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del sito del progetto ed in particolare della velocità di propagazione delle onde sismiche fino a 30 metri di profondità dal piano di fondazione, il Tecnico Incaricato potrà fare riferimento alla caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, di seguito definita, sulla base della Caratterizzazione Morfologica, Litologica, Idrogeologica, Geotecnica del suolo e, soprattutto sulla base dei dati acquisiti con l'indagine sismica in situ.

### 5.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO $V_{s,30}$

La caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata eseguita con la tecnica di indagine sismica passiva a stazione singola H.V.S.R. (Horizontal Spectral Ratio - metodo di Nakamura) con lo scopo di individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili alle variazioni litologiche presenti all'interno della copertura e nell'ammasso roccioso che strutturano il sito.

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il tromometro digitale "Tromino" della Micromed S.p.a. (Vedi FOTO e RELAZIONE MICROTREMORI).

I valori delle velocità delle onde di taglio registrati nei primi 30 metri di profondità:  $V_{s,30} = 270$  m/s

### 5.7.3 CATEGORIA "C" DEL SOTTOSUOLO

In definitiva i terreni del profilo litotecnico dell'area di progetto sono da ascrivere alla CATEGORIA "C" DEL SOTTOSUOLO di fondazione previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le di Costruzioni (Circolare 02 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.) ovvero sono costituiti, mediamente, da (Vedi Tab. 3.2.II) *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori:

\* VELOCITA' DIFFUSIONE ONDE SISMICHE:  $180 \text{ m/s} < V_{s,30} < 360 \text{ m/s}$ ;

\* nei terreni a grana grossa:  $15 < N_{SPT} < 50$  e

\* nei terreni a grana fina:  $70 < C_{u,30} < 250 \text{ kPa}$

### 5.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1

Considerando il settore indagato morfologicamente dotato di una configurazione superficiale semplice, subpianeggiante, per definire la sua condizione topografica si può adottare la classificazione della Tabella 3.2.IV - *Categorie topografiche* delle NTC/09:

\* CATEGORIA TOPOGRAFICA → T.1, *pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$*

### 5.8. TIPOLOGIA DELLE OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE

Il profilo longitudinale del fiume Tavo coinvolto nel progetto irriguo è caratterizzato da clivometrie decisamente contenute, prevalentemente subpianeggianti, interrotte localmente da lievi ondulazioni, omogenee ed armoniche; in particolare la sezione topografica del segmento interessato al progetto del 1° Attraversamento è regolata da una briglia rigida impostata a valle della condotta in acciaio ancorata su pile di c.a., la quale conferisce al regime del deflusso idrico la permanenza di una fase di prevalente equilibrio, ovvero  $C/Q = 1$ , capacità di trasporto  $C$  uguale alla portata solida  $Q$ , ovvero l'assenza di erosione e di sedimentazione.

La condotta adduttrice di tipo aereo, paesaggisticamente fortemente impattante, si dovrà demolire e sostituire con l'attraversamento subalveo in progetto, ubicandolo immediatamente a valle dell'esistente ed a monte della briglia in c.l.s..

Il *LETTO* in cui alloggiare la tubazione, rivestita da calcestruzzo e protetta adeguatamente a monte ed a valle da vespaio con pietrame, è strutturato dallo *STRATO ARGILLOSO*, argilloso marnoso, rilevato da 2,80 metri di profondità dal p.c., (Vedi *MODELLAZIONE GEOTECNICA \* Sezione litotecnica tipo § 5.6*); il substrato argilloso siltoso, rinvenuto allo stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*, è da assumere, a favore della cautela, con i seguenti parametri geotecnici

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,99 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* C_u = \text{coesione non drenata} > 1,74 \text{ Kg/cm}^2$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 28^\circ$$

Al *TETTO* dello *STRATO ARGILLOSO*, in discordanza stratigrafica ed eteropia di facies, giacciono i depositi delle alluvioni fluviali terrazzate, lo *STRATO SABBIOSO GHIAIOSO*, allo stato di addensamento da *SCIOLTO* a *COMPATTO* geotecnicamente caratterizzato da:

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,84 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 32^\circ$$

$$* Dr = \text{densità relativa} = 38\%$$



**6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO IDROGRAFICO TAVO**  
 → BACINO B.1 \* 2° ATTRAVERSAMENTO



Il secondo attraversamento del fiume Tavo, costruito in subalveo nel territorio di Collecervino e di Moscufo, sarà sostituito, anche in subalveo, immediatamente a valle dell'esistente, smantellato e sifonato dalla violenza del corso d'acqua in fase di prevalente erosione (Vedi CARTA GEOLOGICA \* *postazioni foto* e foto nn. 5.c e 5.d).

**6.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI**

Per individuare i parametri litologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dei terreni nei quali si andrà ad alloggiare l'attraversamento, la condotta irrigua e i pozzetti del tratto terminale del SETTORE A, CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1, sono stati condotti rilievi ed indagini sulle sponde dell'alveo del fiume Tavo, più precisamente (Vedi CARTA DELLE INDAGINI \* *eseguite e storiche*, in scala 1:5.000 e):

- alla confluenza del fosso Bottarane con il Tavo,
- nella cava di inerti,
- in prossimità della strada comunale *Grotte*,
- nel 2° attraversamento del fiume e
- immediatamente a valle del 2° attraversamento.

Inoltre in sinistra dell'alveo fluviale del 2° attraversamento, sul fondovalle e sulle sponde del fiume, sono stati eseguiti (Vedi ALLEGATO N.2 DEL QUADERNO DELLE INDAGINI):

- i rilievi e le misure delle successioni litostratigrafie in bella mostra (Vedi foto nn. 2.a, 2.b)
- le prove di compressione semplice mediante il pocket penetrometer (Vedi Stratigrafia),
- l'indagine geofisica, sismica (Vedi foto e Certificati).

In definitiva le *INDAGINI* e i *RILIEVI* condotti, nonché *storici*, consentono di individuare, con sufficiente attendibilità, i caratteri geologici e geotecnici dei terreni coinvolti nel progetto.

## 6.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

Dai dati acquisiti nella colonna litostratigrafia *tipo* di questo settore, strutturato dalle Alluvioni Terrazzate (1.t) (Vedi CARTA GEOLOGICA, in scala 1:25.000), si distinguono due *ORIZZONTI* (Vedi foto nn. 5.a e 5.b.):

### A - ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO

Mediamente, sotto il terreno vegetale, fino a 3 - 4 metri di profondità dal p.c. si rinviene un terreno prevalentemente sabbioso, sabbioso ghiaioso, sabbioso limoso diffusamente con trovanti ghiaiosi eterometrici, prevalentemente calcarei.

### B - ORIZZONTE ARGILLOSO LIMOSO

Mediamente, sotto i 3 - 4 metri di profondità dal p.c. si incontrano argille limose, limose marnose con livelletti di sabbia fine grigia.

In questo Orizzonte il corso d'acqua ha scavato e modellato l'alveo nel strato argilloso a profondità mediamente superiori ai 2,5 metri (Vedi Foto).

## 6.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

L'*ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO PERMEABILE* consente il deflusso delle acque di infiltrazione sulle *ARGILLE IMPERMEABILI*, le quali costituiscono l'orizzonte di sbarramento e determinano in genere la presenza di una falda acquifera, la quale nel tratto interessata alla sezione dell'*attraversamento*, dato l'alveo incassato nel substrato argilloso, è assente.

## 6.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le osservazioni, le misure e le prove penetrometriche eseguite sulla stratigrafia della scarpata dell'alveo fluviale, comparate con quelle storiche, consentono di individuare i parametri geotecnici dei depositi che strutturano il settore in progetto.

In particolare le prove penetrometriche dinamiche storiche, nonché di compressione semplice, forniscono i valori della resistenza alla rottura e consentono di definire i caratteri geomeccanici dell' *Orizzonte Sabbioso Ghiaioso*.

Più precisamente, in funzione dei valori dei  $N_{SPT}$ ,  $N_c$  e  $R_p$ , dalla Tabella di Correlazione Parametrica di Terzaghi - Peck, si individua

- \* il GRADO DI ADDENSAMENTO, ovvero la Densità Relativa,  $D_r$ , nonché
- \* l'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO  $\phi$ .

In definitiva l'addensamento dell' *ORIZZONTE A* diventa apprezzabile a partire da 1,20 m. dal p.c. (Vedi TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA).

TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA  
- Tezagli \* Peck 1948 -

Profondità m. dal p.c.	Num.colpi N. <sub>SPT</sub>	Addensa Mento	D	Ang. Att.
0,00 - 0,80	< 04	Molto Sciolto	< 0,2	< 30°
0,80 - 1,20	04 - 10	Sciolto	0,2 - 0,4	30° - 35°
1,20 - 2,80	10 - 20	Compatto	0,4 - 0,5	32° - 35°
> 2,80	> 20	Compatto	> 0,5	> 35°

N.SPT	VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO - Tezagli * Peck -
< 4	Sciolto
4 - 10	Poco addensato
10 - 30	Moderatamente addensato
30 - 50	Addensato
> 50	Molto addensato

L'*ORIZZONTE ARGILLOSO*, argilloso marnoso, ubicato persistentemente a profondità superiori ai 3 metri dal p.c., si rinviene allo stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*.

#### 6.5. CONCETTO GEOLOGICO - TECNICO

In definitiva l'alveo del fiume interessato al 2° attraversamento del progetto irriguo è strutturato da:

##### 1° - STRATO SUPERFICIALE

Sotto il terreno agrario, tra 0,70 ÷ 3,20 metri di profondità si rinviene un terreno a componente limosa sabbiosa ghiaiosa, da *SCIOLTO* a *COMPATTO*;

##### 2° - STRATO PROFONDO

sotto i 3,20 metri di profondità dal p.c. giace il substrato argilloso marnoso allo stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*.

##### \* - FALDA ACQUIFERA

Nella sezione dell'*attraversamento* è assente.

## 6.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

In sintesi finale, con cautela, assumendo parametri fisico-meccanici mediati per difetto, si possono distinguere e definire geotecnicamente i litotipi stratigrafici, ovvero si può individuare il seguente modello geotecnico, al quale il *PROGETTISTA* potrà fare riferimento.

<b>2° attraversamento del fiume Tavo</b> ◇◇◇ <b>MODELLAZIONE GEOTECNICA</b> - Sezione litotecnica tipo -					
SINTESI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE					
DESCRIZIONE LITOTIPI	Strati grafia	$\gamma$ Kg/dm <sup>3</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\phi$ (°)	Dr' %
<b>** TERRENO AGRARIO</b> fino a 0,70 metri dal p.c.		.....	.....	.....	.....
<b>I^O STRATO SABBIOSO GHIAIOSO</b> - Tra 0,70 ÷ 3,20 metri dal p.c. - da <i>SCIOLTO</i> a <i>COMPATTO</i>		1,88	0,00	32	41
<b>** FALDA ACQUIFERA</b>		Assente			
<b>II^O STRATO ARGILLOSO SILTOSO</b> - Sotto i 3,20 metri dal p.c. - <i>CONSISTENTE</i> ÷ <i>MOLTO CONSISTENTE</i>		2,05	1,75	29	.....

$\gamma$  = peso di volume naturale  
 $\Phi$  = angolo di resistenza al taglio

Cu = coesione non drenata  
 Dr = densità relativa

## 6.7 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL PROGETTO

Il territorio del comune di Collecervino e di Moscufo, al confine dei quali si inserisce il 2° Attraversamento del fiume Tavo, secondo l'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 29.03.2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ricade

\* *IN ZONA 3*, in zona con *SISMICITA' BASSA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,05 \div 0,15g$ .

### 6.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO

Secondo le vigenti normative tecniche di costruzione, N.T.C. del 14.01.2008, il valore dell'accelerazione orizzontale  $a_g$  nel settore va determinato riferendolo ad un reticolo definito in termini di coordinate geografiche ED50 e WGS84.

Coordinate geografiche del punto:

Latitudine (WGS84): 42,4439500[°]; (ED50): 42,4449200[°]

Longitudine (WGS84):14,0587700[°]; (ED50): 14,0596700[°]

La maglia di appartenenza, individuata dai vertici, 4 punti dei 10.751 (Vedi MAGLIA DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO), consente di calcolare oltre ai valori di  $a_g$  anche i valori massimi del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$  ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T'_c$  (Vedi PARAMETRI, COEFFICIENTI SISMICI e SPETTRI DI RISPOSTA).

Per determinare le pericolosità sismiche, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del sito del progetto ed in particolare della velocità di propagazione delle onde sismiche fino a 30 metri di profondità dal piano di fondazione, il Tecnico Incaricato potrà fare riferimento alla caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, di seguito definita, sulla base della Caratterizzazione Morfologica, Litologica, Idrogeologica, Geotecnica del suolo e, soprattutto, sulla base dei dati acquisiti con l'indagine sismica in situ.

### 6.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO $V_{s,30}$

La caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata eseguita con la tecnica di indagine sismica passiva a stazione singola H.V.S.R. (Horizontal Spectral

Ratio - metodo di Nakamuna) con lo scopo di individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili alle variazioni litologiche presenti all'interno della copertura e nell'ammasso roccioso che strutturano i siti.

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il tromometro digitale "Tromino" della Micromed S.p.a. (Vedi FOTO e RELAZIONE MICROTREMORI).

I valori delle velocità delle onde di taglio registrati nei primi 30 metri di profondità:  $V_{s,30} = 482$  m/s

### 6.7.3 CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO

In definitiva i terreni del profilo litotecnico dell'area di progetto sono da ascrivere alla *CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO* di fondazione previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le di Costruzioni (Circolare 02 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.) ovvero sono costituiti, mediamente, da *(Vedi Tab. 3.2.II)olto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori:

- \* VELOCITA' DIFFUSIONE ONDE SISMICHE:  $360 \text{ m/s} < V_{s30} < 800 \text{ m/s}$ ;
- \* nei terreni a grana grossa:  $N_{SPT} > 50$  e
- \* nei terreni a grana fina:  $C_u > 250 \text{ kPa}$

### 6.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1

Considerando il settore indagato morfologicamente dotato di una configurazione superficiale subpianeggiante, semplice, per definire la sua condizione topografica si può adottare la classificazione della Tabella 3.2.IV - *Categorie topografiche* delle NTC/09:

- \* CATEGORIA TOPOGRAFICA → T.1, *pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .*

### 6.8. TIPOLOGIA DELLE OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE

Nel contesto il profilo longitudinale del Tavo è caratterizzato da clivometrie subpianeggianti, interrotte da lievi ondulazioni; invece la sezione longitudinale del segmento direttamente interessato al progetto del 2° Attraversamento è bruscamente interrotta dallo sbarramento del massiccio rivestimento in c.a. della

tubazione, una volta in subalveo, attualmente smantellato e sifonato dalla violenza del corso d'acqua torrenziale in fase di prevalente erosione (Vedi Foto nn. 5.c e 5.d).

Le acque provenienti da monte hanno un carico solido inferiore a quello che in realtà potrebbero trasportare, ovvero il rapporto  $C/Q > 1$ , la capacità di trasporto  $C$  è maggiore della portata solida  $Q$ ; la corrente, quindi, dispone di una certa quantità di energia libera, che impegna appunto nella erosione del fondo e nel trasporto a valle.

Nel tratto del corso d'acqua, da attraversare con la tubatura in subalveo, in fase di prevalente scavo, occorrerà diminuire la velocità del flusso riducendo la pendenza con un salto di fondo mediante l'impostazione di una briglia (Vedi PLANIMETRIA SATELLITARE \* *opere in progetto*).

La briglia, realizzata a valle dell'attraversamento in progetto, costituirà un nuovo livello di base per il tratto immediatamente a monte, creando una vasca di decantazione, che sarà colmata innalzando l'alveo, diminuirà la pendenza, la velocità e quindi il potere erosivo della corrente; determinerà a monte un precoce invecchiamento dell'alveo e quindi le condizioni di equilibrio,  $C/Q=1$ , nonché di protezione.

Il *LETTO* in cui alloggiare la tubazione dell'attraversamento, rivestita da calcestruzzo e protetta a monte da un vespaio con pietrame, è strutturato dallo *STRATO ARGILLOSO* (Vedi Stratigrafia); substrato argilloso da assumere, a favore della cautela, con i seguenti parametri geomeccanici (Vedi MODELLAZIONE GEOTECNICA \* *Sezione litotecnica tipo § 6.6*):

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 2,05 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* C_u = \text{coesione non drenata} > 1,75 \text{ Kg/cm}^2$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 29^\circ$$

Al *TETTO* dello *STRATO ARGILLOSO*, in discordanza stratigrafica ed eteropia di facies, giace lo *STRATO SABBIOSO GHIAIOSO*, nel quale alloggiare la condotta adduttrice ed i pozzetti, caratterizzato da:

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,88 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 32^\circ$$

$$* D_r = \text{densità relativa} = 41\%$$

## **7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* BACINO**

CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1 \* 3° ATTRAV. BOTTARANE



Per definire le caratteristiche litologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei terreni del SETTORE A, del TRATTO CONDOTTA PASSO CORDONE → BACINO B.1 esteso sul fondovalle del basso bacino idrografico del fiume Tavo, tra il 1° ed il 2° attraversamento, è stato effettuato il rilevamento anche della cava di inerti aperta al margine del torrente Bottarane, in sinistra della confluenza con il fiume Tavo.

### **7.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI**

Le indagini ed i rilievi effettuati sul tratto del tracciato della condotta adduttrice interessato al progetto dell'attraversamento, sono consistiti (Vedi ALLEGATO N.3 DEL QUADERNO DELLE INDAGINI):

- nella esecuzione di prove di compressione semplice sulle scarpate della cava e sulle sponde del corso d'acqua del torrente Bottarane, decisamente modesto (Vedi Foto nn.4.a - 4.b e Statigrafia);
- nel rilevare il livello piezometrico della falda acquifera del pozzo scavato all'interno della cava e
- nel misurare la profondità dei laghetti impostati sul substrato argilloso della cava di inerti (Vedi Foto nn. 4.c e 4.d).
- nell'indagine sismica passiva a stazione singola (Vedi foto e Certificati).

Le *INDAGINI* ed i *RILIEVI effettuati e storici* consentono di definire esaustivamente la caratterizzazione geologica, la modellazione geotecnica e sismica dei terreni coinvolti nel progetto irriguo ed in particolare dell'attraversamento.

### **7.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA**

Nel settore in esame la successione litostratigrafica *tipo* è individuata essenzialmente da due *Orizzonti* (Vedi Foto):

#### **A - ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO**

Fino a 3-4 metri di profondità dal p.c. si rinviene un terreno prevalentemente sabbioso, sabbioso limoso, con lenti e livelli ghiaiosi in matrice limosa sabbiosa più o meno abbondante;

**B - ORIZZONTE ARGILLOSO LIMOSO**

Sotto 3-4 metri di profondità dal p.c. s'incontrano limi argillosi ed argille limose marnose con livelletti di sabbia fine grigia.

**7.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA**

L' *ORIZZONTE SABBIOSO GHIAIOSO PERMEABILE* del settore consente il deflusso delle acque di infiltrazione sulle *ARGILLE IMPERMEABILI*, le quali costituiscono l'orizzonte di sbarramento e determinano la presenza di una falda con livelli piezometrici compresi tra 2 - 3 metri di profondità dal p.c..

**7.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Le prove penetrometriche nonché di compressione semplice forniscono i valori della resistenza alla rottura e permettono di definire i caratteri geomeccanici dell' *Orizzonte Sabbioso ghiaioso*.

Dalla Tabella di Correlazione Parametrica di Terzaghi - Peck, in funzione dei valori dei  $N_{SPT}$ ,  $N_c$  e  $R_p$  si individua:

- \* il GRADO DI ADDENSAMENTO, ovvero la Densità Relativa,  $D_r$ , e
- \* l'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO  $\varphi$ ,

La Densità Relativa, l'addensamento dell' *ORIZZONTE A* diventa apprezzabile a partire da 1,40 metri di profondità dal p.c. (Vedi TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA).

**TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA**

- Terzaghi \* Peck 1948 -

Profondità m. dal p.c.	Num.colpi $N_{SPT}$	Addensa Mento	$D_r$	Ang. Att. $\varphi$
0,00 - 0,60	< 04	Molto Sciolta	< 0,2	< 30°
0,60 - 1,40	04 -10	Sciolta	0,2 - 0,4	30° - 35°
1,40 - 3,10	10 - 20	Compatta	0,4 - 0,5	35° - 37°
> 3,10	> 20	Compatta	> 0,5	> 37°

N.SPT	VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO - Tezagli * Peck -
< 4	Sciolto
4 - 10	Poco addensato
10 - 30	Moderatamente addensato
30 - 50	Addensato
> 50	Molto addensato

L'ORIZZONTE ARGILLOSO", ubicato persistentemente a profondità superiori a 3 metri dal p.c., si rinviene con una consistenza da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*.

#### 7.5. CONCETTO GEOLOGICO - TECNICO

La sezione geotecnica dell'attraversamento in progetto (Vedi Stratigrafia) è strutturata da:

##### 1° - STRATO SUPERFICIALE

Fino a 3,80 metri di profondità dal p.c. si rinvergono i depositi *SABBIOSO-GHIAIOSI*, da *SCIOLTI* a *COMPATTI*;

##### 2° - STRATO PROFONDO

Sotto i 3,80 metri di profondità dal p.c. giace il substrato argilloso allo stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*;

##### \* - FALDA ACQUIFERA

Il livello piezometrico della falda si è attestato a 2,10 metri di profondità dal p.c., ovvero dal piano del cantiere della cava di inerti.

#### 7.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

In sintesi finale, con cautela, assumendo parametri fisico-meccanici mediati per difetto, si possono distinguere e definire geotecnicamente i litotipi stratigrafici, ovvero si può individuare il modello geotecnico, al quale il *TECNICO* potrà fare riferimento per la progettazione esecutiva.

<b>attraversamento (3°) del fosso Bottarane</b> ◇◇◇ <b>* MODELLAZIONE GEOTECNICA *</b> - Sezione litotecnica tipo -					
SINTESI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE					
DESCRIZIONE DEI LITOTIPI	Strati- grafia	$\gamma$ Kg/dm <sup>3</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\Phi$ (°)	Dr %
<b>** - TERRENO VEGETALE</b> - fino a 0,60 metri dal p.c.		.....	.....	.....	.....
<b>I^O - STRATO SABBIOSO GHIAIOSO</b> - tra 0,60 ÷ 3,80 metri dal p.c. da <i>SCIOLTO</i> a <i>COMPATTO</i>		1,81	0,00	33	44
<b>** - FALDA ACQUIFERA</b> - Livello piezometrico a 2,10 metri dal p.c.	permanente				
<b>II^O - STRATO ARGILLOSO LIMOSO</b> - Sotto i 3,80 metri dal p.c. - da <i>CONSISTENTE</i> a <i>MOLTO CONSISTEN.</i>		1,98	1,53	27	.....

$\gamma$  = peso di volume naturale

$\Phi$  = angolo di resistenza al taglio

Cu = coesione non drenata

Dr = densità relativa

◇◇◇

## 7.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL PROGETTO

I comuni di Loreto Aprutino e Collecervino, al confine dei quali si inserisce l'Attraversamento (3°) del torrente Bottarane, secondo l'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 29 marzo 2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ricadono rispettivamente

- il territorio di Loreto Aprutino in

\* *ZONA 2*, con *SISMICITA' MEDIA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,15 \div 0,25$  g.. ed

- il territorio di Collecervino in

\* *IN ZONA 3*, in zona con *SISMICITA' BASSA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,05 \div 0,15$ g.

### 7.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO

Secondo le vigenti normative tecniche di costruzione, N.T.C. del 14.01.2008, il valore dell'accelerazione orizzontale  $a_g$  nel settore va determinato riferendolo ad un reticolo definito in termini di coordinate geografiche ED50 e WGS84.

Coordinate geografiche del punto:

Latitudine (WGS84): 42,4322900[°]; (ED50): 42,4332500[°]

Longitudine (WGS84):14,0338700[°]; (ED50) 14,0347700[°]

La maglia di appartenenza, individuata dai vertici, 4 punti dei 10.751 (Vedi MAGLIA DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO), consente di calcolare oltre ai valori di  $a_g$  anche i valori massimi del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$  ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T'_c$  (Vedi PARAMETRI, COEFFICIENTI SISMICI e SPETTRI DI RISPOSTA).

Per determinare le pericolosità sismiche, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del sito del progetto ed in particolare della velocità di propagazione delle onde sismiche fino a 30 metri di profondità dal piano di fondazione, il Tecnico

Incaricato potrà fare riferimento alla caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, di seguito definita, sulla base della Caratterizzazione Morfologica, Litologica, Idrogeologica, Geotecnica del suolo e, soprattutto, sulla base dei dati acquisiti con l'indagine sismica in situ.

#### 7.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO $V_{s,30}$

La caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata eseguita con la tecnica di indagine sismica passiva a stazione singola H.V.S.R. (Horizontal Spectral Ratio - metodo di Nakamura) con lo scopo di individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili alle variazioni litologiche presenti all'interno della copertura e nell'ammasso roccioso che strutturano i siti.

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il tromometro digitale "Tromino" della Micromed S.p.a. (Vedi FOTO e RELAZIONE MICROTREMORI).

I valori delle velocità delle onde di taglio registrati nei primi 30 metri di profondità:  $V_{s,30} = 555$  m/s

#### 7.7.3 CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO

In definitiva i terreni del profilo litotecnico dell'area di progetto sono da ascrivere alla CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO di fondazione previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le di Costruzioni (Circolare 02 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.) ovvero sono costituiti, mediamente, da *olto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori:

\* VELOCITA' DIFFUSIONE ONDE SISMICHE:  $360$  m/s  $< V_{s30} < 800$  m/s;

\* nei terreni a grana grossa:  $N_{SPT} > 50$  e

\* nei terreni a grana fina:  $C_u > 250$  kPa

#### 7.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1

Considerando il settore indagato morfologicamente dotato di una configurazione superficiale subpianeggiante, semplice, per definire la sua condizione topografica si può adottare la classificazione della Tabella 3.2.IV - *Categorie topografiche* delle NTC/09:

\* CATEGORIA TOPOGRAFICA → T.1, *pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$* .

#### 7.8. TIPOLOGIA DELLE OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE

Il corso d'acqua del fosso Bottarane, da attraversare con la tubatura in subalveo, è caratterizzato da un regime torrentizio, è soggetto a portate molto variabili, da periodi di secca a periodi di piena.

Il torrente in fase di prevalente scavo potrebbe smantellare e danneggiare la condotta adduttrice, sarà perciò opportuno, oltre che rivestirla con calcestruzzo, proteggerla dall'erosione impostando a monte e a valle, per tutta la lunghezza dell'attraversamento subalveo, con vespai di pietrame.

Il *LETTO* litostratigrafico del settore è strutturato dallo *STRATO ARGILLOSO*, substrato argilloso da assumere, eventualmente, con i seguenti parametri geotecnici (Vedi MODELLAZIONE GEOTEC-NICA \* *Sezione litotecnica tipo* § 7.6):

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,98 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* c_u = \text{coesione non drenata} = 1,53 \text{ Kg/cm}^2$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 27^\circ$$

Al *TETTO* dello *STRATO ARGILLOSO*, in discordanza stratigrafica e con eteropia di facies, giace lo *STRATO SABBIOSO GHIAIOSO*, nel quale alloggiare la condotta irrigua ed i pozzetti del tratto esteso a monte ed a valle del torrente Bottarane; lo strato progettualmente si può assumere con i seguenti parametri geomeccanici:

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,81 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 33^\circ$$

$$* D_r = \text{densità relativa} = 44\%$$

**8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE \* DACINO FIUMI TAVO - SALINE**  
 \* CONSOLIDAMENTO CON MICROPALI



La vasca di compenso a servizio dei distretti irrigui n.13 e n.14, realizzata a suo tempo in aperta campagna, sul colle *Pignataro* del territorio del comune di Cappelle sul Tavo, oggi inglobata nel tessuto urbano, costituisce una situazione critica, di pericolo per il centro abitato insediato al piede, immediatamente a valle (Vedi foto nn.7.a e 7.b); rischio molto elevato per le abitazioni, ma soprattutto per le persone.

Per la messa in sicurezza sarà necessario consolidare i versanti, ovvero le sponde della vasca nei settori valle, mediante la messa in opera di micropali a profondità adeguate ai risultati delle indagini geognostico - geotecniche condotte e corredate dei parametri geomeccanici da acquisire con prove di laboratorio da eseguire su campioni indisturbati in corso d'opera.

**8.1. INDAGINI E RILIEVI EFFETTUATI**

Per individuare, in fase preliminare, le caratteristiche litologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei terreni coinvolti nel progetto irriguo del Settore B, del tratto di condotta *vasca distretto n.12 - vasca distretto n. 15*, ubicato sul versante della collina estesa in destra della confluenza Tavo - Saline, sono state eseguite delle indagini nell'area di pertinenza della Vasca Distretto nn.13 - 14, sono state eseguite delle indagini in situ nell'area di pertinenza della Vasca Distretto nn.13 - 14 consistite (Vedi ALLEGATO N.4 DEL QUADERNO DELLE INDAGINI):

- nello scavo di una trincea esploratrice, geognostica;
- nella esecuzione di prove di compressione semplice durante lo scavo della trincea geognostica (Vedi Stratigrafia);
- nella esecuzione di prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. (Vedi Foto e Certificati n. 4)
- nell'effettuare l'indagine geofisica, sismica (Vedi Foto e Certificati).

Le *INDAGINI* ed i *RILIEVI effettuati*, comparati con quelli *storici*, eseguiti a suo tempo per la progettazione della struttura irrigua, consentono di definire con sufficiente attendibilità la caratterizzazione geologica e la modellazione geotecnica dei terreni della *COLTRE SUPERFICIALE*, nei quali si andrà ad alloggiare la condotta

adduttrice irrigua, e delle *PELITI DI PIATTAFORMA* (4.), substrato argilloso nel quale si dovrà ammorsare, a profondità adeguate, i micropali del consolidamento.

## 8.2. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

Nella colonna litostratigrafica *tipo*, strutturata essenzialmente dalle *PELITI ARGILLOSE* ammantate dalla *COLTRE SUPERFICIALE* eluviale (4.) (Vedi CARTA GEOLOGICA, in scala 1:25.000), si individua in particolare:

### A - ORIZZONTE LIMOSO SABBIOSO

Tra 2 - 3 metri di profondità dal p.c. si rinviene un terreno prevalentemente sabbioso, sabbioso limoso con trovanti ghiaiosi eterometrici e con livelli argillosi, i quali verso il basso diventano predominanti;

### B - ORIZZONTE ARGILLOSO LIMOSO

Sotto i 2 - 3 metri di profondità dal p.c. s'incontrano limi argillosi ed argille limose marnose con livelletti di sabbia fine grigiastra.

## 8.3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

L' *ORIZZONTE LIMOSO SABBIOSO PERMEABILE* del settore consente il deflusso delle acque di infiltrazione sulle *ARGILLE IMPERMEABILI*, le quali costituiscono l'orizzonte di sbarramento e determinano una irrilevante presenza idrica stagionale non evidenziata dalla trincea geognostica, dalle prove penetrometriche e dai sondaggi storici, condotti per la realizzazione della vasca.

## 8.4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Le prove penetrometriche dinamiche, di compressione semplice, nonché le *indagini storiche* forniscono i dati che consentono di definire i caratteri geomeccanici dei litotipi che strutturano il settore in esame.

In particolare dalla Tabella di Correlazione Parametrica di Terzaghi - Peck, in funzione dei valori dei  $N_{SPT}$ ,  $N_c$  e  $R_p$  si individua:

- \* il GRADO DI ADDENSAMENTO, ovvero la Densità Relativa,  $D_r$ , e
- \* l'ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO  $\phi$ .

Mediamente l'addensamento dell' ORIZZONTE LIMOSO SABBIOSO è considerevole già da 0,60 metri di profondità dal piano campagna (Vedi TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA).

TABELLA DI CORRELAZIONE PARAMETRICA

- Tezagli \* Peck 1948 -

Profondità m. dal p.c.	Num.colpi N. <sub>SPT</sub>	Addensa Mento	D <sub>r</sub>	Ang. Att. φ
0,00 - 0,60	04 - 10	Sciolta	0,2 - 0,4	30° - 35°
0,60 - 2,40	10 - 20	Compatta	0,4 - 0,5	35° - 37°
> 2,40	> 20	Compatta	> 0,5	> 37°

N.SPT	VALUTAZIONE DELLO STATO DI ADDENSAMENTO - Tezagli * Peck -
< 4	Sciolto
4 - 10	Poco addensato
10 - 30	Moderatamente addensato
30 - 50	Addensato
> 50	Molto addensato

L'ORIZZONTE ARGILLOSO, ubicato persistentemente a profondità superiori ai 2 metri dal p.s., si rinviene con una consistenza, progressivamente con la profondità, da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*.

#### 8.5. CONCETTO GEOLOGICO - TECNICO

Il sito sedime del progetto di consolidamento della vasca di compenso è strutturato da:

##### 1° - STRATO SUPERFICIALE

Fino a 2,20 metri profondità si rinviene un terreno a componente prevalente sabbiosa limosa; stato fisico da *SCIOLTO* a *COMPATTO*;

##### 2° - STRATO PROFONDO

sotto i 2,20 metri dal p.c. si incontra un terreno prevalentemente argilloso marnoso; stato fisico da *CONSISTENTE* a *MOLTO CONSISTENTE*;

\* - FALDA ACQUIFERA: non rilevata, assente.

### 8.6. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

In sintesi finale, con cautela, assumendo parametri fisico-meccanici mediati per difetto, si possono distinguere e definire geotecnicamente i litotipi stratigrafici, ovvero si può individuare il seguente modello geotecnico, al quale il *TEC NICO INCARICATO* potrà fare riferimento per il progetto preliminare.

<b>Vasca di compenso distretti nn. 13-14</b> ◇◇◇ <b>* MODELLAZIONE GEOTECNICA *</b> - Sezione litotecnica tipo -					
SINTESI DEI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI DI FONDAZIONE					
DISCREZIONE DEI LITOTIPI	Strati- grafia	$\gamma$ Kg/dm <sup>3</sup>	Cu Kg/cm <sup>2</sup>	$\Phi$ (°)	Dr %
<b>I^O - STRATO SABBIOSO LIMOSO</b> - fino a 2,20 metri dal p.s. - Moderatamente Addensato		1,92	0,00	31	42
<b>** - FALDA ACQUIFERA</b>		non rilevata, assente			
<b>II^O - STRATO ARGILLOSO LIMOSO</b> - Sotto i 2,20 metri dal p.s. - Da consistente a molto consistente		2,05	1,45	27	.....

$\gamma$  = peso di volume naturale

$\Phi$  = angolo di resistenza al taglio

Cu = coesione non drenata

Dr = densità relativa

◇◇◇

## 8.7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO DEL PROGETTO

Il territorio del comune di Cappelle sul Tavo, all'interno del quale si inserisce il suolo indagato, sedime della Vasca dei Distretti nn. 13 e 14 2° da consolidare, secondo l'Ordinanza Ministeriale n. 3274 del 29 marzo 2003 del Presidente del Consiglio dei Ministri, ricade

- *IN ZONA 3*, in zona con *SISMICITA' BASSA*,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,05 \div 0,15g$ .

### 8.7.1 MAGLIA GEOGRAFICA DI RIFERIMENTO

Secondo le vigenti normative tecniche di costruzione, N.T.C. del 14.01.2008, il valore dell'accelerazione orizzontale  $a_g$  nel settore va determinato riferendolo ad un reticolo definito in termini di coordinate geografiche ED50 e WGS84.

Coordinate geografiche del punto:

Latitudine (WGS84): 42,4726800[°]; (ED50): 42,4736400[°]

Longitudine (WGS84):14,1077600[°]; (ED50): 14,1086600[°]

La maglia di appartenenza, individuata dai vertici, 4 punti dei 10.751 (Vedi MAGLIA DEL RETICOLO DI RIFERIMENTO), consente di calcolare oltre ai valori di  $a_g$  anche i valori massimi del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$  ed il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T'_c$  (Vedi PARAMETRI, COEFFICIENTI SISMICI e SPETTRI DI RISPOSTA).

Per determinare le pericolosità sismiche, in funzione delle caratteristiche geomeccaniche del sito del progetto ed in particolare della velocità di propagazione delle onde sismiche fino a 30 metri di profondità dal piano di fondazione, il Tecnico Incaricato potrà fare riferimento alla caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, di seguito definita, sulla base della Caratterizzazione Morfologica, Litologica, Idrogeologica, Geotecnica del suolo e, soprattutto, sulla base dei dati acquisiti con l'indagine sismica in situ.

### 8.7.2 INDAGINE SISMICA \* VELOCITA' ONDE DI TAGLIO $V_{s,30}$

La caratterizzazione dei terreni di fondazione è stata eseguita con la tecnica di indagine sismica passiva a stazione singola H.V.S.R. (Horizontal Spectral Ratio - metodo di Nakamura) con lo scopo di individuare le frequenze di risonanza del sito, correlabili alle variazioni litologiche presenti all'interno della copertura e nell'ammasso roccioso che strutturano i siti.

Lo strumento utilizzato per le misurazioni è il tromometro digitale "Tromino" della Micromed S.p.a. (Vedi FOTO e RELAZIONE MICROTREMORI).

I valori delle velocità delle onde di taglio registrati nei primi 30 metri di profondità:  $V_{s,30} = 440$  m/s

### 8.7.3 CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO

In definitiva i terreni del profilo litotecnico dell'area di progetto sono da ascrivere alla CATEGORIA "B" DEL SOTTOSUOLO di fondazione previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le di Costruzioni (Circolare 02 febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.) ovvero sono costituiti, mediamente, da (Vedi Tab. 3.2.II) *rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori:

- \* VELOCITA' DIFFUSIONE ONDE SISMICHE:  $360 \text{ m/s} < V_{s,30} < 800 \text{ m/s}$ ;
- \* nei terreni a grana grossa:  $N_{SPT} > 50$  e
- \* nei terreni a grana fina:  $C_u > 250 \text{ kPa}$

### 8.7.4 CATEGORIA TOPOGRAFICA \* T.1

Considerando il settore indagato morfologicamente dotato di una configurazione superficiale semplice, pianeggiante, per definire la sua condizione topografica si può adottare la classificazione della Tabella 3.2.IV - *Categorie topografiche* delle NTC/09:

- \* CATEGORIA TOPOGRAFICA → T.1, *pendii con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$*

### 8.8. TIPOLOGIA DELLE OPERE \* TERRENI DI FONDAZIONE

La vasca di integrazione dell'impianto irriguo a servizio dei distretti nn.13 e 14, realizzata in aperta campagna, oggi inglobata nel tessuto urbano, ha innescato un rischio elevato per l'abitato e per le persone.

Per eliminare la pericolosità della situazione sarà necessario mettere in cantiere delle opere di consolidamento della struttura della vasca e dei versanti, che sovrastano il centro residenziale.

Per la messa in sicurezza sarà sufficiente consolidare le sponde della vasca di compenso nei settori valle mediante pali trivellati di piccolo diametro, ovvero mediante la messa in opera di micropali armati con tubi in acciaio, iniettati con miscela cementizia.

I micropali, posti ad un interasse non superiore al triplo del diametro, spinti sufficientemente nel substrato argilloso indisturbato, si dovranno saldare in testa con un cordolo in cemento armato adeguatamente dimensionato e strutturato.

Le dimensioni e le strutture dei micropali si dovranno accertare con l'acquisizione dei dati geotecnici da individuare con sondaggi geognostici e prove geomeccaniche eseguiti in situ e in laboratorio in fase della progettazione definitiva.

Per la progettazione preliminare sono sufficienti, in prima approssimazione, i dati acquisiti in questa fase con le *indagini eseguite e storiche*.

Il *LETTO*, in cui alloggiare i micropali è strutturato dallo *STRATO ARGILLOSO*, substrato argilloso marnoso da assumere, indicativamente, con i seguenti parametri geotecnici (Vedi MODELLAZIONE GEOTEC-NICA \**Sezione litotecnica tipo* § 7.6):

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 2,05 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* C_u = \text{coesione non drenata} = 1,45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 27^\circ$$

Al *TETTO* dello *STRATO ARGILLOSO*, in discordanza stratigrafica e con eteropia di facies, giace lo *STRATO SABBIOSO LIMOSO*, nel quale si dovranno alloggiare la condotta adduttrice e i pozzetti, geotecnicamente è caratterizzato da:

$$* \gamma = \text{peso di volume naturale} = 1,92 \text{ Kg/dm}^3$$

$$* \Phi = \text{angolo di resistenza al taglio} = 31^\circ$$

$$* D_r = \text{densità relativa} = 42\%$$

## 9. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO NEI VINCOLI



Per la completezza dello Studio Preliminare per l'*ammodernamento dell'impianto irriguo* eseguito vengono richiamati, analizzati e sintetizzati i vincoli esistenti sui territori coinvolti nel progetto; più in particolare come si inquadrano le opere in progetto nei riguardi dei vincoli.

### 9.1. VINCOLI SISMICI

Le opere progettate per l'*ammodernamento*, con Ordinanza Ministeriale n° 3274 del Presidente del Consiglio dei ministri del 20 luglio 2003, aggiornata al 16 gennaio 2006, ricadono

- **parte** nel territorio del comune di Loreto Aprutino classificato

\* ZONA 2, con SISMICITA' MEDIA,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,15 \div 0,25$  g; e

- **parte** nel territorio dei comuni di Collecorvino, Moscufo, Cappelle sul Tavo e Montesilvano Colle classificati

\* ZONA 1, con SISMICITA' BASSA,

ovvero con P.G.A. (peak ground acceleration), con picco di accelerazione al suolo compreso  $a_g = 0,05 \div 0,15$  g.;

Secondo le vigenti *normative tecniche per le costruzioni*, N.T.C., del D.M. Infrastrutture 14.01.2008, della Circolare n° 617/C.S. LL.PP. del 14.01.2008, la pericolosità sismica dei siti è stata determinata all'interno delle allegate

\* *MAGLIE GEOGRAFICHE DI RIFERIMENTO.*

### 9.2. VINCOLI DEL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO \* P.A.I.

Nel *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico*, P.A.I., *Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi*, della Regione Abruzzo, adottato in base alla L.R. n° 81 del settembre 1998, con D.G.R. n° 1386 del 29.12.2004 e s.m.i., i suoli sede della condotta irrigua in progetto si estendono totalmente (Vedi CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA, in scala 1:25.000) all'interno della perimetrazione delle

\* ***Aree in cui non sono stati rilevati dissesti,***

ovvero aree in cui non esistono pericoli dal punto di vista delle dinamiche geomorfologiche (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA in scala 1:25.000), fatta eccezione per un *minuto segmento* della condotta irrigua (alcuni metri), per altro coincidente con lo stato di fatto, che ricade all'interno della perimetrazione delle

\* ***P.2 - Aree con Pericolosità Elevata,***

ovvero all'interno di un corpo di frana di scorrimento rotazionale, attualmente allo stato attivo (Vedi CARTA GEOMORFOLOGICA, in scala 1:25.000), nonché delle

\* ***Aree a rischio moderato***

per le persone e per le cose (Vedi CARTA DEL RISCHIO DA FRANE, in scala 1:25.000).

Comunque il comma 1 dell'articolo 16 e 17 del Capo III, delle Norme di Attuazione del citato Piano Stralcio - *Disciplina delle a pericolosità elevata (P.2)* consente *gli interventi ammessi nelle aree perimetrate a pericolosità molto elevata P.3, di cui all'articolo 16.*

Per l'articolo 16, *Interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche, nelle aree a pericolosità molto elevata, nonché nelle aree a pericolosità elevata, sono consentiti esclusivamente:*

- comma 1: lettera "d": *nuove infrastrutture a rete.....dichiarati essenziali.....non delocalizzabili;*

- comma 2, dell'articolo 16: *Lo studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E delle presenti norme, è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera d).*

Consegue che è necessario eseguire il detto *Studio di Compatibilità Idrogeologica.*

**9.3. VINCOLI DEL PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI \* P.S.D.A.**

Nel Piano Stralcio di bacino Difesa Alluvioni, P.S.D.A., adottato in base alla L.R. ed al D.G.R. riferiti, la maggior parte delle opere idrauliche in progetto, condotta irrigua, pozzetti e l'attraversamento del fosso del torrente Bottarane, ricade

fuori (Vedi CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA, in scala 1:25.000) delle perimetrazioni delle

\* *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA*

Per contro tratti della condotta adduttrice, alcuni pozzetti e gli attraversamenti del fiume Tavo ricadono all'interno delle perimetrazioni di tutte le classi di pericolosità idraulica, ovvero delle

\* *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA DA MODERATA a MOLTO ELEVATA*

e solo il *minuto segmento* (Vedi P.2) della condotta irrigua, per altro coincidente con lo stato di fatto, ricade all'interno della perimetrazione delle (Vedi CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO, in scala 1:25.000) delle

\* *AREE A RISCHIO MODERATO*

Comunque nelle *AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA*, nonché *ELEVATA, MEDIA e MODERATA*,

- ai sensi dell'articolo 19 del Capo III del citato *PIANO STRALCIO: Interventi consentiti in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata:*

- comma 1, lettera c) sono consenti esclusivamente: *le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale, che siano dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili*", subordinatamente allo Studio di Compatibilità Idraulica prescritto dal comma 2.

#### **9.4. VINCOLI DEI SITI DI INTERESSE COMUNITARIO \* S.I.C.**

Nei territori interessati al progetto irriguo non esistono Siti di Interesse Comunitario; ovvero le opere progettate non ricadono all'interno delle perimetrazioni dei SITI DI INTERESSE COMUNITARIO, S.I.C..

#### **9.5. VINCOLI DELLE ZONE DI PROTEZIONE SPECIALI \* Z.P.S.**

Nei territori interessati al progetto irriguo non esistono Zone di Protezione Speciali; ovvero le opere progettate non ricadono all'interno delle perimetrazioni di ZONE DI PROTEZIONE SPECIALI.

**9.6. VINCOLI DEL PIANO TERR. COORDINAMENTO PROV.LE \* P.T.C.P.**

Nei territori interessati al progetto irriguo non esistono vincoli del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

**9.7. VINCOLI IDROGEOLOGICI \* PAESAGGISTICI \* FORESTALI**

Nei territori interessati al progetto irriguo i Vincoli Idrogeologi, Paesaggisti e Forestali sono presenti e puntualmente rispettati.

**9.8. IMPATTO AMBIENTALE \* VINCOLO PAESAGGISTICO**

Le opere proposte per l'*ammodernamento dell'impianto irriguo*, ai sensi degli articoli 19 e 29 del D.lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i., non sono sottoposte a valutazione di impatto ambientale.

Per contro, le aree sedime degli interventi programmati sono tutelate e, ai sensi dell'articolo num. 142 del D.lgs. num. 42 del 2004, sottoposte ad autorità paesaggistica.



## 10. FATTIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA



Le indagini e gli studi condotti hanno consentito di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche, geotecniche, e dell'uso del suolo dei territori coinvolti direttamente ed indirettamente nella realizzazione del progetto di *ammodernamento* dell'impianto irriguo del bacino Tavo - Saline redatto dai tecnici del Consorzio di Bonifica Centro.

Caratteristiche le quali in particolare hanno permesso di eseguire le Verifiche di Stabilità, lo Studio di Compatibilità Idrogeologica, lo Studio di Compatibilità Idraulica, di valutare il Rischio Idraulico non ch  di effettuare le prescritte "Verifiche di Fattibilit  Geologica e Geotecnica".

Dalle *Relazioni* sulle indagini e sugli *Studi* effettuati ed ampiamente documentati si evince, che gli scavi, le asportazioni ed i riporti dei materiali prevalentemente sabbiosi ghiaiosi e limosi sabbiosi argillosi, la tipologia e gli impegni statici-dinamici delle opere progettate:

- non alterano le condizioni di stabilit  attualmente esistenti nei settori;
- non provocano modifiche al regime delle acque superficiali e profonde;
- consentono il normale deflusso delle acque, anche delle piene;
- non apportano nelle aree sedime del progetto sostanziali modifiche;
- non provocano l'aumento del rischio idrogeologico e idraulico, i quali sono sempre ed ovunque influenti sull'impianto irriguo;
- non impongono l' "adozione di soluzioni e di procedimenti costruttivi di particolare onerosit "; in definitiva

**- Il *PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO DELL'AMMODERNAMENTO DELL'IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE E' FATTIBILE SIA GEOLOGICAMENTE CHE GEOTECNICAMENTE.***

Luglio 2015



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO